

Τίτλος	ΤΟ ΕΓΩΙΣΤΙΚΟ ΓΟΝΙΔΙΟ
Συγγραφέας	ΡΙΤΣΑΡΝΤ ΝΤΟΚΙΝΣ RICHARD DAWKINS Καθηγητής Βιολογίας Πανεπιστημίου Οξφόρδης
Μετάφραση	ΛΟΥΚΑΣ ΜΑΡΓΑΡΙΤΗΣ Καθηγητής Βιολογίας Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών
1 ^η Ελληνική Έκδοση	ΤΡΟΧΑΛΙΑ – 1988
2 ^η Ελληνική Έκδοση	ΣΥΝΑΛΜΑ – 1998
Γλωσσική Επιμέλεια	ΠΑΝΤΕΛΗΣ ΜΠΟΥΚΑΛΑΣ Δημοσιογράφος Εφημερίδας «Καθημερινή»
Τίτλος Πρωτοτύπου	THE SELFISH GENE
Εκδοτικός Οίκος Πρωτοτύπου	OXFORD UNIVERSITY PRESS
Πρώτη Έκδοση Πρωτοτύπου	1976
Σελίδες Ελληνικής Έκδοσης	382 - ΤΡΟΧΑΛΙΑ
Εισαγωγή Ελληνικής και Αγγλικής Έκδοσης	ΛΟΥΚΑΣ ΜΑΡΓΑΡΙΤΗΣ, ROBERT L. TRIVERS Harvard University
Πρόλογος	RICHARD DAWKINS

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
Εισαγωγή στην Ελληνική Έκδοση	σελ. 002
Εισαγωγή	σελ. 004
Πρόλογος	σελ. 006
01 – Γιατί υπάρχουν άνθρωποι	σελ. 008
02 – Τα αντιγραφικά μόρια	σελ. 016
03 – Το αθάνατο σπείραμα	σελ. 022
04 – Η γονιδιακή μηχανή	σελ. 040
05 – Επιθετικότητα : σταθερότητα και εγωιστική μηχανή	σελ. 055
06 – Γονιδιοτεχνία	σελ. 070
07 – Οικογενειακός προγραμματισμός	σελ. 084
08 – Η σύγκρουση των γενεών	σελ. 094
09 – Η μάχη των φύλλων	σελ. 106
10 – Αμοιβαίος αλτρουισμός	σελ. 124
11 – Μιμίδια : οι νέοι αντιγραφείς	σελ. 140
Βιβλιογραφία	

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ

Η επιστήμη της Βιολογίας ασχολείται με το φαινόμενο της ζωής, αυτό το τόσο περίπλοκο φαινόμενο με τα πολλά ανεξιχνίαστα μυστικά που προσπαθούμε, εμείς τα προϊόντα της ζωής, να τα εξιχνιάσουμε και να κατανοήσουμε από τι είμαστε φτιαγμένοι και πως λειτουργούμε. Αυτές οι ανησυχίες βέβαια είναι τόσο παλιές όσο και ο άνθρωπος, όμως διατηρούνται πάντα στην επικαιρότητα : από την εποχή του Αριστοτέλη ο οποίος αποτύπωνε τις ανησυχίες και τις φιλοσοφικές σκέψεις του στο «*Περί ζώων μοριών*» έργο του, μέχρι την εποχή του Δαρβίνου, ο οποίος 18 αιώνες αργότερα, διατύπωνε την θεωρία του για την «Καταγωγή των ειδών», μέχρι ακόμη και σήμερα, με το έργο του Dawkins «*Το εγωιστικό γονίδιο*». Αναμφίβολα, το έργο του Dawkins, όπως αναφέρει και ο R. Trivers στον Πρόλογο, «παρουσιάζει για πρώτη φορά σε εκλαϊκευμένη μορφή τις σύγχρονες απόψεις για τη φυσική επιλογή, τη συμπεριφορά, τον αλτρουισμό ή τον εγωισμό του ατόμου». Στο βιβλίο του Dawkins, όλες αυτές οι απόψεις, μεταφέρονται με μεγάλη ευκολία, αλλά και σαφήνεια από τη γλώσσα των γονιδίων στη γλώσσα της καθημερινής ζωής. Ο συγγραφέας δίνει πολλά και εντυπωσιακά παραδείγματα από τη συμπεριφορά των ζώων και των ανθρώπων, επιχειρώντας ταυτοχρόνως να τα ερμηνεύσει. Η ερμηνεία του με μια πρώτη ματιά ξενίζει τους ειδικούς, στηρίζεται όμως σε λογικά επιχειρήματα. Είναι πράγματι απόλαυση να παρακολουθεί κανείς την επιχειρηματολογία του Dawkins για την εξήγηση απλών (και συχνά ασήμαντων) φαινομένων, όπως είναι π.χ. το ξεγέλασμα της μητέρας από τα μικρά της που κλαίνε για να ζητήσουν γάλα ή η προσήλωση της γιαγιάς περισσότερο στο παιδί της κόρης της παρά του γιού της, κ.ά. Το σημαντικότερο είναι πως δεν χρειάζονται ιδιαίτερες γνώσεις για να παρακολουθήσει κανείς το συγγραφέα ο οποίος προχωρά προσεχτικά βήμα βήμα και επαναλαμβάνει συχνά τις σημαντικές έννοιες, ώστε να βεβαιωθεί πως ο αναγνώστης τις έχει κάνει κτήμα του. Όπως αναφέρει και ο ίδιος στον Πρόλογό του, γράφοντας είχε πάντα μπροστά του έναν υποθετικό αναγνώστη, απλό άνθρωπο με μίαν απεριόριστη διάθεση, όμως, προβληματισμού για το φαινόμενο της ζωής.

Η επιλογή του τίτλου «*Εγωιστικό γονίδιο*» από το συγγραφέα είναι επιτυχημένη ακριβώς επειδή το «γονίδιο» αποτελεί τη μονάδα έκφρασης μεμονωμένων λειτουργιών σε κάθε κύτταρο, όντας κάτι ανάλογο π.χ. των «φωτονίων» της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Δεν χρειάζεται βέβαια να γνωρίζει κανείς τη μοριακή υπόσταση των γονιδίων, που αποτελεί αντικείμενο μελέτης του κλάδου της Μοριακής Βιολογίας, για να κατανοήσει το κείμενο του Dawkins, αφού σε ολόκληρο το βιβλίο δεν υπάρχει ούτε ένα διάγραμμα ή σχήμα, ούτε μία φωτογραφία. Για το σκοπό που γράφτηκε το βιβλίο, κάτι τέτοιο αποτελεί αναγκαιότητα, η οποία όμως δεν μειώνει καθόλου την εκλαϊκευτική αξία του.

Το βιβλίο αυτό αρχίζει με το προαιώνιο ερώτημα «γιατί υπάρχουν άνθρωποι», συνεχίζει με την υπόθεση της γένεσης των «αντιγραφικών» μοριών (δηλαδή των γονιδίων) και την ανάπτυξη της ιδέας ότι αυτά τελικά είναι «αθάνατα», αφού αυτούσια ή αντίγραφα τους μεταβιβάζονται από γενιά σε γενιά. Αυτά ευθύνονται για την εγωιστική ή αλτρουιστική συμπεριφορά των ατόμων (ανθρώπων ή ζώων) και ο Dawkins επιχειρηματολογεί άψογα εξηγώντας γιατί, κατά την άποψή του, συμβαίνει κάτι τέτοιο. Εξηγούνται ακόμη οι διαφορές στη συμπεριφορά των φύλων (αρσενικό-θηλυκό), ο ανταγωνισμός των αδελφών καθώς και το χάσμα των γενεών. Το βιβλίο τελειώνει με μια πρωτότυπη θεώρηση της αντιστοιχίας ανάμεσα στα γονίδια και τα «μιμίδια», έννοια που την εισήγαγε ο συγγραφέας για να δείξει πως τελικά «κληρονομούνται οι πολιτιστικές αξίες ή άλλες ιδέες με το να διαδίδονται από το ένα άτομο στο άλλο. Η διάδοσή τους, λοιπόν, γίνεται όπως ακριβώς και η διάδοση των γονιδίων με το φαινόμενο της γονιμοποίησης και της ανάπτυξης. Διαβάζοντας τούτο το βιβλίο, επιστήμονες, διανοούμενοι και μη ειδικοί, απλοί, ανήσυχοι άνθρωποι θα απολαύσουν την πρωτοτυπία της σκέψης του συγγραφέα, την αυστηρότητα της συλλογιστικής και τη γεύση της αλήθειας.

Τελειώνοντας αυτή τη σύντομη εισαγωγή σ' ένα τόσο σπουδαίο έργο, επιθυμώ να ευχαριστήσω τον εκδότη που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ από κοντά με το πολύ ενδιαφέρον θέμα που διαπραγματεύεται ο Richard Dawkins.

Λουκάς Χ. Μαργαρίτης
Νοέμβριος 1988

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο χιμπατζής και ο άνθρωπος έχουν κοινό περίπου το 99,5% της εξελικτικής τους ιστορίας, αν και οι περισσότεροι διανοητές θεωρούν το χιμπατζή σαν μια δύσμορφη άσχετη παραδοξότητα και τους εαυτούς τους σαν μέσα προσέγγισης του Θεού. Όμως για τον οπαδό της θεωρίας της εξέλιξης τα πράγματα δεν είναι έτσι. Δεν υπάρχει αντικειμενική βάση διαχωρισμού των ζωντανών οργανισμών σε ανώτερους και κατώτερους. Ο χιμπατζής και ο άνθρωπος, η σαύρα και ο μύκης, όλα εξελίχθηκαν μέσα σε 3.000.000.000 χρόνια διαμέσου μιας φυσικής διαδικασίας που είναι γνωστή ως φυσική επιλογή. Σε κάθε βιολογικό είδος μερικά άτομα αφήνουν περισσότερους απογόνους σε σύγκριση με τα υπόλοιπα, κι έτσι τα κληρονομούμενα χαρακτηριστικά (γονίδια) των αναπαραγωγικά επιτυχημένων ατόμων γίνονται περισσότερα στην επόμενη γενεά. Αυτό είναι το νόημα της φυσικής επιλογής : η μη τυχαία επιλεκτική αναπαραγωγή γονιδίων. Η φυσική επιλογή μας δημιούργησε και, αν θέλουμε να κατανοήσουμε τι είμαστε, πρέπει να καταλάβουμε τι είναι η φυσική επιλογή.

Μολονότι η θεωρία του Δαρβίνου για την εξέλιξη διαμέσου της φυσικής επιλογής είναι απαραίτητη για τη μελέτη της κοινωνικής συμπεριφοράς (ειδικότερα όταν συνδυαστεί με τη γενετική του Μέντελ), εντούτοις είναι σχεδόν παντελώς άγνωστη. Στην περιοχή των κοινωνικών επιστημών καταβλήθηκαν τεράστιες προσπάθειες για να δημιουργηθεί μια εξωδαρβινική και εξωμεντελική κοινωνιολογική και ψυχολογική άποψη του κόσμου. Είναι εκπληκτικό : στη βιολογία αγνοείται ή κακοποιείται η δαρβινική θεωρία ! Οποιας κι αν είναι οι αιτίες αυτής της παράξενης κατάστασης, υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις ότι πλησιάζει στο τέλος της. Το μέγα έργο του Δαρβίνου και του Μέντελ διευρύνεται από ολοένα και περισσότερους ερευνητές ανάμεσα στους οποίους διακρίνονται οι R. A. Fisher, W. D. Hamilton, G. C. Williams και J. Maynard Smith. Τώρα, και για πρώτη φορά ο Richard Dawkins παρουσιάζει με απλή και εκλαϊκευμένη μορφή αυτό το σημαντικό σώμα κοινωνικών θεωριών που στηρίζονται στη φυσική επιλογή.

Ο Dawkins εξετάζει ένα προς ένα όλα τα μεγάλα θέματα της νέας κοινωνιολογικής θεωρίας : τις ιδέες της αλτρουιστικής και της εγωιστικής συμπεριφοράς, τον γενετικό ορισμό του ατομικού συμφέροντος, την εξέλιξη της επιθετικής συμπεριφοράς, τη θεωρία της συγγένειας (που περιλαμβάνει και τις σχέσεις γονέων-απογόνων και την εξέλιξη των κοινωνικών εντόμων), τη θεωρία της αναλογίας των φύλων, τον αμοιβαίο αλτρουισμό, την εξαπάτηση και τη φυσική επιλογή των διαφορών των φύλων. Με την άνεση που του προσφέρει η πλήρης γνώση της θεωρίας, ο Dawkins εκθέτει τις πρόσφατες εργασίες με θαυμαστή διαύγεια και κομψό ύφος. Έχοντας ευρύτατες γνώσεις βιολογίας δίνει στον αναγνώστη μια γεύση της πλούσιας και γοητευτικής φιλοσοφίας της. Εκεί που οι απόψεις του δεν συμφωνούν με τις υπάρχουσες εργασίες (όπως π.χ. όταν κάνει λόγο για κάποιο δικό μου σφάλμα), σχεδόν κατά κανόνα σκοπεύει σωστά. Επιπροσθέτως, ο Dawkins αγωνίζεται να καταστήσει σαφή τη λογική των επιχειρημάτων του, ώστε ο αναγνώστης να μπορέσει μόνος του να προχωρήσει περισσότερο (ακόμη και να ξεπεράσει το συγγραφέα). Τα συμπεράσματα του Dawkins μπορεί να επεκταθούν σε πολλές κατευθύνσεις. Αν, λόγου χάρη, δεχτούμε (σύμφωνα με τον συγγραφέα) ότι η εξαπάτηση είναι χαρακτηριστικό γνώρισμα της επικοινωνίας των ζώων, η εξέλιξη έπρεπε να οδηγήσει στην αυτοεξαπάτηση, οπότε ορισμένες πράξεις δεν θα φαίνονταν ως αποτελέσματα αυταπάτης. Μ' αυτό το πρίσμα πρέπει να θεωρηθεί απλοϊκότατη η παραδοσιακή άποψη ότι η φυσική επιλογή ευνοεί τα νευρικά συστήματα που δίνουν ολοένα ακριβέστερες εικόνες του κόσμου.

Οι πρόσφατες πρόοδοι της κοινωνιολογίας ήταν τόσο σημαντικές ώστε προκάλεσαν κάποια μικρή αναστάτωση, μια αντεπαναστατική δραστηριότητα. Λόγου χάρη, μερικοί ισχυρίστηκαν ότι οι εν λόγω πρόοδοι αποτελούν μέρος μιας καθολικής συνωμοσίας που στοχεύει να παρεμποδίσει την κοινωνική πρόοδο, δίνοντας την εντύπωση πως η κοινωνική πρόοδος είναι γενετικά αδύνατη. Ανάλογες σαθρές ιδέες διατυπώθηκαν για να δώσουν την εντύπωση ότι η κοινωνική ερμηνεία της δαρβινικής θεωρίας είναι αντιδραστική ως προς τις πολιτικές επιπτώσεις της. Αυτό όμως είναι

πέρα για πέρα λαθεμένο. Η ισότητα των φύλων βεβαιώθηκε για πρώτη φορά γενετικά από τους Fisher και Hamilton. Η θεωρία και τα ποσοτικά δεδομένα που παρέχει η μελέτη των κοινωνικών εντόμων αποδεικνύουν ότι δεν υπάρχει έμφυτη τάση σύμφωνα με την οποία οι γονείς είναι αυθέντες των παιδιών τους (ή και αντίστροφα). Αλλά και οι ιδέες σχετικά με τη γονική επένδυση και τις επιλογές που κάνουν τα θηλυκά, παρέχουν τις αντικειμενικές και αμερόληπτες βάσεις αντιμετώπισης των διαφορών των φύλων, γεγονός που αποτελεί σημαντική πρόοδο σχετικά με τις λαϊκές προσπάθειες να αποδοθούν οι ικανότητες και τα δικαιώματα της γυναίκας σε μια λιμνάζουσα βιολογική ταυτότητα. Κοντολογίς, η δαρβινική κοινωνιολογική θεωρία μας υποδεικνύει ότι στις κοινωνικές σχέσεις υφίσταται μια συμμετρία και λογική που αν τις κατανοήσουμε, θα ανανεωθούν οι πολιτικές μας απόψεις και θα προκύψουν διανοητικά στηρίγματα για μια επιστημονική ψυχολογία. Σ' αυτή την πορεία θα συνειδητοποιήσουμε τις αιτίες πολλών από τα βάσανά μας.

Robert L. Trivers, Πανεπιστήμιο Harvard.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τούτο το βιβλίο θα μπορούσε να διαβαστεί σαν νάταν βιβλίο επιστημονικής φαντασίας, γιατί απευθύνεται στη φαντασία. Εντούτοις δεν είναι επιστημονική φαντασία : είναι επιστήμη. Για μένα, η κοινότοπη φράση «αυτό ξεπερνά τη φαντασία» εκφράζει επακριβώς αυτό που νιώθω πως είναι αληθινό. Είμαστε μηχανές επιβίωσης – αυτόματα οχήματα τυφλά προγραμματισμένα να διαφυλάσσουν τα εγωιστικά μόρια, που είναι γνωστά με το όνομα γονίδια. Αυτή η αλήθεια εξακολουθεί να με εκπλήσσει. Μολονότι τη γνωρίζω χρόνια τώρα, φαίνεται πως ουδέποτε εξοικειώθηκα εντελώς μαζί της. Εχω την ελπίδα ότι θα καταφέρω να μεταδώσω αυτή την έκπληξή μου και σε άλλους.

Καθώς έγραφα το βιβλίο σκεφτόμουν ότι με παρακολουθούσαν τρεις φανταστικοί αναγνώστες. Και τώρα που το τέλειωσα, τους το αφιερώνω. Ο πρώτος είναι ο γενικός αναγνώστης, ο απλός άνθρωπος. Για χάρη του απέφυγα σχεδόν εντελώς την επιστημονική ορολογία. Και όπου χρησιμοποίησα εξειδικευμένους όρους, τους επεξήγησα. Τώρα απορώ γιατί εξακολουθούμε να χρησιμοποιούμε πολύπλοκη φρασεολογία όταν γράφουμε εκλαϊκευτικά κείμενα. Δέχτηκα ότι ο απλός άνθρωπος δεν έχει ειδικές γνώσεις, έχει όμως επαρκή νοημοσύνη. Ο καθένας μπορεί να εκλαϊκεύσει την επιστήμη αν απλοποιήσει τα πράγματα. Κατέβαλα μεγάλες προσπάθειες να εκφράσω μερικές λεπτές και περίπλοκες ιδέες με μη αυστηρή γλώσσα αλλά χωρίς να χαθεί η ουσία τους. Δεν ξέρω ως ποιο σημείο τα κατάφερα ούτε πόσο πέτυχα σε μια ακόμη φιλοδοξία μου : να κάνω το βιβλίο μου ευχάριστο και ελκυστικό όσο τουλάχιστον επιτρέπει το βασικό θέμα του.

Ο δεύτερος φανταστικός αναγνώστης μου ήταν ο ειδικός. Στάθηκε αυστηρός κριτής που του κοβόταν η ανάσα μπροστά σε κάποιες παρομοιώσεις και σχήματα λόγου που χρησιμοποίησα. Οι προσφιλείς φράσεις του ήταν «αν εξαιρέσουμε...», «αλλά, από την άλλη μεριά...» και «χμ!». Τον άκουγα με προσοχή. Για χάρη του ξανάγραφα ένα κεφάλαιο από την αρχή χωρίς όμως τελικά να απομακρυνθώ από την ιστορία που ήθελα να διηγηθώ. Ο ειδικός δεν θα μείνει εντελώς ικανοποιημένος από τον τρόπο που τοποθετώ τα πράγματα. Όμως η μεγαλύτερη ελπίδα μου είναι ότι κι αυτός θα βρει εδώ κάτι το καινούργιο. Ίσως ένα νέο τρόπο αντιμετώπισης γνωστών ιδεών ή ακόμη ερεθίσματα για καινούργιες δικές του ιδέες. Αν αυτό είναι πολύ μεγάλη φιλοδοξία, μπορώ τουλάχιστον να ελπίζω ότι το βιβλίο μου θα τον διασκεδάσει σε κάποια σχόλη του ;

Ο τρίτος αναγνώστης που είχα στο νου μου ήταν ο σπουδαστής, ο οποίος από απλός άνθρωπος γίνεται ειδικός. Αν δεν έχει αποφασίσει ακόμη σε ποιόν κλάδο θα ειδικευτεί, ελπίζω πως θα τον ενθαρρύνω να ξανακοιτάξει τον δικό μου κλάδο της ζωολογίας. Υπάρχει ένας ισχυρότερος λόγος να μελετήσει κανείς ζωολογία εκτός από την ενδεχόμενη «χρησιμότητα» και το αξιαγάπητο των ζώων. Ο λόγος αυτός είναι ότι εμείς, όπως όλα τα ζώα, είμαστε οι πιο περίπλοκοι και τέλεια σχεδιασμένοι μηχανισμοί στο γνωστό Σύμπαν. Με μια τέτοια τοποθέτηση είναι περίεργο γιατί υπάρχουν άνθρωποι που δεν σπουδάζουν ζωολογία ! Ελπίζω το βιβλίο μου να έχει κάποια εκπαιδευτική αξία για το φοιτητή που ήδη σπουδάζει αυτή την επιστήμη. Πρέπει να δουλέψει πάνω στα πρωτότυπα έργα και τα επιστημονικά εγχειρίδια που θεμελιώνουν τη μελέτη μου. Αν βρει τις πρωτότυπες πηγές δυσκολοχώνευτες, η μη αυστηρή ερμηνεία μου πιθανώς να τον βοηθήσει ως εισαγωγή και συμπλήρωμα.

Το ότι αποτείνομαι σε τρία διαφορετικά είδη αναγνωστών περιλαμβάνει προφανείς κινδύνους. Το μόνο που μπορώ να πω είναι ότι είχα πλήρη επίγνωση αυτών των κινδύνων αλλά φαίνεται πως αντισταθμίζονται από τα πλεονεκτήματα του εγχειρήματος.

Είμαι ηθολόγος. Το βιβλίο μου λοιπόν αναφέρεται στη συμπεριφορά των ζώων. Το χρέος μου στην παραδοσιακή ηθολογία στην οποία εκπαιδεύτηκα είναι καταφανές. Ειδικότερα, ο Niko Tinbergen δεν φαντάζεται πόσο μεγάλη επίδραση άσκησε πάνω μου στα δώδεκα χρόνια που δούλεψα υπό τη καθοδήγησή του στο πανεπιστήμιο της Οξφόρδης. Η φράση «μηχανή επιβίωσης» δεν είναι δική του, κάλλιστα όμως θα μπορούσε να είναι. Πρόσφατα, η ηθολογία ανανεώθηκε με άφθονες καινούργιες ιδέες από πηγές που παραδοσιακά δεν θεωρούνται ηθολογικές. Το βιβλίο

μου βασίζεται κυρίως σ' αυτές τις καινούργιες ιδέες. Οι εμπνευστές τους αναφέρονται τιμητικά στις σχετικές θέσεις του κειμένου. Δεσπόζουσες φυσιογνωμίες είναι ο G. C. Williams, ο J. Maynard Smith, ο W. D. Hamilton και ο R. L. Trivers.

Πολλοί μου πρότειναν διάφορους τίτλους για το βιβλίο, τους οποίους τελικά χρησιμοποίησα ως υπότιτλους κεφαλαίων. Ευχαριστώ λοιπόν τον John Krebs για τα «αθάνατα σπειρώματα», τον Desmond Morris για την «γονιδιακή μηχανή», τους Tim Clutton-Brock και Jean Dawkins και ιδιαίτερα τον Stephen Potter για τη «γονιδιοτεχνία».

Οι φανταστικοί αναγνώστες μπορεί να ικανοποιούν τους ευσεβείς πόθους μας και τις φιλοδοξίες μας, έχουν όμως μικρότερη πρακτική αξία από τους αληθινούς αναγνώστες και κριτές. Είμαι εξοικειωμένος με τις αναθεωρήσεις και η Marian Dawkins ταλαιπωρήθηκε με τα αναρίθμητα προσχέδια κάθε σελίδας. Οι σημαντικές γνώσεις της στη βιολογική φιλολογία και η ευχέρειά της στην κατανόηση θεωρητικών ζητημάτων, μαζί με την αδιάπτωτη ενθάρρυνση και την ηθική υποστήριξή της, ήταν για μένα κεφαλαιώδους σημασίας. Στο προσχέδιό του, διάβασε ολόκληρο το βιβλίο και ο John Krebs, ο οποίος ξέρεי καλύτερα από μένα το θέμα και υπήρξε απεριόριστα γενναιοδωρός σε συμβουλές και υποδείξεις. Οι Glenys Thomson και Walter Bodmer άσκησαν κριτική στον τρόπο που χειρίζομαι ορισμένα θέματα γενετικής, με σθένος αλλά και αγάπη. Φοβάμαι πως η αναθεώρηση που έκανα θα εξακολουθήσει να μην τους ικανοποιεί, ελπίζω όμως ότι θα βρουν τα πράγματα κάπως καλύτερα. Τους ευγνωμονώ περισσότερο για την υπομονή τους και το χρόνο που διέθεσαν. Με την αλάνθαστη ικανότητά του να επισημαίνει διαμφισβητούμενες εκφράσεις, ο John Dawkins έκανε έξοχες θετικές υποδείξεις που οδήγησαν σε επαναδιατυπώσεις. Δεν νομίζω πως θα έβρισκα καταλληλότερο «σκεπτόμενο απλό άνθρωπο» από τον Maxwell Stamp. Η ικανότητά του να διακρίνει κάποιο σημαντικό ελάττωμα στο ύφος του αρχικού σχεδίου συνέβαλαν σημαντικά στην τελική διατύπωση του κειμένου. Άλλοι που έκαναν κριτικές παρατηρήσεις σε διάφορα κεφάλαια ή κατά κάποιον τρόπο έδωσαν έγκυρες συμβουλές ήταν οι John Maynard Smith, Desmond Morris, Tom Maschler, Nick Blurton Jones, Sarah Kettlewell, Nick Humphrey, Tim Clutton-Brock, Louise Johnson, Christopher Graham, Geoff Parker, και ο Robert Trivers. Η Pat Searle και η Stephanie Verhoeven όχι μόνο δακτυλογράφησαν το κείμενο με επιδεξιότητα αλλά και με ενθάρρυναν δείχνοντας πως το έκαναν με χαρά. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τον Michael Rodgers του πανεπιστημιακού εκδοτικού οίκου της Οξφόρδης, ο οποίος εκτός από τα χρήσιμα σχόλιά του στο χειρόγραφο, εργάστηκε περισσότερο απ' όσο επέβαλε το καθήκον σε όλη την εκδοτική διαδικασία αυτού του βιβλίου.

Richard Dawkins

1. ΓΙΑΤΙ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΑΝΘΡΩΠΟΙ ;

Η ευφυής ζωή σ' έναν πλανήτη ωριμάζει από την στιγμή που αποκαλύπτει την προέλευσή της. Αν επισκεπτόταν τη Γη ανώτερα πλάσματα από το Διάστημα, το πρώτο που θα ρωτούσαν για να εκτιμήσουν το επίπεδο του πολιτισμού μας, είναι αν ανακαλύψαμε ακόμη την εξέλιξη. Ζωντανοί οργανισμοί υπήρχαν στη Γη εδώ και 3.000.000.000 χρόνια, χωρίς κανείς να ξέρει από που προέκυψαν, ως τη στιγμή που κάποιος ανακάλυψε την αλήθεια. Το όνομά του είναι Κάρολος Δαρβίνος. Για να είμαστε δίκαιοι, υπήρξαν και άλλοι που είχαν υποψιαστεί την αλήθεια. Πρώτος όμως ο Δαρβίνος έδωσε μια λογική και συνεπή εξήγηση του λόγου της ύπαρξής μας. Ο Δαρβίνος μας έδωσε τη δυνατότητα να ικανοποιούμε την περιέργεια ενός παιδιού δίνοντάς του λογική απάντηση όταν μας θέτει ως ερώτημα την επικεφαλίδα αυτού του κεφαλαίου. Δεν χρειάζεται πλέον να καταφεύγουμε σε δεισιδαιμονίες όταν βρισκόμαστε μπροστά σε βαθιά προβλήματα : «Έχει νόημα η ζωή ; Γιατί υπάρχουμε ; Τι είναι ο άνθρωπος ;». Για το τελευταίο ερώτημα ο διακεκριμένος ζωολόγος G.G. Simpson έκανε την ακόλουθη παρατήρηση : «Θέλω να επισημάνω ότι όσες προσπάθειες έγιναν ως το 1859 για να απαντηθεί αυτό το ερώτημα είναι ανάξιες λόγου. Θα ήταν καλύτερο να τις αγνοήσουμε παντελώς».

Σήμερα η θεωρία της εξέλιξης είναι τόσο βέβαιη όσο βέβαιο είναι ότι η Γη κινείται γύρω από τον Ήλιο. Εντούτοις, οι συνέπειες της δαρβινικής επανάστασης δεν έχουν αναγνωριστεί ακόμη σε όλη τους την έκταση. Στα πανεπιστήμια, η Ζωολογία παραμένει θέμα δευτερευούσης σημασίας. Οσοι διαλέγουν αυτόν τον τομέα σπουδών, συχνά το κάνουν δίχως να κατανοούν τη βαθιά φιλοσοφική σημασία του. Η Φιλοσοφία και οι ονομαζόμενες «ανθρωπιστικές» επιστήμες διδάσκονται ακόμη σαν να μην υπήρξε ποτέ ο Δαρβίνος. Αναμφίβολα, αυτό θα αλλάξει με τον καιρό. Εν πάση περιπτώσει, το βιβλίο δεν έχει σκοπό να υπερασπιστεί το δαρβινισμό στο σύνολό του. Προορισμός του είναι να διερευνήσει τις συνέπειες της θεωρίας της εξέλιξης σ' ένα συγκεκριμένο ζήτημα. Σκοπός μου είναι να εξετάσω τη βιολογία του εγωισμού και του αλτρουισμού.

Το θέμα, εκτός από το ακαδημαϊκό του ενδιαφέρον, έχει προφανή σημασία για τον άνθρωπο επειδή αγγίζει κάθε πλευρά της κοινωνικής ζωής μας : την αγάπη και το μίσος, την αντιπαράθεση και τη συνεργασία, την προσφορά και την κλοπή, την απληστία και τη γενναιοδωρία. Το καθένα απ' αυτά θα μπορούσε ν' αποτελέσει αντικείμενο ολόκληρου βιβλίου, όπως γίνεται με τα βιβλία : «Επιθετικότητα» του Konrad Lorenz, «Η Κοινωνική Σύμβαση» του Ardrey, και «Αγάπη και Μίσος» του Eibl-Eibesfeldt. Το λυπηρό με αυτά τα βιβλία είναι ότι οι συγγραφείς τους τα έγραψαν εντελώς λανθασμένα. Κι αυτό γιατί παρανόησαν τον τρόπο που λειτουργεί η εξέλιξη. Έκαναν την εσφαλμένη υπόθεση ότι το σημαντικό στην εξέλιξη είναι το καλό του *είδους* (ή της ομάδας), και όχι το καλό του ατόμου (ή του γονιδίου). Αποτελεί ειρωνεία η κριτική του Asley Montagu [Βρετανοαμερικανός ανθρωπολόγος διάσημος από τα εκλαϊκευτικά έργα του «Η φυσική ανωτερότητα της γυναίκας», «Ο πιο επικίνδυνος μύθος του ανθρώπου : η πλάνη της φυλής», κ.ά. Υποστήριξε την άποψη ότι ο μύθος της αγριότητας των θηρίων χρησιμοποιήθηκε συμφεροντολογικά από τον δυτικό άνθρωπο επειδή τον εξυπηρέτησε να «εξηγήσει» την προέλευση της επιθετικότητάς του και να απαλλαγεί από την ευθύνη γι αυτήν : εφόσον η επιθετικότητα είναι έμφυτη κληρονομημένη από τους πρώτους πιθηκοειδείς προγόνους, ουδείς μπορεί να τον κατηγορήσει γι' αυτήν (Σ. τ. μ.)] ότι ο Lorenz είναι άμεσος συνεχιστής των διανοητών του 19^{ου} αιώνα, οι οποίοι δέχονταν πως η φύση δείχνεται «με ματωμένα νύχια και δόντια»

[Σε ελεύθερη απόδοση οι περίφημοι στίχοι του Tennyson έχουν ως εξής :

«Ανθρωπε...

Που πίστευες πως ο Θεός ήταν πραγματικά αγάπη

Και η αγάπη ο τελικός νόμος της Δημιουργίας –

Αν και η Φύση με τα ματωμένα νύχια και δόντια

των αρπακτικών που κατασπαράζουν τη λεία τους

βοά ενάντια στην πίστη σου» (Σ. τ. μ.)].

Αν καταλαβαίνω καλά την άποψη του Lorenz για την εξέλιξη, η άποψη του συμφωνεί με αυτήν του Montagu, ο οποίος απορρίπτει τις συνέπειες της παραπάνω περίφημης φράσης του Tennyson. Σε αντίθεση και με τους δύο, πιστεύω πως η φράση η Φύση δείχνεται «με ματωμένα νύχια και δόντια» συνοψίζει θαυμάσια τον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε σήμερα τη φυσική επιλογή.

Πριν προχωρήσω στο κύριο θέμα μου, θα ήθελα να εξηγήσω εν συντομία τι είναι αυτό το βιβλίο και τι δεν είναι. Αν μας έλεγαν ότι στον κόσμο των «γκάνγκστερς» του Σικάγου έζησε κάποιος πολλά κι ευτυχισμένα χρόνια, θα μπορούσαμε να μαντέψουμε τι είδους άνθρωπος ήταν. Θα περιμέναμε να ήταν σκληρός, γρήγορος στο πιστόλι και ικανός να διαλέγει έμπιστους φίλους. Βέβαια, τα συμπεράσματα αυτά δεν θα ήταν αλάνθαστα. Μπορούμε όμως να κάνουμε ορισμένες υποθέσεις για το χαρακτήρα ενός ατόμου αν έχουμε πληροφορίες για τις συνθήκες στις οποίες ζούσε και ευημερούσε. Το συζητούμενο θέμα σ' αυτό το βιβλίο είναι ότι εμείς, όπως και τα άλλα ζώα, είμαστε μηχανές δημιουργημένες από τα γονίδιά μας. Όπως οι επιτυχημένοι γκάνγκστερς του Σικάγου, έτσι και τα γονίδιά μας έχουν επιβιώσει (σε μερικές περιπτώσεις για εκατομμύρια χρόνια) σ' έναν κόσμο έντονα ανταγωνιστικό. Αυτό μας επιτρέπει να μαντέψουμε ορισμένες ιδιότητες των γονιδίων μας. Θα υποστηρίξω ότι η σπουδαιότερη ιδιότητα που πρέπει να περιμένουμε για ένα επιτυχημένο γονίδιο είναι ο σκληρός εγωισμός. Αυτός ο εγωισμός του γονιδίου θα αναπτύξει κατά κανόνα την εγωιστική συμπεριφορά του ατόμου. Εντούτοις, όπως θα δούμε, υπάρχουν ειδικές περιπτώσεις που ένα γονίδιο πετυχαίνει καλύτερα τους εγωιστικούς σκοπούς του αν στο επίπεδο των μεμονωμένων ατόμων υιοθετήσει κάποια περιορισμένη μορφή αλτρουισμού. Στην τελευταία πρόταση, οι λέξεις «ειδικές» και «περιορισμένη», έχουν ιδιαίτερη σημασία. Όσο κι αν θέλουμε να πιστεύουμε το αντίθετο, η οικουμενική αγάπη και η ευημερία των ειδών στο σύνολό τους είναι έννοιες που δεν έχουν κανένα νόημα από την άποψη της εξέλιξης.

Αυτά με οδηγούν στο πρώτο σημείο σχετικά με το τι δεν είναι αυτό το βιβλίο. Δεν υποστηρίζω μια ηθική βασισμένη στην εξέλιξη. Απλώς περιγράφω το πως εξελίχθηκαν τα πράγματα. Δεν λέω πως πρέπει να συμπεριφέρονται οι άνθρωποι στο ηθικό επίπεδο. Το τονίζω επειδή ξέρω πως υπάρχει κίνδυνος να παρεξηγηθώ από τους ανθρώπους (κι είναι πολλοί αυτοί) που δεν μπορούν να διακρίνουν μια πρόταση που εκφράζει αυτό που νομίζουμε πως συμβαίνει από μian άλλη που εκφράζει αυτό που νομίζουμε πως θα έπρεπε να συμβαίνει. Η προσωπική μου άποψη είναι ότι μια ανθρώπινη κοινωνία βασισμένη απλώς στο νόμο του γονιδίου, δηλαδή τον καθολικό σκληρό εγωισμό θα ήταν φρικτή για όλους. Δυστυχώς, όσο κι αν θρηνούμε για κάτι, δεν μπορούμε να το κάνουμε να μην είναι αληθινό. Ο κύριος στόχος του βιβλίου είναι να σας κινήσει το ενδιαφέρον, αλλά αν θέλατε να βγάλετε ένα ηθικό δίδαγμα απ' αυτό, διαβάστε το ως προειδοποίηση. Πρέπει να ξέρετε ότι αν θέλετε, όπως εγώ, να χτίσετε μια κοινωνία στην οποία τα άτομα θα συνεργάζονται με γενναιοφροσύνη και χωρίς εγωισμούς για το κοινό καλό, μην περιμένετε μεγάλη βοήθεια από τη βιολογική φύση των πραγμάτων. Επειδή γεννηθήκαμε εγωιστές πρέπει να προσπαθήσουμε να *διδάξουμε* τη γενναιοφροσύνη και τον αλτρουισμό. Πρέπει να καταλάβουμε τι θέλουνε να κάνουν τα εγωιστικά μας γονίδια γιατί έτσι θα έχουμε τουλάχιστον μια πιθανότητα να ανατρέψουμε τα σχέδιά τους, να κάνουμε δηλαδή κάτι που κανένα άλλο είδος ζώου δεν το φιλοδόξησε ποτέ.

Ενα πόρισμα αυτών των παρατηρήσεων ως προς τη διδασκαλία, είναι το συνηθισμένο σφάλμα να πιστεύουμε ότι τα γενετικά κληρονομούμενα χαρακτηριστικά είναι εξ ορισμού σταθερά και αμετάβλητα. Μπορεί τα γονίδιά μας να μας παραγγέλλουν να είμαστε εγωιστές, όμως δεν είμαστε υποχρεωμένοι να υπακούμε σ' αυτά τα παραγγέλματα σε όλη μας τη ζωή. Βέβαια, αν είμαστε γενετικά προγραμματισμένοι για αλτρουιστές θα ήταν πολύ ευκολότερο να διδαχτούμε τον αλτρουισμό. Ανάμεσα σε όλα τα ζώα μόνο ο άνθρωπος υπόκειται σε πνευματική καλλιέργεια επιρροών που μαθαίνονται και μεταβιβάζονται. Μερικοί λένε πως η πνευματική καλλιέργεια είναι τόσο σημαντική ώστε τα γονίδια, είτε εγωιστικά είτε όχι, στην πραγματικότητα δεν παίζουν

κανένα ρόλο στην κατανόηση της ανθρώπινης φύσης. Άλλοι διαφωνούν. Όλα εξαρτώνται από τη θέση που παίρνει κανείς στη διαμάχη «φύση ή ανατροφή», στο πρόβλημα ποιό από τα δύο καθορίζει τις χαρακτηριστικές ιδιότητες του ανθρώπου. Αυτό με οδηγεί στο δεύτερο σημείο σχετικά με το τι δεν είναι αυτό το βιβλίο : δεν υποστηρίζω καμιά από τις δυο απόψεις της αντίθεσης φύση-ανατροφή. Φυσικά, έχω κι εγώ τη γνώμη μου που όμως δεν πρόκειται να την εκφράσω αλλά μπορεί να υπονοηθεί στο τελευταίο κεφάλαιο, όταν θα μιλήσω για την πολιτιστική καλλιέργεια. Αν αποδειχθεί πραγματικά ότι τα γονίδια δεν έχουν καμιά σχέση στον προσδιορισμό της συμπεριφοράς του σύγχρονου ανθρώπου, αν πραγματικά είμαστε μοναδικοί στον κόσμο των ζώων ως προς αυτό, σε τελική ανάλυση είναι ενδιαφέρον να εξετάσουμε τους λόγους για τους οποίους αποτελέσαμε τόσο πρόσφατα την εξαίρεση. Κι αν το είδος μας δεν είναι τόσο εξαιρετικό όσο μας αρέσει να πιστεύουμε, είναι ακόμη πιο σημαντικό να μελετήσουμε τους λόγους.

Το τρίτο πράγμα που δεν είναι αυτό το βιβλίο είναι ότι δεν περιγράφει λεπτομερώς τη συμπεριφορά του ανθρώπου ή κάποιου άλλου συγκεκριμένου ζωικού είδους. Μόνο ως ενδεικτικά παραδείγματα θα χρησιμοποιήσω τεκμηριωμένες λεπτομέρειες. Δεν πρόκειται να πω : «Αν εξετάσετε τη συμπεριφορά των βαβουίνων θα τη βρείτε εγωιστική, συνεπώς υπάρχουν πολλές πιθανότητες να είναι επίσης εγωιστική και η συμπεριφορά του ανθρώπου». Η λογική στο παράδειγμα «ο γκάνγκστερ του Σικάγου» είναι εντελώς διαφορετική. Εγώ σκέφτομαι ως εξής : Οι άνθρωποι και οι βαβουίνοι εξελίχθηκαν με φυσική επιλογή πρέπει να είναι εγωιστικό. Συνεπώς, αν εξετάσουμε τη συμπεριφορά των βαβουίνων, των ανθρώπων και κάθε ζωντανού πλάσματος, πρέπει να τη βρούμε εγωιστική. Αν διαπιστώσουμε ότι η πρόβλεψή μας είναι λαθεμένη, αν βρούμε ότι η ανθρώπινη συμπεριφορά είναι πραγματικά αλτρουιστική, τότε πρόκειται για κάτι το αινιγματικό, για κάτι που χρειάζεται εξήγηση.

Πριν προχωρήσουμε περισσότερο χρειαζόμαστε έναν ορισμό. Λέμε ότι ένα ον, π.χ. ένας βαβουίνος, είναι αλτρουιστικό αν συμπεριφέρεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μεγαλώνει την ευημερία ενός άλλου όντος εις βάρος της δικής του ευημερίας. Η εγωιστική συμπεριφορά έχει ακριβώς το αντίθετο αποτέλεσμα. Η ευημερία ορίζεται ως η «πιθανότητα επιβίωσης», έστω κι αν οι επιπτώσεις του αλτρουισμού στην προοπτική ζωής ή θανάτου είναι τόσο μικρές ώστε να φαίνονται αμελητέες. Μια από τις εκπληκτικότερες συνέπειες της σύγχρονης άποψης της δαρβινικής θεωρίας είναι ότι φαινομενικά ασήμαντες, ελάχιστες επιρροές στην πιθανότητα επιβίωσης μπορεί να έχουν μεγάλης κλίμακας επιπτώσεις στην εξέλιξη. Όμως για να γίνουν αντιληπτές τέτοιες επιρροές χρειάζεται να περάσει τεράστιος χρόνος.

Είναι σημαντικό να καταλάβουμε ότι οι παραπάνω ορισμοί του αλτρουισμού και του εγωισμού είναι ορισμοί *συμπεριφοράς* και όχι υποκειμενικοί. Εδώ δεν θα μας απασχολήσει η ψυχολογία των κινήτρων. Δεν πρόκειται να συζητήσω αν οι άνθρωποι που συμπεριφέρονται αλτρουιστικά το κάνουν «πραγματικά» με κρυφά ή υποσυνείδητα εγωιστικά κίνητρα. Μπορεί ναι, μπορεί όχι, και δεν αφορά αυτό το βιβλίο. Ο ορισμός μου αναφέρεται μόνο στο *αποτέλεσμα* μιας πράξης, αν δηλαδή μειώνει ή αυξάνει τις προοπτικές επιβίωσης του ατόμου που ονομάζουμε αλτρουιστή, και εκείνου που θεωρούμε ότι ευεργετείται.

Η εξακρίβωση των αποτελεσμάτων της συμπεριφοράς στις μακροπρόθεσμες προοπτικές επιβίωσης είναι εξαιρετικά περίπλοκη εργασία. Στην πράξη, όταν εφαρμόζουμε τον ορισμό στην αληθινή συμπεριφορά πρέπει να τη χαρακτηρίζουμε με τη λέξη «φαινομενική». Η φαινομενικά αλτρουιστική πράξη είναι αυτή που επιφανειακά φαίνεται ότι τείνει να αυξήσει (έστω και ελάχιστα) τις πιθανότητες θανάτου του αλτρουιστή και επιβίωσης του ευεργετούμενου. Σε λεπτομερέστερη εξέταση, διαπιστώνεται συχνά ότι πράξεις φαινομενικού αλτρουισμού στην πραγματικότητα είναι μεταμφιεσμένος εγωισμός. Για μια φορά ακόμη, δεν ισχυρίζομαι ότι τα βασικά κίνητρα είναι καλυμμένος εγωισμός αλλά ότι τα πραγματικά αποτελέσματα της πράξης στις προοπτικές επιβίωσης είναι αντίθετα απ' αυτά που υποθέσαμε αρχικά.

Θα δώσω μερικά παραδείγματα φαινομενικά εγωιστικής και φαινομενικά αλτρουιστικής συμπεριφοράς. Είναι δύσκολο να απαλλαγούμε από υποκειμενικές έξεις στον τρόπο που σκεφτόμαστε όταν έχουμε να κάνουμε με ανθρώπους, γι' αυτό λοιπόν θα χρησιμοποιήσω παραδείγματα από άλλα ζώα. Θα αρχίσω με παραδείγματα εγωιστικής συμπεριφοράς μεμονωμένων ζώων.

Οι μαυροκέφαλοι γλάροι ζουν σε μεγάλες αποικίες όπου οι φωλιές τους είναι πολύ γειτονικές. Όταν εκκολάπτονται οι νεοσσοί είναι πολύ μικροί, ανυπεράσπιστοι, και αποτελούν εύκολη λεία. Είναι συνηθισμένο το φαινόμενο κάποιος γλάρος να καταπιεί ένα νεοσσό του γείτονά του μόλις αυτός απομακρυνθεί από τη φωλιά του αναζητώντας τροφή. Έτσι ο γλάρος εξασφαλίζει ένα καλό θρεπτικό γεύμα χωρίς να μπει στον κόπο να πιάσει ένα ψάρι και χωρίς ν' αφήσει απροστάτευτη τη φωλιά του.

Πολύ πιο γνωστός είναι ο μακάβριος κανιβαλισμός που εκδηλώνουν οι θηλυκές μάντιες (κν. Αλογάκι της Παναγίας). Οι μάντιες είναι μεγαλόσωμα σαρκοφάγα έντομα. Συνήθως τρέφονται με μικρότερα έντομα, π.χ. με μύγες, αλλά επιτίθενται σχεδόν σε οτιδήποτε κινείται. Για να ζευγαρώσουν, το αρσενικό έρπει προσεχτικά πάνω στο θηλυκό. Το θηλυκό, αν βρει ευκαιρία, τρώει το αρσενικό αρχίζοντας από το κεφάλι του, είτε καθώς πλησιάζει είτε μόλις ανέβει πάνω της, ή μόλις χωρίσουν. Για το θηλυκό θα ήταν λογικότερο να περιμένει να τελειώσει το ζευγάρι και ύστερα να επιτεθεί. Εντούτοις, ο αποκεφαλισμός του αρσενικού δεν αποτελεί εμπόδιο στην ερωτική ορμή του υπόλοιπου σώματός του. Μάλιστα, επειδή το κεφάλι είναι η έδρα ορισμένων νευρικών κέντρων αναστολής, είναι πιθανό το θηλυκό τρώγοντας το κεφάλι του αρσενικού να βελτιώνει την ερωτική του επίδοση. Αν είναι έτσι, έχει ένα επιπλέον όφελος. Το βασικό είναι ότι το θηλυκό κερδίζει ένα καλό γεύμα.

Η λέξη «εγωιστής» μπορεί να φαίνεται ήπια για τέτοιες ακραίες περιπτώσεις όπως ο κανιβαλισμός, ταιριάζει όμως καλά σύμφωνα με τον ορισμό μας. Ίσως συμπαθούμε περισσότερο τη δειλή συμπεριφορά των αυτοκρατορικών πιγκουίνων της Ανταρκτικής : Στέκονται στην άκρη του πάγου διστάζοντας να πέσουν στο νερό, μήπως τους φάνε οι φώκιες. Αν βουτούσε ένας μόνο, οι υπόλοιποι θα μάθαιναν αν υπάρχουν φώκιες ή όχι. Φυσικά, κανένας δεν θέλει να γίνει πειραματόζωο. Έτσι περιμένουν, και καμιά φορά κάποιος επιχειρεί να σπρώξει τον διπλανό του μέσα στο νερό.

Συνηθέστερα, η εγωιστική συμπεριφορά συνίσταται στην άρνηση διαμοιρασμού ενός πολύτιμου εφοδίου, όπως π.χ. τροφής, επικράτειας ή ερωτικών συντρόφων. Θα δώσουμε τώρα μερικά παραδείγματα φαινομενικά αλτρουιστικής συμπεριφοράς.

Η συμπεριφορά των εργατριών μελισσών να κεντρίζουν όσους θέλουν να κλέψουν το μέλι είναι αποτελεσματικότερη προστασία. Όμως η μέλισσα που κεντρίζει, αυτοκτονεί. Με το κέντρισμα αποσπώνται από το σώμα της εσωτερικά όργανα και πολύ σύντομα πεθαίνει. Με την αυτοκτονία της, διέσωσε τα ζωτικής σημασίας αποθέματα τροφής της κοινότητας αλλά η ίδια δεν θα απολαύσει τα οφέλη. Σύμφωνα με τον ορισμό μας, αυτή είναι πράξη αλτρουιστικής συμπεριφοράς. Θυμηθείτε ότι δεν μιλάμε για συνειδητά κίνητρα. Μπορεί να υπάρχουν ή όχι (όπως και στα παραδείγματα της εγωιστικής συμπεριφοράς), είναι όμως άσχετα με τον ορισμό μας.

Το να θυσιάζει κανείς τη ζωή του για τη ζωή των φίλων του είναι προφανώς αλτρουιστική συμπεριφορά, όμως αλτρουιστική συμπεριφορά είναι επίσης όταν αναλαμβάνει κάποιο μικρό κίνδυνο γι αυτούς. Πολλά μικρά πουλιά μόλις αντιληφθούν ένα αρπακτικό, π.χ. ένα γεράκι, εκπέμπουν μια χαρακτηριστική «κραυγή κινδύνου», στο άκουσμα της οποίας όλο το κοπάδι απομακρύνεται. Είναι φανερό ότι το πουλί που δίνει το σήμα κινδύνου εκθέτει τον εαυτό του σε ιδιαίτερο κίνδυνο επειδή προσελκύει πάνω του την προσοχή του αρπακτικού. Ο επιπρόσθετος κίνδυνος είναι βέβαια ελάχιστος, αλλά, οπωσδήποτε, εκ πρώτης όψεως, σύμφωνα με τον ορισμό μας η ενέργεια του μικρού πουλιού χαρακτηρίζεται αλτρουιστική πράξη.

Οι συνηθέστερες και εμφανέστερες πράξεις αλτρουισμού στα ζώα γίνονται από τους γονείς, και ειδικότερα από τις μητέρες, για τα παιδιά τους. Οι μητέρες τα επωάζουν είτε σε φωλιές είτε μέσα στο ίδιο τους το σώμα, τα τρέφουν με τεράστιο τίμημα για τις ίδιες και διακινδυνεύουν τα πάντα για να τα προστατέψουν από τους εχθρούς τους. Αναφέρουμε μόνο ένα παράδειγμα : πολλά πουλιά που έχουν τις φωλιές τους στο έδαφος, όταν αντιληφθούν να πλησιάζει κάποιος εχθρός, λόγω χάρη μια αλεπού, εκτελούν τη λεγόμενη «επίδειξη αντιπερισπασμού». Ο γονιός απομακρύνεται κουτσαίνοντας από τη φωλιά και αφήνει να κρέμεται ένα φτερό του σαν νά 'ταν σπασμένο. Το αρπακτικό, δελεασμένο από την εικόνα ενός εύκολου θηράματος απομακρύνεται από τη φωλιά όπου βρίσκονται οι νεοσσοί. Τελικά ο γονιός παύει έγκαιρα να προσποιείται και πετά στον αέρα, ξεφεύγοντας από τα δόντια της αλεπούς. Πιθανώς να έσωσε τη ζωή των νεοσσών, αλλά διέτρεξε κάποιο κίνδυνο ο ίδιος.

Δεν προσπαθώ να βγάλω συμπεράσματα λέγοντας ιστορίες. Τα επιλεγμένα παραδείγματα ουδέποτε αποτελούν σοβαρές ενδείξεις για κάποια αξιόλογη γενίκευση. Τα παραδείγματα που χρησιμοποιώ απλώς σκοπεύουν να δείξουν τι εννοώ όταν λέω αλτρουιστική και εγωιστική συμπεριφορά σε επίπεδο ατόμων. Το βιβλίο θα δείξει με ποιό τρόπο ο ατομικός εγωισμός και ο ατομικός αλτρουισμός εξηγούνται από τον θεμελιώδη νόμο που ονομάζω *γονιδιακό εγωισμό*. Πρώτα όμως θα ασχοληθώ με μια σαφέστατα εσφαλμένη εξήγηση του αλτρουισμού, επειδή είναι ευρύτατα γνωστή και διδάσκεται ακόμη και στα σχολεία.

Αυτή η εξήγηση βασίζεται στην παρανόηση που ήδη αναφέραμε, ότι δηλαδή τα ζώντα πλάσματα εξελίσσονται για να δράσουν «για το καλό του είδους» ή «για το καλό της ομάδας». Είναι εύκολο να δούμε ότι η εν λόγω ιδέα ξεκίνησε από τη βιολογία. Το μεγαλύτερο μέρος της ζωής ενός ζώου αφιερώνεται στην αναπαραγωγή, και οι περισσότερες πράξεις αλτρουιστικής αυτοθυσίας που παρατηρούνται στη φύση γίνονται από τους γονείς για τα παιδιά τους. Η «διαίωσιση του είδους» είναι ένας συνήθης ευφημισμός της αναπαραγωγής, ενώ αναμφισβήτητα είναι *συνέπεια* της αναπαραγωγής. Δεν χρειάζεται παρά ελάχιστο τέντωμα της λογικής για να συμπεράνουμε ότι το «έργο» της αναπαραγωγής είναι η «διαίωσιση» του είδους. Κατόπιν δεν χρειάζεται παρά ένα μικρό λαθεμένο βήμα για να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι τα ζώα γενικώς συμπεριφέρονται με τέτοιο τρόπο ώστε να ευνοείται η διαίωσιση των ειδών. Ακολουθεί ο αλτρουισμός για τα συντροφικά μέλη του είδους.

Αυτή η συλλογιστική μπορεί να διατυπωθεί αόριστα με δαρβινική ορολογία. Η εξέλιξη λειτουργεί διαμέσου της φυσικής επιλογής, και φυσική επιλογή σημαίνει επιλεκτική επιβίωση του «ικανότερου». Αλλά για ποιό ικανότερο μιλάμε ; Το ικανότερο άτομο, την ικανότερη ράτσα, το ικανότερο είδος ή τι άλλο ; Σε ορισμένες περιπτώσεις αυτό δεν έχει μεγάλη σημασία, είναι όμως καθοριστικό όταν μιλάμε για αλτρουισμό. Αν πρόκειται για ανταγωνισμό ειδών στον αγώνα που ο Δαρβίνος ονόμασε αγώνα για την επιβίωση, τότε το άτομο πρέπει να θεωρηθεί πόνι του παιχνιδιού που πρέπει να θυσιαστεί όταν το απαιτεί το γενικότερο συμφέρον του είδους ως συνόλου. Με κάπως σοβαρότερη διατύπωση, μια ομάδα (ένα είδος ή ένας πληθυσμός μέσα σ' ένα είδος) που τα μεμονωμένα μέλη είναι πρόθυμα να θυσιαστούν για το καλό της, έχει λιγότερες πιθανότητες να εξαφανιστεί από μια ανταγωνιστική ομάδα που τα άτομά της δίνουν προτεραιότητα στα εγωιστικά τους συμφέροντα. Κατά συνέπεια, ο κόσμος θα περιλαμβάνει κυρίως ομάδες αποτελούμενες από άτομα έτοιμα να θυσιαστούν. Αυτή είναι η θεωρία της «επιλογής ομάδων» [αναφέρεται και ως «ομαδική επιλογή» Σ.τ.μ.] που δέχονταν για καιρό όσοι βιολόγοι δεν ήταν εξοικειωμένοι με τις λεπτομέρειες της εξελικτικής θεωρίας. Η θεωρία αυτή δημοσιεύτηκε σε ένα διάσημο βιβλίο του V.C. Wynne-Edwards και εκλαϊκεύτηκε από τον Robert Ardrey με το έργο του *Η κοινωνική σύμβαση*. Η ορθόδοξη αντίθετη άποψη συνήθως ονομάζεται «επιλογή ατόμων» ή «ατομική επιλογή» αν και εγώ προτιμώ να την ονομάζω «γονιδιακή επιλογή».

Στην παραπάνω συλλογιστική, ο υποστηρικτής της «ατομικής επιλογής» ίσως θα έδινε την ακόλουθη απάντηση : Ακόμη και σε μια ομάδα αλτρουιστών είναι σχεδόν σίγουρο ότι θα υπάρχει

μια μειονότητα που θα αρνείται να κάνει οποιαδήποτε θυσία. Αν υπάρχει έστω και ένας αντάρτης εγωιστής έτοιμος να εκμεταλλευτεί τον αλτρουισμό των άλλων, τότε, εξ ορισμού, είναι πολύ πιθανό να επιβιώσει και να αποκτήσει απογόνους. Κάθε παιδί του θα έχει την τάση να κληρονομήσει τα εγωιστικά χαρακτηριστικά του γονιού του. Μετά από μερικές γενεές διαμέσου αυτής της φυσικής επιλογής η «αλτρουιστική ομάδα» θα αποτελείται κυρίως από εγωιστικά άτομα και δεν θα διακρίνεται από μια «εγωιστική ομάδα». Ακόμη κι αν δεχτούμε την απίθανη περίπτωση να υπάρχουν αρχικά αμιγώς αλτρουιστικές ομάδες χωρίς κανένα αντάρτη εγωιστή, δεν βλέπουμε τον λόγο που θα εμπόδιζε εγωιστικά άτομα γειτονικών εγωιστικών ομάδων να διεισδύσουν, και τα οποία με ενδογαμία να μολύνουν την καθαρότητα των αλτρουιστικών ομάδων.

Ο υποστηρικτής της ατομικής επιλογής θα δεχόταν ότι ομάδες πράγματι μπορεί να εκλείψουν και ότι μια ομάδα, είτε εξαφανιστεί είτε όχι, επηρεάζεται από τη συμπεριφορά των μεμονωμένων ατόμων της. Θα μπορούσε ακόμη να παραδεχτεί ότι αν σε μια ομάδα μόνο τα μεμονωμένα άτομα είχαν το χάρισμα της πρόβλεψης, θα μπορούσαν να δουν το μακροπρόθεσμο συμφέρον τους και να εμποδίσουν την καταστροφή όλης της ομάδας περιορίζοντας την εγωιστική τους απληστία. (Αραγε πόσες φορές τα τελευταία χρόνια ειπώθηκε κάτι τέτοιο στους βρετανούς εργαζομένους ;). Όμως η εξαφάνιση μιας ομάδας είναι αργή διαδικασία συγκριτικά με τους ταχείς διαξιφισμούς του ατομικού ανταγωνισμού. Ακόμη και όταν η ομάδα παίρνει αργά τον αδυσώπητο κατήφορο, τα εγωιστικά άτομα βραχυπρόθεσμα ευημερούν εις βάρος των αλτρουιστών. Μπορεί οι πολίτες της Βρετανίας να έχουν ή όχι το χάρισμα της πρόβλεψης, η εξέλιξη όμως είναι τυφλή ως προς το μέλλον.

Η θεωρία της επιλογής ομάδων ελάχιστα υποστηρίζεται σήμερα από τους ειδικούς βιολόγους που κατανοούν την εξέλιξη, εντούτοις έχει μεγάλη διαισθητική έλξη. Αλλεπάλληλες γενεές σπουδαστών της ζωολογίας ξαφνιάζονταν όταν, βγαίνοντας από το πανεπιστήμιο, διαπίστωναν ότι η επιλογή ομάδων δεν είναι η ορθόδοξη άποψη. Κανείς δεν μπορεί να τους κατηγορήσει γι' αυτό. Στον οδηγό βιολογίας «Nuffield» (απευθύνεται σε καθηγητές που διδάσκουν στα σχολεία της Βρετανίας βιολογία σε προχωρημένο επίπεδο) διαβάζουμε τα εξής : «Στα ανώτερα ζώα, για να διασφαλιστεί η επιβίωση του είδους, η συμπεριφορά είναι δυνατό να πάρει τη μορφή ατομικής αυτοθυσίας». Ο ανώνυμος συγγραφέας του οδηγού αγνοεί μακαρίως το γεγονός ότι λέει κάτι που αμφισβητείται. Απ' αυτή την άποψη ανήκει στην παρέα των τιμημένων με βραβείο Νόμπελ [ένας απ' αυτούς είναι ο K. Lorenz (Σ.τ.μ.)]. Ο Konrad Lorenz στο βιβλίο του *Επιθετικότητα*, μιλά για το «είδος που διαιωνίζει» λειτουργίες επιθετικής συμπεριφοράς, μία από τις οποίες είναι να επιτρέπεται να μεγαλώνουν μόνο τα ικανότερα άτομα. Αυτό είναι αριστούργημα φαύλου κύκλου, όμως εδώ θέλω να τονίσω πως η ιδέα της επιλογής ομάδων είναι τόσο βαθιά ριζωμένη ώστε ο Lorenz όπως και ο συγγραφέας του οδηγού «Nuffield» προφανώς δεν κατάλαβε ότι οι προτάσεις του αντιτίθενται στην ορθόδοξη δαρβινική θεωρία.

Ακουσα πρόσφατα ένα απολαυστικό παράδειγμα γι' αυτό το θέμα σ' ένα θαυμάσιο κατά τα άλλα τηλεοπτικό πρόγραμμα του BBC για τις αράχνες της Αυστραλίας. Η «ειδικός» του προγράμματος παρατήρησε ότι η μεγάλη πλειονότητα των μωρών-αραχνών καταλήγει λεία άλλων ειδών και συνέχισε : «Ίσως αυτό να είναι ο πραγματικός σκοπός της ύπαρξής τους, εφόσον για να διατηρηθεί το είδος δεν χρειάζεται παρά να επιβιώσουν μόνο λίγες αράχνες !».

Ο Robert Ardrey στο βιβλίο του *Η κοινωνική σύμβαση* χρησιμοποίησε τη θεωρία της επιλογής ομάδων για να εξηγήσει γενικά την κοινωνική τάξη στο σύνολό της. Θεωρεί τον άνθρωπο ως είδος που απομακρύνθηκε σαφώς από το δρόμο της ζωώδους ηθικής. Στο κάτω κάτω ο Ardrey έκανε την επιλογή του. Η απόφασή του να διαφωνήσει με την ορθόδοξη θεωρία ήταν συνειδητή κι αυτό εγγράφεται στο ενεργητικό του.

Μια από τις αιτίες της μεγάλης έλξης που ασκεί η θεωρία της επιλογής ομάδων είναι ίσως ότι συμφωνεί απόλυτα με τις ηθικές και τις πολιτικές ιδέες των περισσοτέρων μας. Μπορεί συχνά να συμπεριφερόμαστε εγωιστικά ως άτομα, όμως στις πιο ιδεαλιστικές στιγμές μας τιμούμε και θαυμάζουμε όσους θέτουν πάνω απ' όλα το καλό των άλλων. Εντούτοις μπερδεύομαστε λιγάκι

όταν θέλουμε να προσδιορίσουμε ποιό ακριβώς είναι οι «άλλοι». Συχνά ο αλτρονισμός μέσα σε μια ομάδα συμβαδίζει με τον εγωισμό ανάμεσα σε ομάδες. Αυτό αποτελεί βασικό στοιχείο του συνδικαλισμού. Σε άλλο επίπεδο, το έθνος είναι ο μέγας ευεργετούμενος από την αλτρονιστική αυτοθυσία μας, και περιμένουμε νέοι άνθρωποι ως μεμονωμένα άτομα να σκοτώνονται για τη δόξα της πατρίδας τους ως σύνολο. Επιπλέον, ως στρατιώτες ενθαρρύνονται να σκοτώνουν άλλους ανθρώπους, που τους είναι εντελώς άγνωστοι, μόνο και μόνο επειδή ανήκουν σε άλλο έθνος. (Είναι πολύ περίεργο που οι εν καιρώ ειρήνης εκκλήσεις να δεχτούν τα μεμονωμένα άτομα να θυσιάσουν κάτι από την καλοπέρασή τους είναι λιγότερο αποτελεσματικές από τις εκκλήσεις να θυσιάσουν την ίδια τη ζωή τους εν καιρώ πολέμου).

Πρόσφατα αναπτύχθηκε ένα κίνημα εναντίον του ρατσισμού και του σωβινισμού, και μια τάση να θεωρηθεί ολόκληρο το ανθρώπινο γένος ως αντικείμενο αδελφικών αισθημάτων. Αυτή η πανανθρώπινη διερεύνηση του αντικείμενου του αλτρονισμού μας έχει την ενδιαφέρουσα συνέπεια ότι φαίνεται να ενισχύει την ιδέα «για το καλό του είδους». Οι φιλελεύθεροι πολιτικοί, που συνήθως είναι οι θερμότεροι συνήγοροι της ηθικής του είδους, συχνά χλευάζουν όσους διεύρυναν λίγο περισσότερο τον αλτρονισμό τους ώστε να συμπεριλάβει και άλλα είδη. Αν ισχυριστώ πως ενδιαφέρομαι περισσότερο να μην εξοντωθούν οι μεγάλες φάλαινες απ' όσο να βελτιωθούν οι οικιστικές συνθήκες των ανθρώπων, είναι πιθανό να ενοχλήσω μερικούς φίλους μου.

Είναι παλιό και βαθύ το συναίσθημα ότι τα μέλη του είδους μας δικαιούνται ειδικής ηθικής φροντίδας συγκριτικά με τα μέλη άλλων ειδών. Η ανθρωποκτονία εν καιρών ειρήνης θεωρείται ως το σοβαρότερο από τα διαπραττόμενα εγκλήματα. Η αυστηρότερα απαγορευμένη από τον πολιτισμό μας πράξη είναι η ανθρωποφαγία (ακόμη και όταν πρόκειται για πτώματα). Εντούτοις απολαμβάνουμε τρώγοντας μέλη άλλων ειδών. Πολλοί αποστρέφονται την εκτέλεση ακόμη και των χειρότερων κακούργων, ενώ επιδοκιμάζουν με ευχαρίστηση τη χωρίς δίκη θανάτωση εντελώς άκακων ζώων. Φτάνουμε να σκοτώνουμε ακόμη και αβλαβή ζώα άλλων ειδών χάριν αναψυχής ή διασκέδασης. Ένα ανθρώπινο έμβρυο, που τα ανθρώπινα αισθήματά του δεν είναι ανώτερα από μιας αμοιβάδας, απολαμβάνει σεβασμό και νομική προστασία σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από έναν ενήλικο χιμπατζή. Κι όμως, ο χιμπατζής αισθάνεται και σκέφτεται, και (σύμφωνα με πρόσφατες πειραματικές μαρτυρίες) μπορεί ακόμη και να μάθει ένα είδος ανθρώπινης γλώσσας. Επειδή το έμβρυο ανήκει στο δικό μας είδος αποκτά αυτομάτως ειδικά προνόμια και δικαιώματα. Δεν ξέρω αν η ηθική του «υπεράνω όλων το είδος», [σπεσισμός (speciesism) είναι ο όρος που πρότεινε ο Richard Ryder], έχει υγιέστερα λογικά ερείσματα από την ηθική του ρατσισμού. Ξέρω όμως ότι δεν έχει θέση στην εξελικτική βιολογία.

Η σύγχυση που υφίσταται στην ανθρώπινη ηθική σχετικά με το επίπεδο όπου πρέπει να ασκείται ο αλτρονισμός (οικογένεια, έθνος, φυλή, είδος ή το σύνολο των ζωντανών πλασμάτων) αντανακλάται στη βιολογία με μια παράλληλη σύγχυση σχετικά με το επίπεδο όπου περιμένουμε να ασκείται σύμφωνα με την εξελικτική θεωρία ο αλτρονισμός. Ακόμη και ο υποστηρικτής της επιλογής ομάδων δεν θα έπρεπε να εκπλαγεί αν έβρισκε μέλη αντίπαλων ομάδων του ίδιου είδους να συμπεριφέρονται άσχημα μεταξύ τους : για παράδειγμα, οι συνδικαλιστές ή οι στρατιώτες ευνοούν τη δική τους ομάδα στον αγώνα για την απόκτηση ορισμένων αγαθών. Όμως τότε αξίζει να ρωτήσουμε με ποιό τρόπο ο υποστηρικτής της επιλογής ομάδων αποφαινεται ποιο είναι το σημαντικό επίπεδο. Αν η επιλογή λειτουργεί μεταξύ ομάδων του ίδιου είδους, και μεταξύ ακόμη μεγαλύτερων ομάδων ; Τα είδη ομαδοποιούνται σε γένη, τα γένη σε οικογένειες, οι οικογένειες σε τάξεις. Τα λιοντάρια και οι αντιλόπες ανήκουν στην τάξη των θηλαστικών, όπως άλλωστε και εμείς. Δεν πρέπει λοιπόν να περιμένουμε ότι τα λιοντάρια δεν θα σκοτώνουν τις αντιλόπες «για το καλό των θηλαστικών» ; Βέβαια, για να μην εξαφανιστεί η τάξη θα κυνηγούσαν πουλιά ή ερπετά. Αλλά τότε τι να πούμε για την ανάγκη διαίωσης όλης της ομοταξίας των σπονδυλωτών ;

Είναι πολύ εύκολο να εφαρμόσω τη μέθοδο της εις «άτοπον απαγωγής» και να εντοπίσω τις δυσκολίες που έχει η θεωρία της επιλογής ομάδων, όμως παραμένει το πρόβλημα να εξηγηθεί η

φαινομενική ύπαρξη ατομικού αλτρουισμού. Ο Ardrey προχωρεί τόσο ώστε να λέει ότι η επιλογή ομάδων είναι η μόνη πιθανή εξήγηση της συμπεριφοράς, όπως αυτή που δείχνουν τα πηδήματα που κάνουν οι γαζέλες του Thomson. Αυτά τα ζωηρά και ευδιάκριτα πηδήματα μπροστά σ' ένα αρπακτικό είναι ανάλογα με τις κραυγές κινδύνου των πουλιών επειδή φαίνεται να προειδοποιούν τους συντρόφους τους για τον κίνδυνο, ενώ προφανώς η προσοχή του αρπακτικού στρέφεται στη γαζέλα που χοροπηδά. Πρέπει να εξηγήσουμε με υπευθυνότητα αυτές τις σπασμωδικές κινήσεις και όλα τα παρόμοια φαινόμενα, κι αυτό προτίθεται να κάνω σε επόμενα κεφάλαια.

Προηγουμένως, όμως, πρέπει να θεμελιώσω την άποψή μου ότι ο καλύτερος τρόπος για να εξετάσουμε την εξέλιξη είναι να εφαρμόσουμε την ιδέα της επιλογής στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο. Στη διαμόρφωση αυτής της άποψης επηρεάστηκα σε μεγάλο βαθμό από το εξαιρετο βιβλίο του G.C. Williams *Προσαρμογή και φυσική επιλογή*. Η βασική ιδέα στην οποία θα στηριχτώ πρωτοδιατυπώθηκε στις «προγονιδιακές» μέρες, στην αρχή του αιώνα, από τον A. Weismann – είναι η δοξασία του για τη «συνέχεια του πλάσματος-σπέρματος». Θα υποστηρίξω ότι η θεμελιώδης μονάδα επιλογής, και συνεπώς ατομικού συμφέροντος, δεν είναι το είδος ούτε η ομάδα ούτε ακόμη (με αυστηρή έννοια) το άτομο. Είναι το γονίδιο, η μονάδα κληρονομικότητας. Εκ πρώτης όψεως αυτή η άποψη μπορεί να φανεί ακραία σε μερικούς βιολόγους. Ελπίζω πως όταν αντιληφθούν το νόημα που της δίνω, θα συμφωνήσουν ότι ουσιαστικά αυτή είναι η ορθόδοξη άποψη, έστω κι αν εκφράζεται με ασυνήθιστο τρόπο. Επειδή η επιχειρηματολογία χρειάζεται χρόνο για να αναπτυχθεί, πρέπει να ξεκινήσουμε από την προέλευση της ίδιας της ζωής.

2. ΤΑ ΑΝΤΙΓΡΑΦΙΚΑ ΜΟΡΙΑ

Στην αρχή υπήρχε απλότητα. Είναι αρκετά δύσκολο να εξηγηθεί πως ξεκίνησε ένα έστω και απλό Σύμπαν. Δέχομαι ότι είναι ακόμη δυσκολότερο να εξηγήσουμε την ξαφνική εμφάνιση μεγάλης τάξης – της ζωής, ή την ύπαρξη ενός όντος ικανού να δημιουργήσει ζωή. Η θεωρία του Δαρβίνου για την εξέλιξη διαμέσου της φυσικής επιλογής είναι ικανοποιητική επειδή μας δείχνει έναν τρόπο με τον οποίο η απλότητα μετατρέπεται σε πολυπλοκότητα : τα ατάκτως κινούμενα άτομα συνενώνονται σε ολοένα πολυπλοκότερες δομές για να δημιουργήσουν τελικά ανθρώπους. Ο Δαρβίνος έδωσε τη λογικότερη λύση απ' όλες τις λύσεις που έχουν προταθεί ως τώρα για το βαθύ πρόβλημα της ύπαρξής μας. Θα προσπαθήσω να εξηγήσω αυτή τη μεγάλη θεωρία σε πλαίσιο γενικότερο απ' ότι συνηθίζεται, αρχίζοντας από την εποχή που δεν είχε ξεκινήσει ακόμη η εξέλιξη.

Η ιδέα του Δαρβίνου για την «επιβίωση του ικανότερου» είναι ουσιαστικά ειδική περίπτωση ενός γενικότερου νόμου, του νόμου της *επιβίωσης του σταθερού*. Το σύμπαν είναι γεμάτο σταθερά πράγματα. Ένα σταθερό πράγμα είναι μια συλλογή ατόμων αρκετά μόνιμη ή αρκετά συνηθισμένη ώστε να δικαιολογεί κάποια ονομασία. Μπορεί να είναι μια συλλογή συγκεκριμένων ατόμων όπως το Ματερχόρν [ωραιότατη κορυφή των Άλπεων στα σύνορα της Ελβετίας και Ιταλίας, με χαρακτηριστικό σχήμα κέρατος ύψους 4.478 μέτρα (Σ.τ.μ.)], που εξακολουθεί να υπάρχει τόσο καιρό ώστε να αξίζει να έχει ένα όνομα. Μπορεί επίσης να είναι μια κατηγορία πραγμάτων όπως το σύνολο των σταγόνων της βροχής που δημιουργούνται με αρκετά γρήγορο ρυθμό ώστε να επιτρέπεται να τους δώσουμε ένα συλλογικό όνομα, μολοντί ο χρόνος ζωής της καθεμιάς είναι πολύ μικρός. Τα πράγματα που βλέπουμε γύρω μας και νομίζουμε ότι χρειάζονται κάποια εξήγηση (βράχοι, γαλαξίες, κύματα κ.ά.) είναι λίγο πολύ σταθερά συγκροτήματα ατόμων. Οι σαπουνόφουσκες γίνονται σφαιρικές επειδή αυτό είναι το σταθερό σχήμα των λεπτών υμενίων που περιέχουν αέριο. Σ' ένα διαστημόπλοιο, το νερό είναι ευσταθές με τη μορφή σφαιριδίων, ενώ στη Γη, λόγω της βαρύτητας, η ευσταθής επιφάνεια για το ακίνητο νερό είναι επίπεδη και οριζόντια. Οι κρύσταλλοι του αλατιού παίρνουν τη μορφή κύβων γιατί αυτός είναι ο σταθερός τρόπος που μπορούν να συνδεθούν τα ιόντα νατρίου και χλωρίου. Στον Ήλιο, τα απλούστερα όλων, τα άτομα υδρογόνου συντήκονται και σχηματίζουν άτομα ηλίου, επειδή στις συνθήκες που επικρατούν εκεί τα άτομα ηλίου είναι τα ευσταθέστερα. Αλλά πολυπλοκότερα άτομα σχηματίζονται στο εσωτερικό των άστρων σε όλο το Σύμπαν ή σχηματίστηκαν κατά τη Μεγάλη Εκρηξη, η οποία, σύμφωνα με την επικρατέστερη θεωρία, υπήρξε η αρχή της δημιουργίας του Σύμπαντος και από αυτήν προήλθαν τα χημικά στοιχεία του κόσμου μας.

Μερικές φορές, όταν συναντούνται τα άτομα, συνδέονται μεταξύ τους με χημικούς δεσμούς και σχηματίζουν μόρια περισσότερο ή λιγότερο σταθερά. Αυτά τα μόρια μπορεί να είναι πολύ μεγάλα. Ένας κρύσταλλος διαμαντιού μπορεί να θεωρηθεί ως ένα και μόνο μόριο με παροιμιώδη ευστάθεια, αλλά και απλούστατο, αφού η εσωτερική δομή του είναι συνεχείς επαναλήψεις μιας απλής διάταξης ατόμων. Στους σύγχρονους ζωντανούς οργανισμούς υπάρχουν εξαιρετικά πολύπλοκα μεγαλομόρια που η πολυπλοκότητά τους εμφανίζεται σε διαφορετικά επίπεδα. Η αιμοσφαιρίνη που υπάρχει στο αίμα μας είναι ένα τυπικό πρωτεϊνικό μόριο αποτελούμενο από αλυσίδες αμινοξέων, δηλαδή μικρών μορίων που το καθένα τους περιλαμβάνει λίγες δεκάδες άτομα διατεταγμένα με καθορισμένο τρόπο. Σ' ένα μόριο αιμοσφαιρίνης υπάρχουν 574 μόρια αμινοξέων. Αυτά τα μόρια είναι διατεταγμένα σε 4 συνεστραμμένες αλυσίδες και σχηματίζουν μια σφαιρική τρισδιάστατη δομή εκπληκτικής πολυπλοκότητας. Ένα μοντέλο του μορίου της αιμοσφαιρίνης μοιάζει με πυκνό αγκαθωτό θάμνο. Όμως, αντίθετα με τον πραγματικό θάμνο, δεν έχει οποιοδήποτε τυχαίο σχήμα αλλά μια καθορισμένη σταθερή δομή που επαναλαμβάνεται ακριβώς η ίδια χωρίς καμιά παρέκκλιση περίπου 6.000 εκατομμύρια εκατομμύρια φορές σ' ένα μέσο ανθρώπινο σώμα. Το ακριβές θαμνοειδές σχήμα ενός πρωτεϊνικού μορίου, όπως η αιμοσφαιρίνη, είναι σταθερό, με την έννοια ότι δύο αλυσίδες αποτελούμενες από τις ίδιες

ακολουθίες αμινοξέων είναι τοποθετημένες, σαν δύο ελατήρια, στις ίδιες ακριβώς θέσεις στο τρισδιάστατο περιελιγμένο συγκρότημα. Στο σώμα σας, οι θάμνοι της αιμοσφαιρίνης σχηματίζονται με το «καθορισμένο» σχήμα τους με ρυθμό 400.000.000 εκατομμύρια φορές το δευτερόλεπτο, ενώ άλλοι καταστρέφονται με τον ίδιο ρυθμό.

Η αιμοσφαιρίνη είναι ένα σύγχρονο μόριο που το χρησιμοποιήσαμε ως παράδειγμα για να δείξουμε τη βασική αρχή ότι τα άτομα έχουν τη τάση να αποκτούν σταθερές διατάξεις. Αυτό που μας ενδιαφέρει εδώ είναι ότι πριν από την εμφάνιση της ζωής στη Γη, ήταν δυνατό να συμβεί κάποια στοιχειώδης μοριακή εξέλιξη με κανονικές φυσικές και χημικές διαδικασίες. Δεν χρειάζεται να φανταστούμε καμμιά κατευθυντήρια γραμμή ή σκοπιμότητα. Αν, παρουσία ενέργειας, μια ομάδα ατόμων αποκτήσει σταθερή διάταξη, θα έχει την τάση να τη διατηρήσει. Η αρχική μορφή φυσικής επιλογής ήταν, απλούστατα, η διατήρηση των σταθερών μορφών και η εξαφάνιση των ασταθών. Σ' αυτό δεν υπάρχει τίποτε το μυστηριώδες. Επρεπε να συμβεί εκ των πραγμάτων.

Φυσικά, δεν συνεπάγεται ότι χρησιμοποιώντας ακριβώς τις ίδιες αρχές από μόνες τους μπορούμε να εξηγήσουμε την ύπαρξη πολύπλοκων πραγμάτων, όπως ο άνθρωπος. Δεν αρκεί να πάρουμε τον σωστό αριθμό χημικών ατόμων, να τα ανακατέψουμε, μαζί με κάποια εξωτερική ενέργεια, ώσπου να πάρουν την κατάλληλη διάταξη, και να περιμένουμε να εμφανιστεί ο Αδάμ ! Μ' αυτόν τον τρόπο μπορεί να προκύψει ένα μόριο αποτελούμενο από μερικές δεκάδες άτομα αλλά ο άνθρωπος αποτελείται από χιλιάδες εκατομμύρια εκατομμύρια εκατομμύρια άτομα. Αν επιχειρούσαμε να φτιάξουμε έναν άνθρωπο θα χρειαζόταν να ανακατεύουμε τον βιοχημικό αναδευτήρα μας για τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα που η ηλικία του Σύμπαντος θα φαινόταν μπροστά του σαν αστραπή. Αλλά και πάλι δεν θα τα καταφέρναμε. Σ' αυτό ακριβώς το σημείο έρχεται να βοηθήσει η θεωρία του Δαρβίνου στη γενικότερη μορφή της. Η θεωρία εφαρμόζεται εκεί όπου σταματά η ιστορία της αργής σύνθεσης μορίων.

Η εξήγηση της καταγωγής της ζωής που θα δώσω, είναι κατ' ανάγκη θεωρητική. Σίγουρα δεν υπήρχε κανείς εκεί για να δει τι συνέβη. Υπάρχουν και άλλες θεωρίες, όλες όμως έχουν μερικά κοινά χαρακτηριστικά. Η απλουστευμένη εξήγηση που θα δώσω ίσως να μην απέχει πολύ από την αλήθεια.

Δεν ξέρουμε τις χημικές πρώτες ύλες που βρίσκονταν άφθονες στη Γη πριν από την εμφάνιση της ζωής. Πιθανότατα υπήρξε νερό, διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο και αμμωνία : όλες είναι απλές χημικές ενώσεις που υπάρχουν και σε μερικούς πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος. Οι χημικοί προσπάθησαν να απομιμηθούν τις χημικές συνθήκες που επικρατούσαν στη νεαρή Γη. Τοποθέτησαν αυτές τις απλές ουσίες σε μια φιάλη και την τροφοδότησαν με υπερϊώδη ακτινοβολία ή με ηλεκτρικούς σπινθήρες – τεχνητή απομίμηση των αρχέγονων αστραπών. Υστερα από μερικές εβδομάδες, μέσα στη φιάλη παρατηρείται συνήθως κάτι το ενδιαφέρον : ένα σκουρόχρωμο υγρό που περιέχει πολλά μόρια πολύπλοκότερα από τα αρχικά. Ειδικότερα, βρέθηκαν αμινοξέα – οι δομικοί λίθοι των πρωτεϊνών – , που συνιστούν μία από τις δύο μεγάλες κατηγορίες βιολογικών μορίων. Πριν από αυτά τα πειράματα, η απλή ύπαρξη αμινοξέων αποτελούσε τεκμήριο παρουσίας ζωής. Αν είχαν ανιχνευτεί, λόγου χάρη, μόρια αμινοξέων στον Αρη, θα ήταν σχεδόν βέβαιο ότι υπάρχει ζωή εκεί. Τώρα όμως, η ύπαρξή τους σημαίνει απλώς την παρουσία ορισμένων απλών αερίων στην ατμόσφαιρα, μερικών ηφαιστειών, ηλιακού φωτός ή καταιγίδων. Πρόσφατα, με εργαστηριακές απομιμήσεις των χημικών συνθηκών που επικρατούσαν στη Γη πριν από την εμφάνιση της ζωής, προέκυψαν οργανικές ουσίες που ονομάζονται πουρίνες και πυριμιδίνες που είναι οι δομικοί λίθοι του ίδιου του γενετικού μορίου DNA [δεσοξυριβοζονουκλεϊνικό οξύ].

Με ανάλογες διαδικασίες δημιουργήθηκε η «αρχέγονη σούπα» η οποία, όπως πιστεύουν οι βιολόγοι και οι χημικοί, συνιστούσε τις θάλασσες πριν από 3 ή 4.000.000.000 χρόνια. Οι οργανικές ουσίες συμπυκνώθηκαν τοπικά, πιθανώς σε ξηραϊνόμενες λιμνούλες ή αποθέτονταν στις ακτές σε μικρές αιωρούμενες σταγόνες. Με την περαιτέρω επίδραση ενέργειας, λόγου χάρη

της υπεριάδους ακτινοβολίας του Ηλιου, ενώνονταν σε μεγαλύτερα μόρια. Σήμερα δεν θα ήταν δυνατό να διατηρηθούν για αρκετό χρόνο μεγάλα οργανικά μόρια : βακτήρια και άλλα ζωντανά πλάσματα γρήγορα θα τα απορροφούσαν και κατόπιν θα τα διασπούσαν. Αλλά τα βακτήρια και όλοι εμείς οι άλλοι είμαστε νεοφερμένοι, ενώ εκείνες τις μέρες τα οργανικά μεγαλομόρια μπορούσαν να κινούνται ανεμπόδιστα μέσα στη σούπα, που γινόταν όλο και πυκνότερη.

Κάποτε, εντελώς τυχαία σχηματίστηκε ένα ιδιαίτερα σημαντικό μόριο. Θα το ονομάσουμε *αυτοαντιγραφέα* [μερικές φορές θα αναφέρεται ως αντιγραφέας ή αντιγραφικό μόριο]. Μπορεί να μην ήταν απαραίτητος το μεγαλύτερο ή το πολυπλοκότερο μόριο, είχε όμως την εκπληκτική ιδιότητα να κατασκευάζει αντίγραφα του εαυτού του. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί εντελώς απίθανο συμβάν. Και ήταν. Ήταν εξαιρετικά απίθανο. Στη ζωή ενός ανθρώπου πράγματα τόσο απίθανα μπορεί να χαρακτηριστούν πρακτικώς αδύνατα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο δεν θα κερδίσετε μεγάλα ποσά στο ΠΡΟ-ΠΟ. Όμως, οι άνθρωποι, στις κρίσεις τους για το τι είναι δυνατό και τι αδύνατο, δεν συνηθίζουν να παίρνουν υπόψη τους χρονικά διαστήματα εκατοντάδων εκατομμυρίων χρόνων. Αν συμπληρώνετε δελτία ΠΡΟ-ΠΟ κάθε εβδομάδα για 100.000.000 χρόνια, θα ήταν πολύ πιθανό να πιάσετε τη καλή πολλές φορές.

Στην πραγματικότητα, δεν είναι τόσο δύσκολο (όσο φαίνεται εκ πρώτης όψεως) να φανταστεί κανείς ένα μόριο που να κατασκευάζει αντίγραφα του εαυτού του. Αρκεί να παρουσιαζόταν μια φορά μόνο. Φανταστείτε τον αυτοαντιγραφέα σαν καλούπι ή οδηγό. Φανταστείτε τον σαν ένα μεγάλο μόριο αποτελούμενο από μια πολύπλοκη αλυσίδα μικρών μορίων διαφορετικών ειδών, τα οποία είναι οι δομικοί λίθοι του. Οι δομικοί λίθοι βρίσκονται σε αφθονία μέσα στη σούπα που περιβάλλει τον αυτοαντιγραφέα. Υποθέστε τώρα ότι κάθε δομικός λίθος του μεγαλομορίου έχει κάποια συγγένεια με έναν όμοιό του. Τότε, όταν κάποιος δομικός λίθος της «σούπας» πλησιάσει στο τμήμα του φωτοαντιγραφέα με το οποίο έχει τη συγγένεια, θα τείνει να προσκολληθεί εκεί. Οι δομικοί λίθοι που κολλούν μ' αυτόν τον τρόπο θα αποτελέσουν αυτόματα μια διάταξη μορίων πανομοιότυπη με τον ίδιο τον αυτοαντιγραφέα. Δεν είναι δύσκολο λοιπόν να φανταστούμε ότι αυτά τα μικρά μόρια ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν μια σταθερή αλυσίδα, όπως ακριβώς σχηματίστηκε η αλυσίδα του αρχικού αυτοαντιγραφέα. Αυτή η διαδικασία θα μπορούσε να συνεχιστεί με συνεχές στοίβαγμα στρώματος πάνω σε στρώμα. Αυτός είναι ο μηχανισμός σχηματισμού των κρυστάλλων. Θα μπορούσε, όμως, οι δύο αλυσίδες να διαχωριστούν, οπότε θα είχαμε δύο ξεχωριστούς αυτοαντιγραφείς. Ο καθένας τους θα μπορούσε να συνεχίσει να φτιάχνει νέα αντίγραφα.

Ένα πολυπλοκότερο ενδεχόμενο είναι κάθε δομικός λίθος να συγγενεύει όχι με έναν όμοιό του αλλά με κάποιον άλλον διαφορετικού τύπου. Τότε ο αυτοαντιγραφέας θα λειτουργούσε ως οδηγός για την παραγωγή όχι εντελώς όμοιου αντιγράφου, αλλά κάποιου είδους «αρνητικού» του, το οποίο με τη σειρά του θα οδηγούσε στην παραγωγή ακριβούς αντιγράφου του αρχικού «θετικού». Δεν μας ενδιαφέρει εδώ αν η αρχική διαδικασία αντιγραφής ήταν «θετικό-αρνητικό» ή «θετικό-θετικό», μολονότι αξίζει να σημειωθεί ότι τα *σύγχρονα* μόρια που αντιστοιχούν στον αρχικό αυτοαντιγραφέα, δηλαδή τα μόρια DNA, κάνουν την αντιγραφή «θετικό-αρνητικό». Αυτό που μας ενδιαφέρει είναι ότι εντελώς ξαφνικά παρουσιάστηκε στον κόσμο ένα καινούργιο είδος «σταθερότητας». Είναι πιθανό, στην αρχή μέσα στην σούπα να μην υπήρχε σε αφθονία κανένα συγκεκριμένου τύπου πολύπλοκο μόριο, επειδή το κάθε μόριο σχηματιζόταν από δομικούς λίθους που κατά τύχη αποκτούσαν συγκεκριμένη σταθερή διαμόρφωση. Μόλις όμως σχηματίστηκε ο αυτοαντιγραφέας, πολυάριθμα αντίγραφα του εξαπλώθηκαν ταχύτατα στις θάλασσες, ώσπου τα μικρά μόρια που χρησίμευαν ως δομικοί λίθοι λιγόστεψαν ενώ άλλα μεγαλύτερα μόρια σχηματίζονταν όλο και σπανιότερα.

Κι έτσι φαίνεται πως φτάνουμε σ' έναν μεγάλο πληθυσμό εντελώς όμοιων αντιγράφων. Τώρα όμως πρέπει να μιλήσουμε για μια σημαντική ιδιότητα κάθε αντιγραφικής διαδικασίας : ότι δηλαδή δεν είναι απολύτως πιστή, ότι μπορεί να γίνονται λάθη. Ελπίζω να μην υπάρχουν σ' αυτό το βιβλίο τυπογραφικά λάθη, αν όμως κοιτάξετε προσεχτικά είναι πιθανό να βρείτε μερικά.

Πιθανώς να μην αλλοιώνουν σημαντικά το νόημα του κειμένου επειδή είναι λάθη «πρώτης γενεάς». Σκεφθείτε όμως την εποχή πριν από την τυπογραφία όταν τα βιβλία, όπως τα Ευαγγέλια, αντιγράφονταν με το χέρι. Όλοι οι αντιγραφείς, όσο προσεχτικοί κι αν είναι, ασφαλώς κάνουν λίγα λάθη, μερικοί μάλιστα δεν αποφεύγουν τον πειρασμό να κάνουν κάποιες μικρές «διορθώσεις». Αν όλοι αντέγραφαν από το ίδιο πρωτότυπο κείμενο, δεν θα διαστρεφόταν το νόημα σε σημαντικό βαθμό. Αν όμως τα αντίγραφα γίνονταν από άλλα αντίγραφα, που κι αυτά έγιναν από άλλα, τα λάθη θα άρχιζαν να συσσωρεύονται και να γίνονται σοβαρά. Συνηθίζουμε να θεωρούμε τα λανθασμένα αντίγραφα σαν κάτι κακό και στην περίπτωση των εγγράφων είναι δύσκολο να βρούμε παραδείγματα που τα λάθη να συνιστούν βελτιώσεις. Υποθέτω ότι οι εβδομήκοντα λόγιοι που μετέφρασαν την Παλαιά Διαθήκη εγκαινίαζαν κάτι πολύ σπουδαίο όταν μετάφραζαν λανθασμένα την εβραϊκή λέξη «νέα γυναίκα» με την ελληνική λέξη «παρθένος» ερμηνεύοντας την προφητεία : «*ιδού η παρθένος εν γαστρί έξει και τέξεται υιόν...*». Χωρίς αμφιβολία, όπως θα δούμε παρακάτω, μια λανθασμένη αντιγραφή βιολογικών μορίων μπορεί πραγματικά να προκαλέσει βελτιώσεις, και μερικά λάθη που έγιναν αποτέλεσαν σημαντικό παράγοντα για την προοδευτική εξέλιξη της ζωής. Δεν ξέρουμε επακριβώς τον τρόπο με τον οποίο τα αρχικά αντιγραφικά μόρια κατασκευάζαν τα αντίγραφά τους. Οι σύγχρονοι απόγονοί τους, τα μόρια DNA, κατασκευάζουν αντίγραφά τους με εκπληκτική ακρίβεια, η οποία συγκρίνεται με την υψηλή πιστότητα των καλύτερων αντιγραφικών μηχανημάτων που έχει κατασκευάσει ο άνθρωπος. Και αυτά όμως καμιά φορά κάνουν λάθη και σε τελευταία ανάλυση τα λάθη καθιστούν δυνατή την εξέλιξη. Ίσως τα αρχικά αντιγραφικά μόρια να έκαναν πολύ περισσότερα λάθη, αλλά δεν υπάρχει αμφιβολία πως λάθη γίνονταν, και μάλιστα ήταν αθροιστικά.

Καθώς πλήθαιναν οι λαθεμένες αντιγραφές, η αρχέγονη σούπα γέμιζε αντίγραφα που δεν ήταν όλα όμοια αλλά ποικιλίες αντιγράφων μορίων, που όλες τους ήταν «απόγονοι» του ίδιου προγόνου. Μερικές ποικιλίες ήταν πολυπληθέστερες από άλλες ; Αυτό είναι σχεδόν σίγουρο : Μερικές ποικιλίες ήταν δομικά σταθερότερες από τις υπόλοιπες . Ορισμένα μόρια, από τη στιγμή του σχηματισμού τους, θα είχαν λιγότερες πιθανότητες να διασπαστούν σε σύγκριση με κάποια άλλα. Αυτοί οι τύποι μορίων θα γίνονταν σχετικά πολυπληθέστεροι στη σούπα όχι μόνον εξαιτίας της μακροβιότητάς τους αλλά και επειδή θα είχαν στη διάθεσή τους περισσότερο χρόνο για να αυτοαναπαράγονται. Συνεπώς, τα μεγάλης μακροβιότητας αντιγραφικά μόρια έτειναν να γίνουν πολυπληθέστερα, και με τις ίδιες άλλες συνθήκες θα έπαιρναν μια «εξελικτική πορεία» για ακόμη μεγαλύτερη βιωσιμότητα στον πληθυσμό των μορίων.

Οι άλλες συνθήκες όμως πιθανώς να μην ήταν οι ίδιες. Μια άλλη ιδιότητα κάποιας ποικιλίας αναπαραγόμενων μορίων που θα ήταν σημαντικότερη για την εξάπλωσή της στον πληθυσμό ήταν η ταχύτητα αναπαραγωγής, δηλαδή η «γονιμότητά» της. Αν αντιγραφικά μόρια του τύπου Α κάνουν ένα αντίγραφο του εαυτού τους την εβδομάδα, ενώ του τύπου Β ένα την ώρα, είναι εύκολο να καταλάβουμε ότι πολύ σύντομα τα μόρια του τύπου Α θα λιγοστεύουν μολονότι θα «ζουν» περισσότερο από τα μόρια του τύπου Β. Ετσι θα προέκυπτε μια «εξελικτική πορεία» προς την κατεύθυνση των περισσότερο «γονιμων» μορίων στη σούπα. Μια τρίτη χαρακτηριστική ιδιότητα των αυτοαναπαραγόμενων μορίων που θα είχε θετικές επιλεκτικές συνέπειες είναι η πιστότητα της αντιγραφής. Αν μόρια του τύπου Χ και του τύπου Ψ έχουν την ίδια διάρκεια ζωής και αναπαραγονται με την ίδια ταχύτητα, αλλά το Χ κάνει κατά μέσο όρο ένα λάθος σε κάθε δέκα αντιγραφές ενώ το Ψ μόνο σε κάθε εκατό, προφανώς θα κυριαρχήσει το Ψ. Ετσι, στον πληθυσμό ο τύπος Χ χάνει όχι μόνο τα «λανθασμένα παιδιά» αλλά και όλους τους απογόνους τους, πραγματικούς ή δυνητικούς.

Τώρα που ξέρετε μερικά πράγματα για την εξέλιξη ίσως να βρείτε κάπως παράδοξο αυτό το τελευταίο σημείο. Αραγε μπορούμε να συμβιβάσουμε την ιδέα ότι τα σφάλματα κατά την αντιγραφή είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την εξέλιξη με την άποψη ότι η φυσική επιλογή ευνοεί την υψηλή πιστότητα των αντιγράφων ; Η απάντηση είναι ότι παρ' όλο που η εξέλιξη θεωρείται αόριστα ως «κάτι καλό», ειδικότερα επειδή είμαστε προϊόν της, στην πραγματικότητα

τίποτε δεν «θέλει» να εξελιχθεί. Η εξέλιξη αποτελεί γεγονός είτε το θέλουμε είτε όχι παρ' όλες τις προσπάθειες των αντιγραφικών μορίων (των σημερινών *γονιδίων*) να την εμποδίσουν. Ο Jacques Monod, στη διάλεξη που έδωσε προς τιμήν του Herbert Spencer [Αγγλος θετικιστής φιλόσοφος υπέρμαχος της εξελικτικής θεωρίας (1820-1903) (Σ.τ.μ.)], αποσαφήνισε θαυμάσια αυτό το σημείο με την πικρή παρατήρηση «Άλλη μια περιέργη άποψη της θεωρίας της εξέλιξης είναι ότι όλοι νομίζουν πως την έχουν κατανοήσει!».

Ας επιστρέψουμε όμως στην αρχέγονη σούπα, όπου πρέπει να υπήρχαν σταθερές ποικιλίες μορίων. Σταθερές είτε με την έννοια ότι τα μόρια παρέμεναν για πολύ αμετάβλητα ή αντιγράφονταν γρήγορα ή αντιγράφονταν με ακρίβεια. Οι εξελικτικές τάσεις προς αυτά τα τρία είδη σταθερότητας πραγματοποιούνταν με την ακόλουθη έννοια : αν κάνετε δειγματοληψία της σούπας σε δύο διαφορετικές εποχές, το τελευταίο δείγμα θα περιείχε σε μεγαλύτερη αναλογία ποικιλίες με υψηλή διάρκεια / γονιμότητα / πιστότητα αντιγραφής. Αυτό ακριβώς εννοεί ο βιολόγος όταν μιλά για εξέλιξη ζωντανών πλασμάτων, και η διαδικασία είναι η ίδια : η φυσική επιλογή.

Θα μπορούσαμε να αποκαλέσουμε «ζωντανά» τα πρώτα αντιγραφικά μόρια ; Ποιός σκοτίζεται γι' αυτό ; Θα μπορούσα να σας πω ότι «ο Δαρβίνος ήταν ο μεγαλύτερος από τους ανθρώπους που έζησαν ποτέ» κι εσείς να αντιτείνετε «Όχι, ήταν ο Νεύτων». Ελπίζω όμως ότι δεν θα συνεχίζαμε τη συζήτηση. Το θέμα είναι ότι απ' αυτή τη συζήτηση δεν θα προέκυπτε κανένα ουσιαστικό συμπέρασμα. Τα επιτεύγματα και η ζωή του Νεύτωνα και του Δαρβίνου παραμένουν καθ' ολοκληρίαν αναλλοίωτα συμβάντα είτε τους χαρακτηρίσουμε μεγάλους άνδρες είτε όχι. Με τον ίδιο τρόπο, η ιστορία των αντιγραφικών μορίων πιθανώς να εξελίχθηκε όπως την περιγράψω, αδιάφορο αν προτιμήσουμε να τα ονομάζουμε «ζωντανά». Οι δυσκολίες μας δημιουργούνται επειδή πολλοί δεν μπορούν να καταλάβουν ότι οι λέξεις είναι μόνο εργαλεία δουλειάς και ότι η απλή αναγραφή στα λεξικά της λέξης «ζωή» δεν σημαίνει κατ' ανάγκη κάτι εντελώς καθορισμένο στον πραγματικό κόσμο. Είτε πούμε ότι τα πρώτα αντιγραφικά μόρια ήταν «ζωντανά» είτε όχι, παραμένει το γεγονός ότι υπήρξαν οι πρόδρομοι της ζωής, οι θεμελιωτές πατέρες όλων μας.

Το επόμενο σημαντικό στοιχείο σ' αυτή τη συζήτηση, που τόνισε και ο ίδιος ο Δαρβίνος (μολονότι μιλούσε για ζώα και φυτά και όχι για μόρια), είναι ο **ανταγωνισμός**. Η αρχέγονη σούπα δεν είχε την δυνατότητα να συντηρήσει απεριόριστο αριθμό αντιγραφικών μορίων. Αυτό οφείλεται κυρίως στο πεπερασμένο μέγεθος της Γης. Αλλά και άλλοι περιοριστικοί παράγοντες πρέπει να έπαιξαν περιοριστικό ρόλο. Στην εικόνα που δώσαμε για τον αυτοαντιγράφεα, ότι δηλαδή λειτουργεί ως καλούπι ή οδηγός, υποθέσαμε ότι κολυμπούσε μέσα σε μια σούπα πλούσια σε μικρούς δομικούς λίθους, μικρά μόρια απαραίτητα για την κατασκευή αντιγράφων. Όταν όμως τα αντιγραφικά μόρια πλήθυναν, τα δομικά μόρια πρέπει να λιγόστεψαν ως το σημείο να γίνουν σπάνια και πολύτιμα. Για την απόκτησή τους πρέπει να ανταγωνίζονταν οι διάφορες ποικιλίες αντιγραφικών μορίων. Εχουμε εξετάσει τους παράγοντες που θα μεγάλωναν τον αριθμό των ευνοημένων ειδών αντιγραφικών μορίων. Τώρα μπορούμε να δούμε ότι λιγότερο ευνοημένες ποικιλίες πρέπει να μειώνονταν αριθμητικά εξαιτίας του ανταγωνισμού, και τελικά πολλές απ' αυτές πρέπει να χάθηκαν. Ανάμεσα στις ποικιλίες των αντιγραφικών μορίων υπήρξε ένας «αγώνας υπέρβασης». Δεν «ήξεραν» ότι αγωνίζονται ούτε ανησυχούσαν γι' αυτό. Ο αγώνας γινόταν χωρίς αίσθημα κακίας. Στην πραγματικότητα γινόταν ασυναίσθητα. Όμως αγωνίζονταν, με την έννοια ότι κάποιο τροποποιημένο αντίγραφο θα αποκτούσε ένα καινούργιο υψηλότερο επίπεδο σταθερότητας ή θα ανακάλυπτε ένα καινούργιο τρόπο μείωσης της σταθερότητας των αντιπάλων του, και συνεπώς θα παρέμενε και θα πολλαπλασιαζόταν. Η διαδικασία της βελτίωσης ήταν αθροιστική. Οι τρόποι να μειωθεί η σταθερότητα των αντιπάλων έγιναν πιο περίτεχνοι και πιο αποτελεσματικοί. Μερικές ποικιλίες αντιγραφικών μορίων μπορεί να «ανακάλυψαν» τρόπους να διασπούν χημικά τα μόρια αντίπαλων ποικιλιών και να χρησιμοποιούν τις απελευθερούμενες δομικές μονάδες για να κατασκευάζουν τα δικά τους αντίγραφα. Αυτά τα «πρωτοσαρκοφάγα» όχι

μόνο έβρισκαν τροφή αλλά και μείωναν τους ανταγωνιστές τους. Άλλοι αυτοαντιγραφείς ανακάλυψαν ίσως τρόπους αυτοπροστασίας, είτε χημικούς είτε κατασκευάζοντας γύρω τους ένα φυσικό περίβλημα πρωτεΐνης. Πιθανόν, μ' αυτόν τον τρόπο εμφανίστηκαν τα πρώτα ζωντανά κύτταρα. Οι αυτοαντιγραφείς άρχισαν όχι μόνο να υπάρχουν αλλά και να κατασκευάζουν περιβλήματα για τους εαυτούς τους, τρόπον τινά οχήματα για να συνεχίσουν μέσα σ' αυτά την ύπαρξή τους. Οι αυτοαντιγραφείς που επιζούσαν ήταν όσοι κατασκεύασαν *μηχανές επιβίωσης* για να ζουν μέσα τους. Οι πρώτες μηχανές επιβίωσης δεν ήταν τίποτε άλλο από ένα προστατευτικό περίβλημα. Όμως ο «αγώνας υπάρξεως» γινόταν όλο και δυσκολότερος, επειδή εμφανίζονταν συνεχώς καινούργιοι αντίπαλοι με καλύτερες και αποτελεσματικότερες μηχανές επιβίωσης. Οι μηχανές επιβίωσης γίνονταν μεγαλύτερες και πιο περίτεχνες, και η διαδικασία ήταν αθροιστική και προοδευτική.

Αραγε θα σταματούσε ποτέ η συνεχής βελτίωση της τεχνικής και των τεχνασμάτων που χρησιμοποιούσαν οι αυτοαντιγραφείς για να διασφαλίσουν τη συνέχειά τους στον κόσμο ; Υπήρχε άφθονος χρόνος για βελτιώσεις. Ποιες παράξενες μηχανές αυτοσυντήρησης θα έφερναν οι επόμενες χιλιετίες ; Ποια θα ήταν η τύχη των αρχέγονων αυτοαντιγραφέων ύστερα από 4.000.000.000 χρόνια ; Εξακολουθούν να υπάρχουν γιατί από παλιά απέκτησαν μεγάλη επιτηδειότητα στις τέχνες της επιβίωσης. Μην ψάξετε όμως να τους βρείτε να κολυμπούν άνετα στις θάλασσες γιατί εδώ και πολύ καιρό έχασαν την ελευθερία κίνησής τους. Τώρα κινούνται σε πυκνές αποικίες, σίγουροι μέσα σε γιγαντιαία αργοκίνητα αυτόματα μηχανήματα αποκομμένα από τον έξω κόσμο, με τον οποίο επικοινωνούν μόνο έμμεσα σε ελικοειδείς δρόμους, και στον οποίο επενεργούν εξ αποστάσεως. Βρίσκονται μέσα μας και μέσα μου. Μας δημιούργησαν, μας έδωσαν σώμα και νου. Η διατήρησή τους είναι ο έσχατος λόγος της ύπαρξής μας. Αυτοί οι αυτοαντιγραφείς έκαναν μακριά πορεία. Τώρα συνεχίζουν το δρόμο τους με το όνομα *γονίδια*, κι εμείς είμαστε οι μηχανές της επιβίωσής τους.

3. ΤΟ ΑΘΑΝΑΤΟ ΣΠΕΙΡΑΜΑ

Είμαστε μηχανές επιβίωσης, αλλά το «εμείς» δεν υπονοεί μόνο ανθρώπους. Συμπεριλαμβάνει όλα τα ζώα, τα φυτά, τα βακτήρια και τους ιούς. Είναι πολύ δύσκολο να υπολογιστεί ο ολικός αριθμός των μηχανών επιβίωσης που υπάρχουν στη Γη, αλλά και ο ολικός αριθμός των βιολογικών ειδών είναι άγνωστος. Μόνο τα είδη των εντόμων υπολογίζονται σε τρία εκατομμύρια περίπου, ενώ ο αριθμός όλων των εντόμων μπορεί να είναι ένα εκατομμύριο εκατομμύρια εκατομμύρια άτομα. Τα διάφορα είδη μηχανών επιβίωσης παραλλάσσουν σημαντικά ως προς την εξωτερική μορφή τους αλλά και ως προς τα εσωτερικά όργανα τους. Το χταπόδι δεν μοιάζει καθόλου με τον ποντικό ενώ και τα δύο διαφέρουν τελείως από τη βελανιδιά. Εντούτοις, η βασική χημεία τους είναι μάλλον η ίδια: ειδικότερα, οι αυτοαντιγραφείς που περιέχουν, δηλαδή τα γονίδια, είναι σε όλους μας, από τα βακτήρια ως τους ελέφαντες, μόρια του ίδιου τύπου. Όλοι είμαστε μηχανές για την επιβίωση του ίδιου τύπου αντιγραφικών μορίων — των μορίων που ονομάζονται DNA. Υπάρχουν φυσικά πολλοί τρόποι για να ζήσει κανείς σ' αυτόν τον κόσμο και οι αντιγραφείς έχουν δημιουργήσει μια τεράστια ποικιλία μηχανών για να τις εκμεταλλευτούν. Ο πίθηκος είναι μια μηχανή που συντηρεί γονίδια πάνω στα δέντρα, το ψάρι είναι μια μηχανή που συντηρεί γονίδια μέσα στο νερό¹ τα σκουλήκια συντηρούν γονίδια μέσα στη λάσπη. Οι τρόποι δράσης του DNA είναι μυστηριώδεις.

Χάριν απλότητας, έδωσα την εντύπωση ότι τα σύγχρονα γονίδια, που αποτελούνται από DNA, είναι περίπου ίδια με τα πρώτα αντιγραφικά μόρια της αρχέγονης σούπας. Αυτό μπορεί να μην είναι η πραγματική αλήθεια, δεν έχει όμως σημασία για το θέμα μας. Μπορεί να ήταν μόρια συγγενικά με το DNA, ή και εντελώς διαφορετικά. Στη δεύτερη περίπτωση θα λέγαμε ότι το DNA απέκτησε τις μηχανές επιβίωσης του σε κάποιο μεταγενέστερο στάδιο. Αν έτσι έχουν τα πράγματα, οι αρχικοί αντιγραφείς καταστράφηκαν ολοκληρωτικά και γι' αυτό δεν έμεινε κανένα ίχνος τους στις σύγχρονες μηχανές επιβίωσης. Αυτή η συλλογιστική οδήγησε τον. A.G. Cairns-Smith στην παράξενη υπόθεση ότι οι προγονοί μας, τα πρώτα αντιγραφικά μόρια δεν ήταν οργανικά μόρια αλλά ανόργανοι κρύσταλλοι — ορυκτά, μικρά κομμάτια αργίλου. Σφετεριστής ή όχι, το DNA έχει σήμερα αναμφισβήτητη κυριαρχία, αν και όπως εκθέτω στο τελευταίο κεφάλαιο, μόλις «τώρα» άρχισε κάτι άλλο να αναλαμβάνει την εξουσία.

Το μόριο DNA είναι μια μακριά αλυσίδα δομικών λίθων, μικρών μορίων που ονομάζονται *νουκλεοτίδια*. Όπως τα πρωτεϊνικά μόρια είναι αλυσίδες αμινοξέων, έτσι και τα μόρια DNA είναι αλυσίδες νουκλεοτιδίων. Ένα μόριο DNA είναι πολύ μικρό για να παρατηρηθεί [Με γυμνό μάτι. Μπορεί όμως να φανεί στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο], όμως το ακριβές σχήμα του έγινε γνωστό με έμμεσες μεθόδους. Το μόριο αυτό αποτελείται από δύο νουκλεοτιδικές αλυσίδες συνεστραμμένες σε κομψό σπείραμα: είναι η «διπλή έλικα», το αθάνατο σπείραμα. Υπάρχουν μόνο τέσσερα διαφορετικά είδη δομικών λίθων, νουκλεοτιδίων, τα οποία συμβολίζονται με τα γράμματα A, T, C και G [Από τα αρχικά γράμματα των αγγλικών λέξεων που αντιστοιχούν στις βάσεις Αδενίνη, Θυμίνη, Κυτοσίνη και Γουανίνη, Σ.τ.μ.], και είναι τα ίδια σε όλα τα ζώα και τα φυτά. Αυτό που διαφέρει είναι η σειρά που διατάσσονται οι δομικοί λίθοι ο ένας κατόπιν του άλλου. Ο δομικός λίθος G ενός ανθρώπου είναι απaráλλακτος με τον δομικό λίθο G ενός σαλιγκαριού. Όμως η αλληλουχία των δομικών λίθων δεν είναι μόνο διαφορετική στον άνθρωπο και στο σαλιγκάρι. Είναι διαφορετική, αν και λιγότερο, από άνθρωπο σε άνθρωπο (με ειδική εξαίρεση τους αυθεντικούς διδύμους) [Ονομάζονται και γνήσιοι ή όμοιοι διδύμοι. Προέρχονται από ένα και μόνο γονιμοποιημένο ωάριο. Είναι γενετικά απaráλλακτοι και συνεπώς του ίδιου φύλου, Σ.τ.μ.].

Το δικό μας DNA ζει μέσα στα σώματα μας. Δεν βρίσκεται συγκεντρωμένο σε κάποιο συγκεκριμένο μέρος του σώματος αλλά υπάρχει σε όλα τα κύτταρα. Κατά μέσον όρο υπάρχουν 1.000.000.000.000.000 κύτταρα στο σώμα ενός ανθρώπου και, με μερικές εξαιρέσεις που μπορούμε να τις αγνοήσουμε, το καθένα τους περιέχει ένα τέλειο αντίγραφο του DNA αυτού του ανθρώπου. Το DNA μπορεί να θεωρηθεί ως σύνολο πληροφοριών που καθορίζουν τον τρόπο

κατασκευής ενός σώματος και οι οποίες είναι γραμμένες με τα τέσσερα γράμματα A, T, C και G του νουκλεοτιδικού αλφάβητου. Το σώμα μοιάζει με ένα τεράστιο κτίριο: σε κάθε αίθουσα του υπάρχει μια βιβλιοθήκη που περιέχει τα αρχιτεκτονικά σχέδια ολόκληρης της οικοδομής. Η «βιβλιοθήκη» κάθε κυττάρου ονομάζεται πυρήνας. Τα αρχιτεκτονικά σχέδια για τον άνθρωπο βρίσκονται σε 46 «τόμους» που ονομάζονται *χρωμοσώματα* (ο αριθμός αυτός είναι διαφορετικός για άλλα είδη). Τα χρωμοσώματα είναι ορατά στο μικροσκόπιο σαν λεπτά νήματα που πάνω τους βρίσκονται τα γονίδια το ένα κατόπιν του άλλου, με ορισμένη σειρά. Δεν είναι εύκολο, και στην πραγματικότητα δεν έχει σημασία, να ξέρουμε πού τελειώνει το ένα γονίδιο και πού αρχίζει το επόμενο. Ευτυχώς, όπως θα δούμε στη συνέχεια, αυτό δεν έχει σημασία για το θέμα μας.

Στις επόμενες παραγράφους θα χρησιμοποιώ την παρομοίωση των αρχιτεκτονικών σχεδίων ανακατεύοντας τη γλώσσα των παρομοιώσεων με περιγραφές πραγματικών αντικειμένων. Η λέξη «τόμος» θα χρησιμοποιείται εναλλακτικά με τη λέξη χρωμόσωμα. Η λέξη «σελίδα» προσωρινά θα χρησιμοποιείται εναλλακτικά με τη λέξη γονίδιο μολονότι η διάκριση των γονιδίων είναι λιγότερο σαφής από τη διάκριση των σελίδων ενός βιβλίου. Αυτή η παρομοίωση θα συνεχιστεί αρκετά. Όταν θα πάψει να μας είναι χρήσιμη, θα χρησιμοποιηθούν άλλες παρομοιώσεις. Η μέθοδος των παρομοιώσεων καμιά φορά μας εξασπάζει: μιλάμε π.χ. για αρχιτεκτονικά σχέδια ενώ δεν υπάρχει κανένας αρχιτέκτονας. Οι πληροφορίες που περιέχονται στα αρχιτεκτονικά σχέδια, δηλαδή στο DNA, έχουν συγκεντρωθεί διαμέσου της φυσικής επιλογής.

Τα μόρια του DNA κάνουν δύο σημαντικά πράγματα. Πρώτον αυτοαντιγράφονται, κατασκευάζουν δηλαδή αντίγραφα του εαυτού τους. Αυτό συνεχίζεται ασταμάτητα από τότε που άρχισε η ζωή, και σήμερα τα μόρια DNA εκτελούν άριστα αυτό το έργο. Όταν είστε ενήλικο άτομο, το σώμα σας αποτελείται από 10^{15} κύτταρα, αλλά τη στιγμή της γονιμοποίησης ήσαστε ένα μόνο κύτταρο που περιείχε ένα μοναδικό αντίγραφο των αρχιτεκτονικών σχεδίων. Αυτό το κύτταρο διαιρέθηκε σε δύο· το καθένα απ' αυτά τα δύο πήρε το δικό του αντίγραφο των σχεδίων. Οι διαδοχικές διαιρέσεις ανέβαζαν τον αριθμό των κυττάρων σε 4, 8, 16, 32, 64... μέχρι δισεκατομμύρια. Σε κάθε διαίρεση τα σχέδια του DNA αντιγράφονταν πιστά, με ελάχιστα ίσως σφάλματα.

Το ζήτημα δεν εξαντλείται στο διπλασιασμό του DNA. Αν το DNA είναι στην πραγματικότητα ένα σύνολο σχεδίων για την κατασκευή ενός σώματος, με ποιον τρόπο υλοποιούνται τα σχέδια; Πώς μεταφράζονται σε σωματικές δομές; Αυτό το ερώτημα μας οδηγεί στο δεύτερο σημαντικό πράγμα που κάνει το DNA: επιβλέπει έμμεσα τη σύνθεση ενός άλλου είδους μορίων, των πρωτεϊνών. Η αιμοσφαιρίνη που αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο είναι ένα μόνο είδος της τεράστιας ποικιλίας των πρωτεϊνικών μορίων. Το κωδικοποιημένο μήνυμα που είναι γραμμένο στο DNA με το νουκλεοτιδικό αλφάβητο των τεσσάρων γραμμάτων, μεταφράζεται με απλό μηχανικό τρόπο σε άλλη γλώσσα. Τα γράμματα του αλφάβητου αυτής της γλώσσας είναι τα αμινοξέα και οι λέξεις που σχηματίζουν είναι οι πρωτεΐνες.

Η σύνθεση των πρωτεϊνών φαίνεται να απέχει πολύ από την κατασκευή ενός σώματος, είναι όμως το πρώτο μικρό βήμα προς αυτή την κατεύθυνση. Οι πρωτεΐνες δεν συνιστούν μόνο τον φυσικό ιστό του σώματος· ελέγχουν επίσης σε σημαντικό βαθμό όλες τις χημικές διεργασίες μέσα στο κύτταρο, ρυθμίζοντας τον ακριβή χρόνο έναρξης και τερματισμού τους αλλά και την ακριβή θέση όπου θα πραγματοποιηθούν. Οι εμβρυολόγοι πρέπει να εργαστούν δεκαετίες, ίσως και αιώνες, για να μάθουν τις λεπτομέρειες των διαδικασιών που καταλήγουν στην ανάπτυξη ενός νηπίου. Όμως είναι γεγονός πως αυτές οι διαδικασίες υπάρχουν. Τα γονίδια ελέγχουν έμμεσα την κατασκευή του σώματος και η επίδρασή τους είναι αυστηρά προσδιορισμένη : επίκτητα χαρακτηριστικά δεν κληρονομούνται. Όση γνώση και σοφία κι αν αποκτήσετε στη διάρκεια της ζωής σας, ούτε ίχνος τους δεν θα περάσει στα παιδιά σας διαμέσου των γονιδίων. Κάθε νέα γενεά ξεκινά από την αφετηρία. Το σώμα διατηρεί αναλλοίωτα τα γονίδια.

Από εξελικτική άποψη, το γεγονός ότι τα γονίδια ελέγχουν την ανάπτυξη του εμβρύου έχει την εξής σημασία : τα γονίδια, εν μέρει τουλάχιστον, φέρνουν την ευθύνη της μελλοντικής τους επιβίωσης, επειδή η επιβίωσή τους εξαρτάται από την από την αποτελεσματικότητα των σωματών μέσα στα οποία ζουν και τα οποία βοήθησαν να οικοδομηθούν. Κάποτε η φυσική επιλογή

ξεχώριζε από τα αντιγραφικά μόρια, που κολυμπούσαν ελεύθερα στην αρχέγονη σούπα, αυτά που επρόκειτο να επιβιώσουν. Σήμερα η φυσική επιλογή ευνοεί τους αντιγραφείς που είναι ικανοί να οικοδομούν μηχανές επιβίωσης, τα γονίδια που παρουσιάζουν μεγάλη επιδεξιότητα στην τέχνη να ελέγχουν την ανάπτυξη του εμβρύου. Και εδώ η δράση των αντιγραφέων δεν είναι περισσότερο συνειδητή ή σκόπιμη απ' όσο κατά το παρελθόν. Οι ίδιες παλιές αυτόματες διαδικασίες επιλογής των ανταγωνιστικών μορίων, που βασίζονταν στη μακροβιότητα, τη γονιμότητα και την πιστότητα αντιγραφής, συνεχίζονται το ίδιο τυφλές και αναπόφευκτες όπως σ' εκείνες τις μακρινές μέρες. Τα γονίδια δεν έχουν καμιά διορατική ικανότητα. Δεν προγραμματίζουν τίποτε. Απλώς υπάρχουν. Μερικά διατηρούν την ύπαρξή τους περισσότερο από τα υπόλοιπα κι αυτό είναι όλο ! Σήμερα, όμως, οι ιδιότητες που διατηρούν τη μακροβιότητα και τη γονιμότητα ενός γονιδίου δεν είναι τόσο απλές όσο στο παρελθόν, αλλά πολύ πιο σύνθετες.

Τα τελευταία 600.000.000 χρόνια οι αντιγραφείς έκαναν θαύματα στην τεχνολογία των μηχανών επιβίωσης : έδωσαν τους μυς, την καρδιά και τα μάτια (που πολλές φορές εξελίχθηκαν με ανεξάρτητους τρόπους). Πριν όμως από αυτό, άλλαξαν ριζικά τα βασικά χαρακτηριστικά του τρόπου ζωής τους ως αντιγραφικά μόρια, κι αυτό πρέπει να το καταλάβουμε αν θέλουμε να προχωρήσουμε σ' αυτή τη μελέτη.

Το πρώτο πράγμα που πρέπει να κατανοήσουμε αναφορικά με τους σύγχρονους αντιγραφείς είναι ότι δεν παρουσιάζονται μεμονωμένοι αλλά σε πυκνές ομάδες. Κάθε μηχανή επιβίωσης είναι ένα όχημα που περιέχει όχι ένα αλλά πολλές χιλιάδες γονίδια. Η οικοδόμηση ενός σώματος είναι μια συνεργατική επιχείρηση τέτοιας περιπλοκότητας ώστε είναι σχεδόν αδύνατο να αποσαφηνιστεί η συνεισφορά καθενός γονιδίου. Ένα συγκεκριμένο γονίδιο προκαλεί πολλά και διαφορετικά αποτελέσματα σε εντελώς διαφορετικά μέρη του σώματος, και κάθε συγκεκριμένο μέρος επηρεάζεται από πολλά γονίδια. Έτσι το αποτέλεσμα καθενός γονιδίου εξαρτάται από τις επιδράσεις πολλών άλλων. Μιλώντας μεταφορικά, κάθε σελίδα των αρχιτεκτονικών σχεδίων αναφέρεται σε πολλά διαφορετικά μέρη του κτιρίου, και κάθε σελίδα έχει νόημα μόνο όταν συνδυαστεί με πολλές άλλες σελίδες.

Αυτή η περίπλοκη αλληλεξάρτηση των γονιδίων ίσως σας κάνει να αναρωτηθείτε αν υπάρχει λόγος να χρησιμοποιούμε τη λέξη γονίδιο. Γιατί δεν χρησιμοποιούμε κάποια έκφραση που να σημαίνει σύνολο, όπως π.χ. τον όρο «γονιδιακό σύμπλεγμα» ; Η απάντηση είναι ότι για πολλές περιπτώσεις αυτό είναι πραγματικά από διαφορετική σκοπιά, θα δούμε πως είναι απολύτως σωστό να σκεφτόμαστε ότι το γονιδιακό σύμπλεγμα μπορεί να χωριστεί σε διακριτούς αντιγραφείς ή γονίδια. Αυτό προκύπτει από το φαινόμενο των φύλων. Αποτέλεσμα της φυλετικής αναπαραγωγής [αναφέρεται επίσης ως *σεξουαλική ή εγγενής ή αμφιγενής αναπαραγωγή*. Η αναπαραγωγή χωρίς τη χρησιμοποίηση φύλων ονομάζεται *αφυλεκτική ή αγενής* παράδειγμα αφυλεκτικής αναπαραγωγής είναι η παρθενογένεση που συναντάται σε μερικά είδη εντόμων και σκουληκιών. Σ.τ.μ.] είναι η ανάμειξη και η μετατόπιση των γονιδίων. Αυτό σημαίνει ότι κάθε ξεχωριστό σώμα είναι ένα πρόσκαιρο όχημα ενός βραχύβιου συνδυασμού γονιδίων. Ενώ ο *συνδυασμός* των γονιδίων που συνιστούν κάποιο άτομο είναι βραχύβιος, τα ίδια τα γονίδια δυνητικά είναι εξαιρετικά μακρόβια. Οι δρόμοι τους διασταυρώνονται συνεχώς και ξαναδιασταυρώνονται στις επόμενες γενεές. Ένα γονίδιο μπορεί να θεωρηθεί ως μονάδα που επιβιώνει διαμέσου πολλών διαδοχικών ξεχωριστών σωμάτων. Αυτό αποτελεί την κεντρική ιδέα που θα αναπτύξουμε σε τούτο το κεφάλαιο. Μερικοί από τους αξιότιμους συναδέλφους μου αρνούνται επίμονα να αποδεχτούν αυτή την ιδέα, γι αυτό μου συγχωρεθεί αν μακρηγορήσω ! Καταρχήν πρέπει να εξηγήσω εν συντομία τα γεγονότα που σχετίζονται με τα φύλα.

Είπα πριν ότι τα σχέδια για την κατασκευή ενός ανθρώπινου σώματος συνιστούν 46 τόμους. Στην πραγματικότητα, αυτό είναι μια υπεραπλούστευση. Η αλήθεια είναι κάπως παράξενη. Τα 46 χρωμοσώματα αποτελούνται από 23 ζεύγη χρωμοσωμάτων. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι στον πυρήνα κάθε κυττάρου συνυπάρχουν δύο εναλλακτικά σύνολα σχεδίων, που το καθένα περιλαμβάνει 23 τόμους. Ας ονομάσουμε λοιπόν τους τόμους των δύο συνόλων 1^α, 2^α, 3^α, ... 23^α

και 1β, 2β, 3β, ... 23β αντίστοιχα. Φυσικά, οι αριθμοί που χρησιμοποιώ για τους τόμους και, για τις σελίδες τους είναι εντελώς αυθαίρετοι.

Από τον κάθε γονέα μας έχουμε πάρει ακέραια χρωμοσώματα, που σχηματίστηκαν αντίστοιχα στους όρχεις και τις ωοθήκες τους. Οι τόμοι 1^α, 2^α, 3^α, ... 23^α προήλθαν από τον πατέρα, ενώ οι τόμοι 1β, 2β, 3β, ... 23β από τη μητέρα. Πρακτικά είναι πολύ δύσκολο, θεωρητικά όμως θα μπορούσατε κοιτάζοντας με το μικροσκόπιο τα 46 χρωμοσώματα που βρίσκονται σε κάθε κύτταρό σας να ξεχωρίσετε τα 23 χρωμοσώματα που προέρχονται από τον πατέρα σας από τα υπόλοιπα 23 της μητέρας σας.

Τα ζεύγη των χρωματοσωμάτων δεν περνούν όλη τη ζωή τους σε φυσική επαφή μεταξύ τους ούτε βρίσκονται το ένα κοντά στο άλλο. Αλλά τότε με ποιάν έννοια συνιστούν ζεύγη ; Η απάντηση είναι ότι κάθε τόμος προερχόμενος από τον πατέρα αντιστοιχεί σελίδα προς σελίδα σ' έναν συγκεκριμένο τόμο προερχόμενο από τη μητέρα. Λόγου χάρη, η σελίδα 6 του τόμου 13^α και η σελίδα 6 του τόμου 13β μπορεί να προδιαγράφουν και οι δύο το χρώμα των ματιών. Ίσως η μία να τα ορίζει «γαλανά» ενώ η άλλη «καστανά».

Μερικές φορές οι δύο αντίστοιχες σελίδες είναι ίδιες και απαράλλακτες, σε άλλες περιπτώσεις όμως, όπως στο προηγούμενο παράδειγμα, είναι διαφορετικές. Η απάντηση ποικίλλει. Μερικές φορές υπερισχύουν οι οδηγίες της μιάς πλευράς. Στο παραπάνω παράδειγμα, το άτομο πραγματικά θα έχει καστανά μάτια : οι εντολές για το γαλάζιο χρώμα αγνοούνται, μολονότι μπορεί να περάσουν σε επόμενες γενιές. Το γονίδιο που αγνοείται μ' αυτόν τον τρόπο ονομάζεται *υπολειπόμενο*, ενώ το γονίδιο που υπερισχύει αποκαλείται *επικρατές* ή *κυρίαρχο*. Το γονίδιο για τα καστανά μάτια υπερισχύει του γονιδίου για τα γαλανά. Ένα άτομο θα έχει σίγουρα γαλανά μάτια μόνον όταν και οι δύο αντίστοιχες σελίδες των σχετικών τόμων ορίζουν ομόφωνα το γαλάζιο χρώμα. Τις περισσότερες φορές τα δύο αντίστοιχα γονίδια δεν είναι εντελώς όμοια. Το αποτέλεσμα είναι ένα είδος συμβιβασμού : το σώμα οικοδομείται με βάση ένα ενδιάμεσο σχέδιο ή ακόμη προκύπτει κάτι το εντελώς διαφορετικό.

Όταν δύο γονίδια, όπως π.χ. για τα καστανά και τα γαλανά μάτια, διεκδικούν την ίδια θέση σε ένα χρωμόσωμα ονομάζονται *αλληλόμορφα*. Εδώ χρησιμοποιούμε τη λέξη «αλληλόμορφο» με την έννοια του ανταγωνιστή. Φανταστείτε ότι οι σελίδες των τόμων με τα αρχιτεκτονικά σχέδια μπορεί να αφαιρούνται εύκολα και να ανταλλάσσονται, όπως γίνεται με τις σελίδες ενός «ντοσιέ». Για παράδειγμα, η σελίδα 6 πρέπει να περιέχεται σε κάθε τόμο 13, υπάρχουν όμως πολλές σελίδες που μπορεί να καταλάβουν τη θέση 6 και να παρεμβληθούν ανάμεσα στις σελίδες 5 και 7. Απ' αυτές τις σελίδες η μία λέει «γαλανά μάτια», η άλλη «καστανά», ενώ μπορεί να υπάρχουν και άλλες μέσα στον γενικό πληθυσμό που να ορίζουν άλλα χρώματα, λόγου χάρη «πράσινα» ή «μαύρα». Σε ολόκληρο τον πληθυσμό πιθανώς να υπάρχουν 6 εναλλακτικά αλληλόμορφα για τη θέση της σελίδας 6 των δύο «χρωμοσωμικών τόμων». Κάθε άτομο έχει δύο χρωμοσωμικούς τόμους 13. Κατά συνέπεια, η σελίδα 6 μπορεί να έχει το πολύ δύο αλληλόμορφα. Ένα άτομο μπορεί να έχει δύο αντίγραφα του ίδιου αλληλόμορφου, όπως στην περίπτωση ενός με γαλανά μάτια, μπορεί όμως να έχει οποιοδήποτε ζευγάρι σχηματιζόμενο από τα 6 εναλλακτικά αλληλόμορφα που διαθέτει ο πληθυσμός.

Φυσικά, δεν μπορείτε να πάτε στη γονιδιακή δεξαμενή [Είναι το σύνολο των γονιδίων που υπάρχουν οποιαδήποτε στιγμή σε έναν πληθυσμό. Ονομάζεται και *γονιδιακό απόθεμα* (Σ.τ.μ.)] και να διαλέξετε τα γονιδιά σας. Κάθε συγκεκριμένη στιγμή όλα τα γονίδια είναι δεσμευμένα μέσα σε ξεχωριστές μηχανές επιβίωσης. Τα γονιδιά μας μας παραχωρούνται τη στιγμή της γονιμοποίησης, κι εμείς δεν μπορούμε να κάνουμε τίποτε πάνω σ' αυτό. Βέβαια, υπάρχει η άποψη ότι τα γονίδια ολόκληρου του πληθυσμού μπορεί να θεωρηθούν γενικά ως μια γονιδιακή δεξαμενή. Η «γονιδιακή δεξαμενή» είναι επιστημονικός όρος που τον χρησιμοποιούν οι γενετιστές και πρόκειται για αφηρημένη έννοια γιατί η φυλετική αναπαραγωγή, αν και με προσεχτικά οργανωμένο τρόπο, αναμειγνύει τα γονίδια. Ειδικότερα, όπως θα δούμε αμέσως παρακάτω,

συνεχίζεται μια διαδικασία που ισοδυναμεί με την απόσπαση και αλληλοαντικατάσταση σελίδων ή δεσμίδων σελίδων στα «ντοσιέ».

Εχω περιγράψει την κανονική διαίρεση ενός κυττάρου σε δύο νέα κύτταρα που το καθένα τους αποκτά πλήρες αντίγραφο και των 46 χρωμοσωμάτων. Αυτός ο τρόπος κυτταρικής διαίρεσης ονομάζεται *μίτωση*. Υπάρχει όμως και ένας άλλος τρόπος διαίρεσης του κυττάρου, η *μείωση*, που συναντάται μόνο κατά την παραγωγή των γεννητικών κυττάρων : των σπερματοζωαρίων και των ωαρίων. Τα σπερματοζωάρια και τα ωάρια είναι μοναδικά ανάμεσα σε όλα τα άλλα κύτταρα του σώματός μας κατά το ότι έχουν 23 χρωμοσώματα αντί των κανονικών 46. Είναι ακριβώς τα μισά των 46, όσα χρειάζεται να ενωθούν κατά την γονιμοποίηση για να δημιουργηθεί ένα νέο άτομο ! Η μείωση είναι ένας ειδικός τρόπος κυτταρικής διαίρεσης που επιτελείται μόνο στους όρχεις και τις ωοθήκες, όπου ένα κύτταρο με τον κανονικό αριθμό των 46 χρωμοσωμάτων διαιρείται και δίνει γεννητικά κύτταρα με 23 χρωμοσώματα (οι αριθμοί αναφέρονται πάντα στον άνθρωπο χάριν παραδείγματος).

Το σπερματοζωάριο με τα 23 χρωμοσώματά του σχηματίζεται στους όρχεις με τη μειωτική διαίρεση κανονικών κυττάρων που έχουν 46 χρωμοσώματα. Όμως, ποια από τα 46 χρωμοσώματα θα επιλεγούν για να συγκροτήσουν τα 23 που θα αποτελέσουν ένα συγκεκριμένο σπερματοζωάριο ; Έχει μεγάλη σημασία το σπερματοζωάριο να μην πάρει στην τύχη 23 γονικά χρωμοσώματα : δεν πρέπει να συμπληρωθεί παίρνοντας, λόγου χάρι, και τα δύο αντίγραφα του τόμου 13 και κανένα του τόμου 17. Θεωρητικά, είναι δυνατό ένα άτομο να εκχωρήσει σε κάποιο σπερματοζωάριό του χρωμοσώματα προερχόμενα π.χ. εξ ολοκλήρου από τη μητέρα του, δηλαδή, τους τόμους 1β, 2β, ... 23β. Σ' αυτή την απίθανη περίπτωση, το παιδί που θα συλλαμβανόταν απ' αυτό το σπερματοζωάριο θα είχε κληρονομήσει τα μισά γονίδια του από τη μητέρα του πατέρα του και κανένα από τον πατέρα του πατέρα του. Όμως τέτοιου είδους χονδροειδής κατανομή ολοκλήρων χρωμοσωμάτων δεν συμβαίνει στην πράξη. Η αλήθεια είναι κάπως περιπλοκότερη. Θυμηθείτε ότι οι τόμοι (χρωμοσώματα) μοιάζουν περισσότερο με «ντοσιέ», όπου οι σελίδες είναι χαλαρές και μπορεί να αποσπώνται. Κατά τον σχηματισμό του σπερματοζωαρίου, μεμονωμένες σελίδες (ή καλύτερα δεσμίδες σελίδων) αποσπώνται από τον έναν τόμο και ανταλλάσσονται με αντίστοιχες σελίδες του αντίστοιχου τόμου. Έτσι κάθε συγκεκριμένο σπερματοζωάριο μπορεί να σχηματίσει τον δικό του τόμο 1 παίρνοντας από τον τόμο 1^α τις πρώτες 65 σελίδες και από τον τόμο 1β τις σελίδες 66 έως την τελευταία. Ανάλογα θα μπορούσε να σχηματιστούν και οι άλλοι 22 τόμοι του σπερματοζωαρίου. Συνεπώς, μολονότι όλα τα σπερματοζωάρια που παράγει ένα άτομο προέρχονται από τμήματα του ίδιου συνόλου των 46 χρωμοσωμάτων, κάθε σπερματοζωάριο είναι μοναδικό. Με τον ίδιο τρόπο προκύπτουν τα ωάρια στις ωοθήκες, που και αυτά είναι μοναδικά.

Οι πραγματικοί μηχανισμοί αυτής της ανάμειξης είναι γνωστοί σε ικανοποιητικό βαθμό. Κατά το σχηματισμό ενός σπερματοζωαρίου (ή ωαρίου) αποσπώνται κομμάτια από κάθε χρωμόσωμα του πατέρα και αλλάζουν θέσεις με τα αντίστοιχα κομμάτια των χρωμοσωμάτων της μητέρας. (Θυμηθείτε ότι μιλάμε για τα χρωμοσώματα τα προερχόμενα από τους γονείς του ατόμου που παράγει το σπερματοζωάριο, δηλαδή από τους πατρικούς παππούδες του παιδιού που θα προκύψει από τη γονιμοποίηση του σπερματοζωαρίου). Η διαδικασία ανταλλαγής τμημάτων χρωμοσωμάτων ονομάζεται *επιχιασμός* [Αναφέρεται επίσης ως διασκελισμός. Είναι μια διαδικασία ανασυνδυασμού των γονιδίων. Ο επιχιασμός των γονιδίων (και των αλληλομόρφων) ανάμεσα σε δύο ζευγάρια αντίστοιχων χρωμοσωμάτων] και είναι θεμελιώδης για το θέμα του βιβλίου μας. Αυτό σημαίνει ότι αν είχατε ένα μικροσκόπιο και παρατηρούσατε ένα από τα σπερματοζωάρια σας (ή τα ωάρια σας, αν είσατε θηλυκού γένους) θα χάνατε άδικα τον καιρό σας αν θέλατε να εξακριβώσετε ποια χρωμοσώματα προέρχονται από τον πατέρα σας και ποια από τη μητέρα σας. (Εδώ υπάρχει μια βασική διαφορά με τα σωματικά κύτταρα). Κάθε χρωμόσωμα ενός σπερματοζωαρίου είναι συρραφή, ένα μωσαϊκό από πατρικά και μητρικά γονίδια.

Στο σημείο παύει η παρομοίωση σελίδας-γονιδίου. Στα «ντοσιέ» παρεμβάλλονται ή αφαιρούνται ή ανταλλάσσονται μόνο ολόκληρες σελίδες και όχι κομμάτια σελίδων. Όμως το γονιδιακό

σύμπλεγμα είναι μια μακριά αλυσίδα νουκλεοτιδικών γραμμάτων που δεν χωρίζεται σε διακριτές σελίδες με εμφανή τρόπο. Βέβαια, υπάρχουν ειδικά σύμβολα για την ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ όπως και για το ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ για κάθε πρωτεϊνική αλυσίδα. Αυτά τα σύμβολα είναι γραμμένα με το ίδιο αλφάβητο των 4 γραμμάτων (Α,Τ,С,Г), όπως είναι γραμμένα και τα μηνύματα για τις πρωτεΐνες. Ανάμεσα σε 2 τέτοια σημεία στίξης βρίσκονται κωδικοποιημένες εντολές για την κατασκευή των πρωτεϊνών. Αν θέλουμε, μπορούμε να ορίσουμε το γονίδιο ως την αλληλουχία των νουκλεοτιδικών γραμμάτων που βρίσκονται ανάμεσα στα σύμβολα ΑΡΧΗ και ΤΕΛΟΣ, και αυτή ακριβώς η αλληλουχία κωδικοποιεί μια πρωτεΐνη. Όμως με τον ίδιο τρόπο έχει οριστεί και μία μονάδα που ονομάζεται *σιστρόνιο* (cistron). Γι αυτό πολλοί χρησιμοποιούν εναλλακτικά τις λέξεις γονίδιο και σιστρόνιο. Εντούτοις, ο επιχιασμός δεν αναγνωρίζει όρια ανάμεσα στα σιστρόνια. Είναι δυνατό να αποκοπεί τμήμα ενός σιστρονίου και το τμήμα που κόβεται μπορεί να εμπεριέχει τμήματα δύο διαδοχικών σιστρονίων. Τα πράγματα συμβαίνουν σαν τα αρχιτεκτονικά σχέδια να μην ήταν καταχωρισμένα σε διακριτές σελίδες αλλά σε 46 κυλίνδρους ταινιών τηλετύπου. Τα σιστρόνια δεν έχουν σταθερό μήκος. Ο μόνος τρόπος για να πούμε που τελειώνει ένα σιστρόνιο και αρχίζει το επόμενο, θα ήταν να ψάξουμε να βρούμε στην ταινία τα σύμβολα ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ και ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ. Ο επιχιασμός δίνεται με την εξής εικόνα : τοποθετούμε παράλληλα την πατρική και τη μητρική ταινία και κόβουμε δύο αντίστοιχα τμήματα που τα εναλλάσσουμε ανεξάρτητα από το τι είναι γραμμένο πάνω τους.

Η λέξη γονίδιο που αναφέρεται στον τίτλο του παρόντος κεφαλαίου δεν σημαίνει ένα σιστρόνιο αλλά κάτι πολύ λεπτότερο. Ο ορισμός που δίνω στο γονίδιο πιθανώς να μην αρέσει σε μερικούς, δυστυχώς όμως δεν υπάρχει κάποιος ορισμός γενικής αποδοχής . Αλλά και εάν υπήρχε, οι ορισμοί δεν έχουν τίποτε το ιερό. Μπορούμε να ορίσουμε μια λέξη όπως μας αρέσει, ανάλογα με τους σκοπούς μας, αρκεί ο ορισμός να είναι σαφής και να μην επιδέχεται παρερμηνείες. Θα χρησιμοποιήσω τον ορισμό που έδωσε ο G.C. Williams : «Γονίδιο είναι κάθε τμήμα χρωμοσωμικού υλικού που έχει τη δυνατότητα να παραμένει αναλλοίωτο αρκετές γενεές έτσι ώστε να χρησιμεύει ως μονάδα φυσικής επιλογής». Σύμφωνα με όσα είπαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, το γονίδιο είναι ένας αντιγραφέας που αναπαράγει τον εαυτό του με υψηλή πιστότητα. Η πιστότητα αντιγραφής είναι άλλος τρόπος έκφρασης της μακροβιότητας με τη μορφή διαδοχικών αντιγράφων, αλλά για λόγους συντομίας θα την ονομάζω απλώς μακροβιότητα. Ο ορισμός αυτός χρειάζεται κάποια δικαιολογία.

Το γονίδιο, σε όλους τους ορισμούς, είναι ένα τμήμα χρωμοσώματος. Το ερώτημα είναι : πόσο μεγάλο τμήμα, πόσο το μήκος του τμήματος της τηλετυπικής ταινίας ; Φανταστείτε κάποια σειρά κωδικών γραμμάτων πάνω σ' αυτήν την ταινία και ονομάστε τη *γενετική μονάδα*. Θα μπορούσε να είναι μια σειρά από 10 μόνο γράμματα μέσα σ' ένα σιστρόνιο. Θα μπορούσε να είναι μία σειρά από 8 σιστρόνια. Θα μπορούσε ακόμη να αρχίζει και να τελειώνει σε κάποιο ενδιάμεσο σημείο ενός σιστρονίου. Ίσως να συμμετέχουν και άλλες γενετικές μονάδες. Ίσως να περιλαμβάνει μικρότερες μονάδες ή να αποτελεί μέρος μεγαλύτερων μονάδων. Όσο κι αν είναι το μήκος της, από την άποψη που μας ενδιαφέρει εδώ, αυτό το πράγμα το ονομάζουμε «γενετική μονάδα». Είναι απλώς ένα τμήμα χρωμοσώματος που δεν παρουσιάζει καμιά φυσική διαφορά από το υπόλοιπο χρωμόσωμα.

Τώρα έρχεται το κρίσιμο σημείο. Όσο μικρότερο είναι το μήκος μιας γενετικής μονάδας τόσο πιθανότερο είναι να ζήσει περισσότερο (σε αριθμό γενεών), και ειδικότερα, τόσο μικρότερες πιθανότητες έχει να κοπεί με επιχιασμό. Υποθέστε ότι κάθε φορά που σχηματίζεται με μειωτική διαίρεση ένα σπερματοζώαριο ή ωάριο, κατά μέσο όρο ένα ολόκληρο χρωμόσωμα υφίσταται έναν επιχιασμό, και πως αυτός ο επιχιασμός μπορεί να συμβεί σε οποιαδήποτε θέση του χρωμοσώματος. Όσο μικρότερο είναι το μήκος της γενετικής μονάδας τόσο μικρότερη η πιθανότητα να κοπεί κατά τη μείωση. Αν, λόγου χάρη, το μήκος της είναι το μισό του μήκους ενός χρωμοσώματος, η πιθανότητα είναι 50%. Αν όμως το μήκος της είναι μόνο το 1% του μήκους του χρωμοσώματος, μπορούμε να δεχτούμε ότι η πιθανότητα να κοπεί σε κάθε μείωση είναι μόνο 1%.

Μια τέτοια μονάδα θα μπορούσε να επιβιώσει στα άτομα πολλών διαδοχικών γενεών. Πιθανώς το μήκος ενός σιστρονίου να είναι μικρότερο από 1 εκατοστό του μήκους ενός χρωμοσώματος. Μπορούμε ακόμη να περιμένουμε και ολόκληρη ομάδα γειτονικών σιστρονίων να ζήσει αρκετές γενεές, πριν κοπεί με κάποιον επιχιασμό.

Η μέση προσδοκία ζωής μιας γενετικής μονάδας μπορεί να εκφραστεί σε αριθμό γενεών ή ετών. Αν δεχτούμε ότι μια γενετική μονάδα αποτελείται από ολόκληρο χρωμόσωμα, η ζωή της θα διαρκέσει μόνο μια γενεά. Ας υποθέσουμε ότι αυτό είναι το χρωμόσωμά σας 8^α, που το κληρονομήσατε από τον πατέρα σας. Το εν λόγω χρωμόσωμα δημιουργήθηκε στους όρχεις του πατέρα σας λίγο πριν από τη σύλληψή σας και ουδέποτε υπήρξε πριν σε όλη την ιστορία του κόσμου. Δημιουργήθηκε κατά τη μειωτική διαδικασία από τη συνένωση κομματιών χρωμοσωμάτων από την εκ πατρός γιαγιά σας και τον εκ πατρός παππού σας, δηλαδή από τους γονείς του πατέρα σας. Τοποθετήθηκε σ' ένα συγκεκριμένο σπερματοζωάριο, που ήταν μοναδικό. Ήταν ένα από τα εκατομμύρια σπερματοζωάρια που πέρασαν στον κόλπο της μητέρας σας. Αυτό το συγκεκριμένο σπερματοζωάριο ήταν το μόνο (αν δεν έχετε αυθεντικό δίδυμο αδελφό) που γονιμοποίησε ένα από τα ωάρια της μητέρας σας. Αυτός είναι ο λόγος που υπάρχουν. Η γενετική μονάδα που θεωρούμε, το χρωμόσωμά σας 8^α, αρχίζει να αναπαράγεται μαζί με όλο το υπόλοιπο γενετικό υλικό σας. Με τις διαδοχικές διαιρέσεις, υπάρχει τώρα σε όλα τα κύτταρα του σώματός σας. Όταν όμως έρθει η σειρά σας να αποκτήσετε παιδί, το συγκεκριμένο χρωμόσωμα [Ένα συγκεκριμένο αντίγραφο αυτού του χρωμοσώματος – Σ.τ.μ.] θα καταστραφεί κατά το σχηματισμό των σπερματοζωαρίων (ή των ωαρίων). Κομματάκια του 8^α θα ανταλλάγουν με άλλα από το μητρικό χρωμόσωμά σας 8β. Σε κάθε γεννητικό κύτταρο θα δημιουργηθεί ένα νέο χρωμόσωμα 8, ίσως «καλύτερο» ίσως «χειρότερο» αλλά, αν αποκλείσουμε μια μάλλον απίθανη σύμπτωση, οριστικά διαφορετικό, οριστικά μοναδικό. Βλέπουμε λοιπόν ότι η διάρκεια ζωής ενός χρωμοσώματος είναι μόνο μία γενεά.

Τι μπορούμε να πούμε για τη διάρκεια ζωής μιας μικρότερης γενετικής μονάδας που έχει μήκος, ας πούμε, ένα εκατοστό του μήκους του χρωμοσώματός σας 8^α; Κι αυτή η μονάδα προήλθε επίσης από τον πατέρα σας, αλλά είναι πολύ πιθανό να μη συγκροτήθηκε σ' αυτόν. Σύμφωνα με τη συλλογιστική που αναπτύξαμε, η πιθανότητα να την πήρε ακέραιη από έναν από τους γονείς του είναι 99%. Τελικά, αν πάμε αρκετά πίσω, θα φτάσουμε στον αρχικό δημιουργό της. Κάποτε πρέπει να δημιουργήθηκε για πρώτη φορά στους όρχεις (ή τις ωοθήκες) κάποιου προγόνου σας.

Επιτρέψτε μου να επαναλάβω το μάλλον ειδικό νόημα που δίνω στη λέξη «δημιουργία». Οι μικρότερες υπομονάδες οι οποίες συνιστούν τη γενετική μονάδα που θεωρούμε μπορεί κάλλιστα να υπήρχαν από πολύ παλιά. Όταν λέμε ότι η γενετική μονάδα δημιουργήθηκε κάποια στιγμή, εννοούμε ότι η συγκεκριμένη διάταξη υπομονάδων δεν υπήρχε πριν απ' αυτή τη στιγμή. Η γενετική μονάδα μπορεί να συγκροτήθηκε πολύ πρόσφατα, λόγου χάρη, σε κάποιον από τους παππούδες σας. Αν όμως θεωρήσουμε μια πολύ μικρή γενετική μονάδα, αυτή μπορεί να δημιουργήθηκε για πρώτη φορά σε κάποιον πολύ μακρινό πρόγονο, ίσως σε κάποιον πιθηκοειδή προάνθρωπο πρόγονο. Ακόμη, μια μικρή γενετική μονάδα που υπάρχει μέσα σας μπορεί να συνεχίσει να υπάρχει άθικτη στο μέλλον, σε μια μακριά σειρά απογόνων σας.

Πρέπει επίσης να θυμόμαστε ότι οι απόγονοι ενός ατόμου δεν συνιστούν απλή γραμμική σειρά αλλά διακλαδιζόμενη. Ο πρόγονός σας που δημιούργησε το συγκεκριμένο μικρό τμήμα του χρωμοσώματός σας 8α, είναι πολύ πιθανό εκτός από σας να έχει και πολλούς άλλους απογόνους. Ακόμη, μία από τις δικές σας γενετικές μονάδες μπορεί επίσης να υπάρχει και σ' έναν δευτεροζάδελφό σας. Μπορεί να υπάρχει σε μένα, στον πρωθυπουργό ή και στο σκύλο σας, γιατί, αν πάμε πολύ πίσω, όλοι έχουμε κοινούς προγόνους. Ακόμη, η ίδια μικρή μονάδα μπορεί να συγκροτήθηκε τυχαία πολλές φορές, ανεξάρτητα τη μία από την άλλη: αν η μονάδα είναι μικρή, μία τέτοιου είδους σύμπτωση δεν είναι απίθανη. Είναι όμως απίθανο ακόμη και ένας στενός συγγενής σας να έχει ένα ολόκληρο χρωμόσωμα όμοιο με κάποιο δικό σας. Όσο μικρότερη είναι

μια γενετική μονάδα τόσο πιθανότερο είναι να υπάρχει και σε κάποιο άλλο άτομο, τόσο πιθανότερο να υπάρχουν πολλά αντίγραφα της στον κόσμο.

Ο συνήθης τρόπος για να σχηματισθεί μια νέα γενετική μονάδα είναι να συνενωθούν με επιχιασμό ήδη υπάρχουσες υπομονάδες. Ένας άλλος τρόπος που μολονότι σπάνιος, από εξελικτική σκοπιά είναι πολύ σημαντικός ονομάζεται *σημειακή μεταλλαγή*. Πρόκειται για ένα σφάλμα, κάτι σαν ένα κακοτυπωμένο γράμμα σε κάποιο βιβλίο. Είναι σπάνιο αλλά όσο μεγαλύτερη είναι μια γενετική μονάδα τόσο πιθανότερο είναι να τροποποιηθεί από μετάλλαξη σε κάποιο σημείο της.

Ένα άλλο σπάνιο είδος σφάλματος – μεταλλαγής – με σημαντικές μακροπρόθεσμες συνέπειες είναι η *αναστροφή*. Ένα τμήμα του χρωμοσώματος κόβεται στις δύο άκρες του, γυρίζει το πάνω κάτω και επανασυνδέεται στο χρωμόσωμα ανάποδα. Αυτό θα απαιτούσε καινούργια αρίθμηση μερικών σελίδων του χρωμοσωμικού τόμου. Αλλοτε πάλι, κάποιο χρωμοσωμικό τμήμα όχι μόνο αναστρέφεται αλλά επανασυνδέεται σε τελείως διαφορετική θέση στο χρωμόσωμα ή ακόμη συνδέεται με κάποιο εντελώς διαφορετικό χρωμόσωμα. Αυτό αντιστοιχεί με μεταφορά μιας δέσμης σελίδων από έναν τόμο σε άλλο. Μολονότι τέτοιου είδους σφάλμα έχει συνήθως καταστρεπτικές συνέπειες, εντούτοις μπορεί καμιά φορά να οδηγήσει σε στενή σύνδεση κομματιών γενετικού υλικού τα οποία όταν βρεθούν μαζί τυχαίνει να συνεργάζονται πολύ καλά. Με την αναστροφή, πιθανώς να έρχονται πολύ κοντά μεταξύ τους δύο σιστρόνια τα οποία έχουν ευνοϊκό αποτέλεσμα μόνον όταν βρεθούν μαζί – κατά κάποιον τρόπο το ένα συμπληρώνει ή ενισχύει το άλλο. Κατόπιν, η νέα «γενετική μονάδα» που σχηματίστηκε μ' αυτόν τον τρόπο μπορεί να ευνοηθεί από τη φυσική επιλογή και να εξαπλωθεί στον μελλοντικό πληθυσμό. Είναι πιθανό ότι με το πέρασμα του χρόνου μ' αυτές τις διαδικασίες αναδιατάχθηκαν ή «τυπώθηκαν» πολλά γονιδιακά συμπλέγματα.

Ένα από τα σαφέστερα παραδείγματα επιλογής μεταλλαγών είναι το φαινόμενο του *μιμητισμού*. Μερικές πεταλούδες, ως έδεσμα, έχουν δυσάρεστη γεύση. Συνήθως έχουν έντονα διακριτά χρώματα. Τα πουλιά λοιπόν μαθαίνουν εύκολα να τις αναγνωρίζουν από αυτά τα «ευδιάκριτα σημάδια» και έτσι αποφεύγουν να τις τρώνε. Πεταλούδες άλλων ειδών που δεν έχουν δυσάρεστη γεύση εκμεταλλεύονται αυτό το γεγονός και παίρνουν το χρώμα και το σχήμα των πεταλούδων με την πικρή γεύση. Συχνά εξαπατούν όχι μόνο τα πουλιά αλλά και τους φυσιδίφες. Ένα πουλί που δοκίμασε κάποτε μια πραγματικά «βρομερή» πεταλούδα θα αποφεύγει στο μέλλον όλες όσες έχουν την ίδια εμφάνιση, επομένως και τις μεταμφιεσμένες. Μ' αυτόν τον τρόπο η φυσική επιλογή ευνοεί τα γονίδια «για» το μιμητισμό και ο μιμητισμός εξελίσσεται.

Υπάρχουν όμως πολλά είδη «βρομερών» πεταλούδων που δεν έχουν την ίδια εμφάνιση. Μια πεταλούδα δεν μπορεί να μιμηθεί ταυτόχρονα όλα αυτά τα είδη. Κατ' ανάγκη θα μιμηθεί ένα συγκεκριμένο είδος. Γενικά, κάθε συγκεκριμένο είδος έχει εξειδικευτεί στην απομίμηση ενός ορισμένου «βρομερού» είδους. Εντούτοις, υπάρχουν είδη που κάνουν κάτι πολύ παράξενο. Μερικά άτομα του είδους μιμούνται ένα «αηδιαστικό» είδος και άλλα άτομα κάποιο άλλο είδος. Κάθε άτομο ενδιάμεσης εμφάνισης που θα προσπαθούσε να μιμηθεί δύο είδη σύντομα θα φαγωνόταν. Όμως τέτοια ενδιάμεσα δεν γεννιούνται. Όπως ένα άτομο είναι οριστικά αρσενικό ή θηλυκό, έτσι και μια πεταλούδα μιμείται το ένα ή το άλλο «βρομερό» είδος. Μια πεταλούδα μπορεί να μιμηθεί το είδος Α ενώ η αδελφή της το είδος Β.

Τα πράγματα συμβαίνουν σαν να υπάρχει κάποιο γονίδιο που προσδιορίζει αν η πεταλούδα θα μιμηθεί το είδος Α ή το είδος Β. Πως όμως ένα και μόνο γονίδιο μπορεί να προσδιορίζει όλες τις ποικίλες όψεις του μιμητισμού : το χρώμα, το σχήμα, τις στίξεις, τον τρόπο που πετούν ; Η απάντηση είναι ότι ένα γονίδιο θεωρούμενο ως ένα *σιστρόνιο* πιθανώς δεν μπορεί. Εντούτοις, με τη συνειδητή και αυτόματη «συγκρότηση», που πραγματοποιείται με αναστροφές και με άλλες τυχαίες αναδιευθετήσεις του γενετικού υλικού, πολλά γονίδια που προηγουμένως ήταν ασύνδετα συγκεντρώνονται με τη μορφή μιας στενά συνδεδεμένης ομάδας σε ένα χρωμόσωμα. Η όλη ομάδα συμπεριφέρεται ως ένα και μόνο γονίδιο. Σύμφωνα με τον δικό μας ορισμό, είναι πραγματικά ένα και μόνο γονίδιο και έχει ένα «αλληλόμορφο», που στην πραγματικότητα είναι μια διαφορετική

ομάδα. Η μία ομάδα περιλαμβάνει τα σιστρόνια που αφορούν τη μίμηση του είδους A, η άλλη τη μίμηση του B. Το ότι ουδέποτε παρατηρήθηκε στη φύση κάποιος ενδιάμεσος τύπος πεταλούδας οφείλεται στο ότι το σπάσιμο της ομάδας με επιχiasμό είναι πολύ σπάνιο γεγονός, πράγμα που συμβαίνει καμιά φορά στο εργαστήριο όπου εκτρέφονται πεταλούδες σε πολύ μεγάλους αριθμούς. Όταν χρησιμοποιώ τη λέξη γονίδιο εννοώ μια γενετική μονάδα τόσο μικρή ώστε να παραμένει ακέραιη για πολλές γενεές και η οποία υπάρχει σε πολλά αντίγραφα. Αυτός ο ορισμός δεν είναι άκαμπος, του τύπου «όλα – ή – τίποτα», αλλά ελαστικός όπως ο ορισμός των λέξεων «μεγάλος», «ηλικιωμένος» κ.ο.κ. Όσο πιο πολλές πιθανότητες έχει ένα χρωμοσωμικό κομμάτι να χωριστεί με επιχiasμό ή να τροποποιηθεί εξαιτίας διαφόρων ειδών μεταλλάξεων, τόσο λιγότερο δικαιολογείται να ονομάζεται γονίδιο – με την έννοια που δίνω εγώ στον όρο. Ενδεχομένως δικαιολογείται ο όρος για το σιστρόνιο αλλά το ίδιο συμβαίνει και σε μεγαλύτερες μονάδες. Ακόμη και δέκα σιστρόνια, που βρίσκονται στο ίδιο χρωμόσωμα πολύ κοντά μεταξύ τους, μπορεί από τη δική μας άποψη να συνιστούν μία και μόνη μακρόβια γενετική μονάδα, και ένα καλό παράδειγμα είναι η ομάδα που καθορίζει το μιμητισμό των πεταλούδων. Καθώς τα σιστρόνια περνούν από ένα σώμα σε άλλο, καθώς μπαίνουν στο σπερματοζωάριο ή το ωάριο για να ταξιδέψουν στην επόμενη γενεά, είναι πιθανό να βρουν σ' αυτό το μικρό όχημα στενούς γείτονες από το προηγούμενο ταξίδι, παλαιούς συντρόφους με τους οποίους ταξίδευαν στη μακριά οδύσσεια από τα σώματα μακρινών προγόνων. Γειτονικά σιστρόνια ίδιου χρωμοσώματος αποτελούν μια σφιχτοδεμένη ομάδα συνταξιδιωτών που σχεδόν πάντα επιβιβάζονται στο ίδιο σκάφος μόλις έρθει η στιγμή της μείωσης.

Για να είμαστε ακριβείς, το βιβλίο μας δεν θα 'πρεπε να πάρει τον τίτλο «Το εγωιστικό σιστρόνιο» ούτε «Το εγωιστικό χρωμόσωμα» αλλά «Το ελάχιστο εγωιστικό μεγάλο κομμάτι χρωμοσώματος και το περισσότερο εγωιστικό μικρό κομμάτι χρωμοσώματος». Ο τελευταίος τίτλος όμως δεν είναι ιδιαίτερα ελκυστικός και γι αυτό δίνοντας στο γονίδιο τον ορισμό «ένα μικρό κομμάτι χρωμοσώματος που δυναμικά παραμένει αμετάβλητο για πολλές γενεές», τιτλοφορώ το βιβλίο «Το εγωιστικό γονίδιο».

Ξαναγυρίσαμε λοιπόν στο σημείο που βρισκόμασταν στο τέλος του πρώτου κεφαλαίου. Είδαμε εκεί ότι ο εγωισμός πρέπει να αναμένεται από κάθε ύπαρξη που δικαιούται τον τίτλο βασική μονάδα στη φυσική επιλογή. Είδαμε ότι μερικοί θεωρούν το είδος ως μονάδα φυσικής επιλογής, άλλοι τον πληθυσμό ή μια ομάδα σε κάποιο είδος, και άλλοι το άτομο. Τόνισα ότι προτιμώ να θεωρώ το γονίδιο ως θεμελιώδη μονάδα στη φυσική επιλογή, και συνεπώς θεμελιώδη συμφεροντολογική μονάδα. Αυτό που έκανα τώρα είναι ότι έδωσα τέτοιο ορισμό του γονιδίου ώστε να μην μπορώ να βρω το δίκιο μου !

Στη γενικότερη μορφή της, φυσική επιλογή σημαίνει επιλεκτική επιβίωση όντων. Μερικά όντα ζουν και άλλα πεθαίνουν. Για να έχει όμως αυτός ο επιλεκτικός θάνατος κάποιον αντίκτυπο στον κόσμο, πρέπει να υφίσταται και κάποια άλλη συνθήκη. Πρέπει κάθε ον να υπάρχει σε μεγάλο αριθμό αντιγράφων και τουλάχιστον μερικά απ' αυτά να έχουν τη δυνατότητα να επιβιώσουν (με τη μορφή αντιγράφων) για σημαντικό μέρος του χρόνου της εξέλιξης. Αυτές τις ιδιότητες τις έχουν μικρές γενετικές μονάδες, όχι όμως άτομα, ομάδες ή είδη. Ήταν μεγάλο το επίτευγμα του Μέντελ να δείξει ότι στην πράξη οι μονάδες της κληρονομικότητας πρέπει να είναι αδιαίρετα και ανεξάρτητα σωματίδια. Σήμερα ξέρουμε ότι αυτό είναι κάπως απλοϊκό. Ακόμη και ένα σιστρόνιο καμιά φορά μπορεί να κοπεί, ενώ πάλι δύο γονίδια στο ίδιο χρωμόσωμα δεν είναι εντελώς ανεξάρτητα. Αυτό που έκανα ήταν να ορίσω το γονίδιο ως μονάδα η οποία προσεγγίζει σε μεγάλο βαθμό την ιδανική αδιαίρετη σωματιδιακότητα. Το γονίδιο δεν είναι αδιαίρετο, όμως σπάνια διαιρείται. Βρίσκεται ολόκληρο στο σώμα ενός συγκεκριμένου ατόμου ή απουσιάζει ολοκληρωτικά απ' αυτό. Το γονίδιο ταξιδεύει ανέπαφο από παππού σε εγγόνι, περνώντας κατευθείαν από την ενδιάμεση γενεά χωρίς να αναμειχθεί με άλλα γονίδια. Αν τα γονίδια ανακατεύονταν συνεχώς μεταξύ τους, θα ήταν αδύνατη η φυσική επιλογή, όπως την εννοούμε σήμερα. Συμπτωματικά, αυτό αποδείχτηκε τον καιρό που ζούσε ο Δαρβίνος, πράγμα που τον

στενοχώρησε πολύ, γιατί εκείνη την εποχή πίστευαν ότι η κληρονομικότητα είναι μια αναμεικτική διαδικασία. Αν η ανακάλυψη του Μέντελ είχε δημοσιευτεί θα βοηθούσε τον Δαρβίνο, που δυστυχώς δεν ήξερε τίποτε για αυτήν. Φαίνεται ότι κανείς δεν είχε διαβάσει την εργασία του Μέντελ παρά μόνο αρκετά χρόνια αργότερα, όταν οι Δαρβίνος και Μέντελ είχαν πεθάνει. Ίσως ο Μέντελ να μην είχε αντιληφθεί τη σημασία των ευρημάτων του, γιατί αλλιώς θα έγραφε κάτι σχετικό στο Δαρβίνο.

Μια άλλη άποψη της σωματιδιακότητας του γονιδίου είναι ότι δεν γερνά : έχει τις ίδιες πιθανότητες να «πεθάνει» σε ηλικία 100 ετών ή 1.000.000 ετών. Καθώς περνούν οι γενεές μεταπηδά από σώμα σε σώμα, χρησιμοποιώντας τα σώματα το ένα κατόπιν του άλλου, όπως το ίδιο «επιθυμεί» για τους δικούς του σκοπούς, αφήνοντας μια σειρά θνητών σωμάτων πριν φτάσει στα γηρατειά και το θάνατο.

Μπορούμε να πούμε ότι τα γονίδια είναι αθάνατα ή, καλύτερα, γενετικές οντότητες που προσεγγίζουν αυτό το χαρακτηρισμό. Εμείς, οι μεμονωμένες μηχανές επιβίωσης, μπορούμε να ελπίζουμε ότι θα ζήσουμε λίγες δεκαετίες παραπάνω. Όμως η προσδοκία ζωής των γονιδίων δεν πρέπει να μετριέται σε δεκαετίες αλλά σε χιλιάδες ή εκατομμύρια χρόνια.

Στα είδη που αναπαράγονται με φύλα, το άτομο είναι πολύ μεγάλη και πολύ πρόσκαιρη γενετική μονάδα για να το θεωρήσουμε ως σημαντική μονάδα στη διαδικασία της φυσικής επιλογής. Ακόμη μεγαλύτερη μονάδα είναι η ομάδα ατόμων. Από γενετική σκοπιά, τα άτομα και οι ομάδες μοιάζουν με σύννεφα στον ουρανό ή με σύννεφα σκόνης στην έρημο. Είναι πρόσκαιρες συναθροίσεις ή συνεταιρισμοί. Δεν έχουν μονιμότητα στον εξελικτικό χρόνο. Οι πληθυσμοί διαρκούν αρκετά αλλά συνεχώς ανακατεύονται με άλλους πληθυσμούς, χάνοντας έτσι τη ταυτότητά τους. Υπόκεινται επίσης σε εξελικτικές μεταβολές «εκ των ένδον». Ο πληθυσμός δεν είναι αρκετά διακριτή οντότητα, ώστε να αποτελέσει μονάδα για τη φυσική επιλογή, ούτε αρκετά σταθερή και ενιαία, ώστε να «επιλέγεται» εις βάρος άλλου πληθυσμού.

Ένα μεμονωμένο άτομο, όσο υπάρχει, φαίνεται να είναι αρκετά διακριτή οντότητα, αλλά, δυστυχώς, για πόσο χρόνο υπάρχει ; Κάθε άτομο είναι μοναδικό. Δεν μπορεί να έχετε εξέλξει επιλέγοντας από οντότητες που καθεμιά αποτελεί μοναδικό και ανεπανάληπτο αντίγραφο ! Η σεξουαλική αναπαραγωγή δεν είναι αντιγραφή. Όπως νοθεύεται ένας πληθυσμός από άλλους πληθυσμούς, έτσι νοθεύονται και οι απόγονοι ενός ατόμου από τον σεξουαλικό σύντροφό του. Τα παιδιά σας είναι μόνο κατά το ήμισυ «εσείς» και τα εγγόνια σας μόνο κατά το ένα τέταρτο. Υστερα από λίγες γενεές, το περισσότερο που μπορείτε να ελπίζετε είναι να έχετε πολλούς απογόνους, ο καθένας τους όμως θα έχει ελάχιστο μέρος σας – λίγα γονίδια –, μολονότι μερικοί θα έχουν το επώνυμό σας.

Τα άτομα δεν είναι μόνιμα αλλά παροδικά πράγματα. Είναι φευγαλέα. Τα χρωματοσώματα επίσης διαλύονται και ξεχνιούνται, όπως οι συνδυασμοί των τραπουλόχαρτων που κρατούν οι παίχτες όταν τελειώσει η παρτίδα. Όμως τα χαρτιά της τράπουλας επιβιώνουν μετά τη διάλυση των συνδυασμών. Τα τραπουλόχαρτα είναι τα γονίδια. Τα γονίδια δεν καταστρέφονται με τον επιχιασμό, απλώς αλλάζουν συντρόφους και συνεχίζουν την πορεία τους. Διαρκώς προχωρούν, αυτή είναι η δουλειά τους. Είναι οι αντιγραφείς κι εμείς είμαστε οι μηχανές για την επιβίωσή τους. Όταν εκπληρώνουμε τον προορισμό μας παραμεριζόμαστε. Όμως τα γονίδια έχουν μονιμοποιηθεί στον γεωλογικό χρόνο : τα γονίδια είναι αιώνια.

Τα γονίδια, όπως και τα διαμάντια, είναι παντοτινά, όχι όμως ακριβώς σαν τα διαμάντια. Ο κρύσταλλος αυτού του πολύτιμου λίθου διατηρείται σαν αναλλοίωτη διάταξη ατόμων. Τα μόρια DNA δεν έχουν μονιμότητα αυτού του είδους. Η ζωή ενός μορίου DNA ως φυσικού αντικειμένου είναι πολύ σύντομη – ίσως μερικοί μήνες, σίγουρα όμως όχι παραπάνω από τη διάρκεια ζωής ενός ατόμου. Εντούτοις, ένα μόριο DNA θεωρητικά θα μπορούσε να συνεχίσει να ζει για εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια με τη μορφή *αντιγράφων* του. Επιπλέον, όπως συνέβη με τους πρώτους αντιγραφείς στην αρχέγονη σούπα, αντίγραφα ενός συγκεκριμένου γονιδίου μπορούν να

εξαπλωθούν παντού σ' όλο τον κόσμο. Αυτό που διαφέρει είναι ότι οι σύγχρονες παραλλαγές είναι συναθροισμένες σε πακέτα μέσα στα σώματα των μηχανών επιβίωσης.

Αυτό που θέλω να τονίσω είναι ότι η σχεδόν αθανασία του γονιδίου με τη μορφή αντιγράφων του είναι η ιδιότητα που χρησιμοποιώ για να δώσω τον ορισμό του. Για ορισμένους λόγους βολεύει να ορίσουμε το γονίδιο ως ένα και μόνο σιστρόνιο, από τη σκοπιά όμως της εξελικτικής θεωρίας ο ορισμός πρέπει να διευρυνθεί. Η έκταση της διεύρυνσης εξαρτάται από τη σκοπιμότητα του ορισμού. Αυτό που επιζητούμε είναι μια πρακτική μονάδα φυσικής επιλογής. Όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι ιδιότητες αυτές είναι η μακροβιότητα, η γονιμότητα και η πιστότητα αντιγραφής. Κατόπιν ορίζουμε το «γονίδιο» ως τη μεγαλύτερη οντότητα που δυνητικά τουλάχιστον, έχει αυτές τις ιδιότητες. Το γονίδιο δηλαδή είναι ένας μακρόβιος αντιγραφέας που υπάρχει με τη μορφή πολλών όμοιων αντιγράφων. Δεν είναι άπειρα μακρόβιο. Ακόμη και ένα διαμάντι δεν είναι κυριολεκτικά αιώνιο. Ακόμη και ένα σιστρόνιο μπορεί να κοπεί στα δύο με επιχιασμό. Το γονίδιο, εξ ορισμού, είναι ένα κομμάτι χρωμοσώματος αρκετά μικρό ώστε δυνητικά να διατηρείται για *αρκετά μεγάλο* χρονικό διάστημα λειτουργώντας ως σημαντική μονάδα φυσικής επιλογής.

Όμως, πόσο ακριβώς είναι το «αρκετά μεγάλο»; Εδώ δεν υπάρχει σίγουρη και άμεση απάντηση. Εξαρτάται από το πόσο σκληρή είναι η «πίεση» της φυσικής επιλογής, δηλαδή από το πόσο πιθανότερο είναι να πεθάνει μια «κακή» γενετική μονάδα συγκριτικά με την «καλή» αλληλόμορφή της. Αυτό είναι ζήτημα ποσοτικών λεπτομερειών που αλλάζουν από παράδειγμα σε παράδειγμα. Η μεγαλύτερη πρακτική μονάδα φυσικής επιλογής – το γονίδιο – βρίσκεται συνήθως κάπου ανάμεσα στο σιστρόνιο και το χρωμόσωμα.

Για να θεωρήσουμε το γονίδιο βασική μονάδα φυσικής επιλογής στηριζόμαστε στη δυνητική αθανασία του. Όμως πρέπει να προσέξουμε τη λέξη «δυνητική». Ένα γονίδιο *μπορεί* να ζήσει εκατομμύρια χρόνια ενώ πολλά νέα γονίδια δεν μπορούν να περάσουν ούτε στην πρώτη γενεά. Λίγα γονίδια περνούν από γενεά σε γενεά κι αυτό οφείλεται εν μέρει στο ότι είναι τυχερά αλλά κυρίως στο ότι έχουν αυτό που βασικά χρειάζεται : την ικανότητα να κατασκευάζουν μηχανές επιβίωσης. Επιδρούν στην εμβρυϊκή ανάπτυξη κάθε διαδοχικού σώματος στο οποίο βρίσκονται, με τέτοιον τρόπο ώστε αυτό το σώμα να έχει μεγαλύτερες πιθανότητες να ζήσει και να αναπαραχθεί απ' όσες θα είχε αν βρισκόταν υπό την επίδραση του ανταγωνιστικού γονιδίου, του αλληλόμορφου. Λόγου χάρη, ένα «καλό» γονίδιο μπορεί να εξασφαλίσει την επιβίωσή του αν εφοδιάζει τα διαδοχικά σώματα στα οποία βρίσκεται με μακριά πόδια, που τα βοηθούν να ξεφεύγουν από τους εχθρούς τους. Αυτό το παράδειγμα δεν μας δίνει γενικό ορισμό του «καλού» γονιδίου, γιατί τα μακριά πόδια δεν είναι πλεονέκτημα σε όλες τις περιπτώσεις : για τον τυφλοπόντικα θα ήταν ασφαλώς μειονέκτημα. Αντί να μπερδεύομαστε σε λεπτομέρειες, μήπως θα μπορούσαμε να βρούμε ιδιότητες που να υπάρχουν *ανεξάρτητα* σε όλα τα καλά (δηλαδή μακρόβια) γονίδια ; Και αντίστροφα, ποιες είναι οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν αυτομάτως ένα γονίδιο «κακό», δηλαδή βραχύβιο ; Θα μπορούσαμε να βρούμε αρκετές τέτοιες ιδιότητες, μία όμως σχετίζεται ιδιαίτερα με το θέμα του βιβλίου μας : σε γονιδιακό επίπεδο, ο αλτρουισμός πρέπει να είναι κακή ιδιότητα και ο εγωισμός καλή. Αυτό είναι η σκληρή συνέπεια των ορισμών που δώσαμε για τον αλτρουισμό και τον εγωισμό. Τα γονίδια ανταγωνίζονται άμεσα τα αλληλόμορφα τους επειδή για να επιβιώσουν στην γονιδιακή δεξαμενή διεκδικούν μαζί με τα αλληλόμορφα τους την ίδια θέση στα χρωμοσώματα των μελλοντικών γενεών. Κάθε γονίδιο που συμπεριφέρεται έτσι που να αυξάνονται οι πιθανότητες επιβίωσής του στη γονιδιακή δεξαμενή εις βάρος των αλληλόμορφών του, τείνει εξ ορισμού να επιβιώσει. Το γονίδιο είναι η βασική μονάδα εγωισμού.

Τώρα διατύπωσα καθαρά το βασικό μήνυμα αυτού του κεφαλαίου. Εντούτοις δεν έδωσα σημασία σε μερικές περιπλοκές και σιωπηρές παραδοχές. Η πρώτη περιπλοκή έχει ήδη αναφερθεί εν συντομία. Τα γονίδια, όσο ανεξάρτητα και ελεύθερα κι αν είναι στο ταξίδι τους διαμέσου των γενεών, δεν είναι *καθόλου* ελεύθεροι και ανεξάρτητοι παράγοντες ελέγχου της εμβρυϊκής ανάπτυξης. Συνεργάζονται και αλληλεπιδρούν με ανεξιχνίαστα σύνθετους τρόπους, τόσο μεταξύ

τους όσο και με το εξωτερικό περιβάλλον. Εκφράσεις όπως «γονίδιο για μακριά πόδια» ή «γονίδιο για αλτρουιστική συμπεριφορά» είναι βολικά σχήματα λόγου, είναι όμως σημαντικό να κατανοήσουμε την ακριβή σημασία τους. Δεν υπάρχει κανένα γονίδιο αποκλειστικά υπεύθυνο για τη δημιουργία ενός ποδιού, μακριού ή κοντού. Η δημιουργία ενός ποδιού είναι αποτέλεσμα συνεργασίας πολλών γονιδίων. Επίσης δεν μπορούμε να παραβλέψουμε τις επιδράσεις του περιβάλλοντος : στο κάτω κάτω, για να γίνουν τα πόδια χρειάζεται τροφή ! Εντούτοις, πρέπει να υπάρχει κάποιο γονίδιο που, *όταν όλες οι άλλες συνθήκες είναι οι ίδιες*, συντελεί στην ανάπτυξη μακρύτερων ποδιών συγκριτικά με αυτά που θα έδινε το αλληλόμορφο του.

Μια χρήσιμη παρομοίωση σχετίζεται με την επίδραση των λιπασμάτων, λόγου χάρη των νιτρικών, στην ανάπτυξη του σταριού. Όλοι ξέρουμε ότι τα στάχυα γίνονται μεγαλύτερα όταν το έδαφος περιέχει νιτρικά λιπάσματα. Κανένας όμως δεν θα ήταν τόσο ανόητος ώστε να ισχυριστεί ότι τα φυτά του σταριού μεγαλώνουν μόνο με νιτρικά άλατα. Εξίσου απαραίτητοι είναι και άλλοι παράγοντες όπως ο σπόρος, το χώμα, ο ήλιος, το νερό και διάφορα ανόργανα υλικά. Όμως, αν όλοι αυτοί οι παράγοντες παραμένουν σταθεροί ή μεταβάλλονται μέσα σε περιορισμένα όρια, η προσθήκη νιτρικών θα συντελέσει στην ανάπτυξη μεγαλύτερων φυτών. Κάτι παρόμοιο συμβαίνει με τα επιμέρους γονίδια στην ανάπτυξη του εμβρύου. Η εμβρυϊκή ανάπτυξη ελέγχεται από ένα πλέγμα σχέσεων τόσο περίπλοκο ώστε θά 'ταν καλύτερα να το αφήσουμε. Κανένας παράγοντας, γενετικός ή περιβαλλοντικός, δεν μπορεί να θεωρηθεί ως μοναδικό «αίτιο» σχηματισμού κάποιου μέλους ενός βρέφους. Ο σχηματισμός κάθε μέλους ή οργάνου του βρέφους οφείλεται σε αναρίθμητα προγενέστερα αίτια. Όμως μια *διαφορά* ανάμεσα σ' ένα βρέφος και κάποιο άλλο, λόγου χάρη η διαφορά στο μήκος των ποδιών τους, θα μπορούσε εύκολα να αποδοθεί σε μία ή σε λίγες προϋπάρχουσες διαφορές είτε του περιβάλλοντος είτε των γονιδίων. Στον αγώνα για την επιβίωση, οι διαφορές έχουν αποφασιστική σημασία για την εξέλιξη.

Οι θανάσιμοι αντίπαλοι ενός γονιδίου είναι τα αλληλόμορφα του, ενώ τα άλλα γονίδια είναι απλώς μέρος του περιβάλλοντός του και μπορεί να παραβληθούν με τη θερμοκρασία, την τροφή, τους εχθρούς ή τους συντρόφους. Το αποτέλεσμα της δράσης του γονιδίου εξαρτάται από το περιβάλλον του, που περιλαμβάνει και άλλα γονίδια. Μερικές φορές ένα γονίδιο εκδηλώνει κάποια δράση όταν συνυπάρχει με ένα άλλο συγκεκριμένο γονίδιο και εντελώς διαφορετική όταν συνυπάρχει με άλλα γονίδια. Το σύνολο των γονιδίων που υπάρχουν σε ένα σώμα συνιστά ένα είδος γενετικού «κλίματος» ή περίγυρου που τροποποιεί και επηρεάζει τα αποτελέσματα κάποιου συγκεκριμένου γονιδίου.

Τώρα θα νομιστεί ότι βρισκόμαστε μπροστά σ' ένα παράδοξο. Αν η δημιουργία ενός βρέφους είναι τόσο περίπλοκο συνεργατικό εγχείρημα και αν κάθε γονίδιο για να επιτελέσει το έργο του χρειάζεται μερικές χιλιάδες συντροφικά γονίδια, πως μπορούμε να συμβιβάσουμε αυτό το γεγονός με την εικόνα που δώσαμε ότι τα γονίδια πηδούν σαν αθάνατα αγριοκάτσικα από σώμα σε σώμα ανά τους αιώνες, είναι δηλαδή απολύτως ελεύθεροι και συμφεροντολόγοι παράγοντες της ζωής ; Μήπως όλα όσα είπαμε δεν σημαίνουν τίποτε ; Καθόλου. Μπορεί να «παρατράβηξα» κάπως με τις στομφώδεις περιγραφές μου, όμως δεν αερολογούσα και στην πραγματικότητα δεν υπάρχει κανένα παράδοξο. Αυτό μπορούμε να το εξηγήσουμε με μία ακόμη παρομοίωση.

Στις λεμβοδρομίες είναι αδύνατο να νικήσει από μόνος του ένας λεμβοδρόμος. Χρειάζεται 8 συντρόφους. Ο καθένας τους έχει μια ειδικότητα και κάθετα πάντα σε ορισμένη θέση του σκάφους – κωπηλάτης, επίκωπος, πηδαλιούχος κ.ά. Είναι βέβαιο πως η λεμβοδρομία είναι έργο συνεργασίας, όπως μερικοί συνεισφέρουν περισσότερο από τους άλλους. Ας υποθέσουμε ότι ένας προπονητής θέλει να συγκροτήσει ένα ιδανικό πλήρωμα διαλέγοντας τα μέλη του από μια ομάδα υποψηφίων, μερικοί από τους οποίους είναι ειδικευμένοι κωπηλάτες, άλλοι επίκωποι, άλλοι πηδαλιούχοι κ.ό.κ. Εφαρμόζει λοιπόν την ακόλουθη τακτική : Κάθε μέρα σχηματίζει 3 νέα πληρώματα, τοποθετεί τους υποψηφίους τυχαία στις διάφορες θέσεις και βάζει τα 3 πληρώματα να συναγωνιστούν μεταξύ τους. Υστερα από μερικές εβδομάδες αρχίζει να διακρίνει ότι το πλήρωμα που νικά συχνότερα περιλαμβάνει μερικά συγκεκριμένα άτομα, που πρέπει να είναι καλοί

λεμβοδρόμοι. Αλλα άτομα βρίσκονται σταθερά στα πληρώματα που χάνουν και τελικά θα αποκλειστούν. Βέβαια, θα μπορούσε ένας εξαιρετικός λεμβοδρόμος να είναι μέλος ενός πληρώματος που χάνει είτε εξαιτίας της κατωτερότητας των άλλων μελών είτε από κακοτυχία, π.χ. από ισχυρό αντίθετο άνεμο. Μόνο κατά μέσο όρο μπορούμε να πούμε πως οι καλύτεροι λεμβοδρόμοι βρίσκονται στο σκάφος που νικά.

Οι λεμβοδρόμοι είναι τα γονίδια. Τα άτομα που διεκδικούν την ίδια θέση στη λέμβο είναι τα αλληλόμορφα, που δυνητικά μπορούν να καταλάβουν την ίδια θέση σ' ένα χρωμόσωμα. Η γρήγορη κίνηση του σκάφους αντιστοιχεί στην κατασκευή ενός σώματος ικανού να επιβιώσει. Ο άνεμος είναι το εξωτερικό περιβάλλον. Το σύνολο των υποψηφίων κωπηλατών είναι η γονιδιακή δεξαμενή. Όσο αφορά την επιβίωση κάποιου σώματος, αυτή εξαρτάται από όλα τα γονίδια που βρίσκονται στο ίδιο σκάφος. Πολλές φορές, ένα καλό γονίδιο τυχαίνει να έχει κακή συντροφιά και να βρεθεί σ' ένα σώμα μαζί με ένα θανατηφόρο γονίδιο που σκοτώνει το σώμα στην παιδική ηλικία. Τότε το καλό γονίδιο που καταστρέφεται είναι απλώς ένα σώμα, ενώ αντίγραφο του καλού γονιδίου επιζούν σε άλλα σώματα που δεν έχουν το θανατηφόρο γονίδιο. Πολλά αντίγραφα καλών γονιδίων φυτοζωούν επειδή τυχαίνει να βρίσκονται σε σώματα με κακά γονίδια. Αλλα χάνονται από διάφορες κακοτυχίες, λόγου χάρη όταν τα σώματα στα οποία βρίσκονται χτυπηθούν από κεραυνό. Όμως η τύχη, καλή ή κακή, είναι εξ' ορισμού τυφλή, και ένα γονίδιο που βρίσκεται πάντα με τους χαμένους δεν είναι άτυχο. Απλώς είναι κακό γονίδιο.

Μία από τις ιδιότητες ενός καλού λεμβοδρόμου είναι το πνεύμα συντροφικότητας, η ικανότητά του να προσαρμόζεται και να συνεργάζεται με το υπόλοιπο πλήρωμα. Η ιδιότητα αυτή μπορεί να είναι το ίδιο σημαντική όσο και τα δυνατά μπράτσα. Όπως είδαμε στην περίπτωση των πεταλούδων, η φυσική επιλογή μπορεί αθέλητα να «μοντάρει» ένα γονιδιακό σύμπλεγμα κάνοντας αναστροφές και άλλες μετακινήσεις τμημάτων ενός χρωμοσώματος, και να δημιουργήσει μια στενά συνδεδεμένη ομάδα γονιδίων που να συνεργάζονται αρμονικά. Υπάρχει όμως και η περίπτωση να επιλεγούν γονίδια τα οποία δεν έχουν φυσική σχέση μεταξύ τους, αλλά απλώς επειδή είναι αμοιβαίως συμβατά. Σε πλεονεκτική θέση θα βρίσκεται το γονίδιο που συνεργάζεται αρμονικά με τα περισσότερα απ' αυτά που μπορεί να συναντήσει σε διαδοχικά σώματα, δηλαδή με το σύνολο των γονιδίων της γονιδιακής δεξαμενής.

Λόγου χάρη, για την αποτελεσματική λειτουργία του σώματος ενός σαρκοβόρου θα βοηθούσαν σημαντικά ορισμένα χαρακτηριστικά, όπως τα μυτερά και κοφτερά δόντια, το κατάλληλο στομαχικό και εντερικό σύστημα για την πέψη κρέατος κ.ά. Από την άλλη μεριά, ένα επιτυχημένο χορτοφάγο χρειάζεται επίπεδα δόντια κατάλληλα να αλέθουν και πολύ μεγαλύτερο μήκος εντέρων με διαφορετικό είδος χημισμού πέψης. Σε μια γονιδιακή δεξαμενή χορτοφάγων, κάθε γονίδιο που εφοδιάζει το ζώο με κοφτερά δόντια κατάλληλα για κρεοφαγία θα βρίσκεται σε μειονεκτική θέση. Κι αυτό όχι επειδή η σαρκοφαγία είναι γενικά κακή, αλλά επειδή διατροφή με κρέας είναι δυνατή μόνο αν υπάρχουν τα κατάλληλα στομάχια και οι άλλες ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τον τρόπο ζωής ενός σαρκοφάγου. Τα γονίδια για κοφτερά δόντια κατάλληλα για σαρκοφαγία δεν είναι από τη φύση τους κακά. Μειονεκτούν μόνο αν βρίσκονται σε μια γονιδιακή δεξαμενή όπου κυριαρχούν γονίδια κατάλληλα για χορτοφαγία.

Εδώ πρόκειται για λεπτή και περίπλοκη ιδέα. Είναι περίπλοκη γιατί το «περιβάλλον» ενός γονιδίου συνίσταται κυρίως από άλλα γονίδια που κι αυτά επιλέχθηκαν εξαιτίας της ικανότητάς τους να συνεργάζονται με το δικό τους περιβάλλον, που κι αυτό είναι άλλα γονίδια. Για να κατανοήσουμε αυτό το λεπτό σημείο θα χρησιμοποιήσουμε μια κατάλληλη παρομοίωση, όμως αυτή τη φορά δεν θα τη πάρουμε από την καθημερινή εμπειρία αλλά από τη «θεωρία των παιγνίων», για την οποία θα μιλήσουμε στο 5^ο κεφάλαιο επειδή σχετίζεται με τους ατομικούς επιθετικούς αγώνες ανάμεσα στα ζώα. Γι αυτό το λόγο θα αναβάλλω τη συζήτηση αυτού του θέματος ως το τέλος του 5^{ου} κεφαλαίου και θα επιστρέψω στο κεντρικό μήνυμα του παρόντος κεφαλαίου : ότι δηλαδή ως καλύτερη μονάδα φυσικής επιλογής δεν πρέπει να θεωρηθεί το είδος, ούτε ο πληθυσμός, ούτε ακόμη το άτομο, αλλά κάποια μικρή μονάδα γενετικού υλικού που μας

βολεύει να την ονομάσουμε γονίδιο. Όπως εκθέσαμε παραπάνω, η βασική άποψή μας ήταν η παραδοχή ότι τα γονίδια είναι δυνητικώς αθάνατα, ενώ τα σώματα και όλες οι άλλες ανώτερες μονάδες είναι πρόσκαιρα κατασκευάσματα. Αυτή η παραδοχή στηρίζεται σε δύο γεγονότα : το πρώτο είναι η σεξουαλική αναπαραγωγή και ο επιχιασμός και το δεύτερο το θνητό του ατόμου. Αναμφισβήτητα, αυτά τα δύο γεγονότα είναι αληθινά. Αυτό όμως δεν μας εμποδίζει να ρωτάμε για ποιο λόγο συμβαίνουν. Για ποιο λόγο εμείς, αλλά και οι περισσότερες μηχανές επιβίωσης, εφαρμόζουμε τη σεξουαλική αναπαραγωγή ; Γιατί επιχιάζονται τα χρωμοσώματά μας ; Και γιατί δεν είμαστε αθάνατοι ;

Το ερώτημα γιατί πεθαίνουμε όταν γεράσουμε είναι σύνθετο και οι λεπτομέρειές του υπερβαίνουν το σκοπό αυτού του βιβλίου. Εκτός από ειδικούς λόγους, έχουν προταθεί και μερικοί γενικότεροι. Λόγου χάρη, σύμφωνα μια θεωρία τα γηρατεία είναι η συσσώρευση επιβλαβών αντιγραφικών σφαλμάτων και άλλων γονιδιακών βλαβών που συμβαίνουν στη διάρκεια ζωής του ατόμου. Μια άλλη θεωρία, που τη διατύπωσε ο Sir Peter Medawar [Αγγλος βιολόγος ζωολόγος, για τις εργασίες του στη μεταμόσχευση ιστών τιμήθηκε το 1970 με το βραβείο Νόμπελ Ιατρικής (Σ.τ.μ.)], αποτελεί καλό παράδειγμα εφαρμογής της θεωρίας της εξέλιξης με βάση τη γονιδιακή επιλογή. Καταρχήν ο Medawar απορρίπτει παραδοσιακές απόψεις, όπως π.χ. ότι «ο θάνατος των ηλικιωμένων ατόμων μπορεί να θεωρηθεί ως πράξη αλτρουισμού απέναντι στα υπόλοιπα μέλη του είδους, γιατί αν συνέχιζαν να ζουν όντας ανίκανα για αναπαραγωγή, θα γέμιζαν τον κόσμο με άχρηστα πράγματα». Όπως επισημαίνει ο Medawar, αυτή η άποψη είναι φαύλος κύκλος επειδή αποδέχεται αυτό που θέλει να αποδείξει, ότι δηλαδή τα γηρασμένα ζώα είναι ανίκανα για αναπαραγωγή. Επίσης αποτελεί ένα απλοϊκό είδος ερμηνείας που στηρίζεται στην επιλογή ομάδων ή την επιλογή ειδών, αν και αυτό θα μπορούσε να διατυπωθεί με κοσμιότερο τρόπο. Η θεωρία του Medawar έχει μια ελκυστική λογική, και σύμφωνα μ' αυτή μπορούμε να πούμε τα εξής :

Έχουμε ήδη αναζητήσει τις γενικές ιδιότητες που χαρακτηρίζουν ένα «καλό» γονίδιο και καταλήξαμε ότι μία από αυτές είναι ο «εγωισμός». Μια άλλη ιδιότητα που πρέπει έχουν τα επιτυχημένα γονίδια είναι η τάση τους να αναβάλουν το θάνατο των μηχανών επιβίωσής τους τουλάχιστον μέχρι που να αναπαραχθούν. Αναμφίβολα, κάποια ξαδέλφια ή θείοι σας μπορεί να πέθαναν στην παιδική ηλικία τους, αυτό όμως δεν μπορεί να συνέβη σε κανέναν πρόγονό σας. Οι πρόγονοι δεν πεθαίνουν νέοι !

Το γονίδιο που προκαλεί το θάνατο όσων το έχουν ονομάζεται *θανατογόνο* [ονομάζεται και θανατηφόρο ή θνησιγόνο (Σ.τ.μ.)]. Ένα ημιθανατογόνο γονίδιο προκαλεί κάποια εξασθένιση, η οποία αυξάνει τις πιθανότητες θανάτου από άλλες αιτίες. Κάθε γονίδιο ασκεί τη μέγιστη επίδρασή του στα σώματα σε κάποια ορισμένη περίοδο της ζωής τους, και απ' αυτό δεν εξαιρούνται τα θανατογόνα γονίδια. Τα περισσότερα γονίδια ασκούν την επίδρασή τους κατά τη διάρκεια της εμβρυϊκής ζωής, άλλα στην παιδική ηλικία, άλλα στην εφηβεία, άλλα στη μέση ηλικία και, τέλος, άλλα στα γεράματα. (Θυμηθείτε ότι η κάμπια και η μετέπειτα πεταλούδα έχουν ακριβώς το ίδιο σύνολο γονιδίων). Προφανώς, τα θανατογόνα γονίδια τείνουν να εξαλειφθούν από τη γονιδιακή δεξαμενή. Εντούτοις, είναι εξίσου προφανές ότι ένα θανατογόνο γονίδιο που η δράση του εκδηλώνεται αργά θα είναι ευσταθέστερο στη γονιδιακή δεξαμενή συγκριτικά με κάποιο άλλο επίσης θανατογόνο που η δράση του εκδηλώνεται νωρίς. Ένα θανατογόνο γονίδιο με αργοπορημένη δράση μπορεί να είναι επιτυχημένο υπό τον όρο ότι η δράση του θα εκδηλώνεται τουλάχιστον μετά την ηλικία της αναπαραγωγής. Για παράδειγμα, ένα γονίδιο που προκαλεί καρκίνο σε ηλικιωμένα άτομα θα μπορούσε να περάσει σε πολλούς απογόνους γιατί τα άτομα αυτά θα είχαν δώσει απογόνους πριν προσβληθούν από καρκίνο. Από την άλλη μεριά, ένα γονίδιο που θα προκαλούσε καρκίνο σε νεαρά αλλά αναπαραγωγικά άτομα δεν θα περνούσε σε τόσο πολλούς απογόνους, και ένα γονίδιο που εκδηλώνει τη μοιραία δράση του στην παιδική ηλικία ενός ατόμου δεν θα περάσει σε κανέναν απόγονο. Συνεπώς, σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, ο γεροντικός εκφυλισμός είναι απλώς ένα υποπροϊόν της συσσώρευσης στη γονιδιακή δεξαμενή θανατογόνων και ημιθανατογόνων γονιδίων που δρουν αργά και τα οποία έχουν διολισθήσει

διαμέσου του δικτύου της φυσικής επιλογής απλώς επειδή η δράση τους εκδηλώνεται σε προχωρημένη ηλικία.

Ο ίδιος ο Medawar τονίζει ιδιαίτερα την άποψη ότι η επιλογή θα ευνοήσει τα γονίδια που καθυστερούν τη δράση των θανατογόνων γονιδίων, πράγμα που ευνοεί όσα γονίδια επιταχύνουν τη δράση των «καλών» γονιδίων. Πιθανώς, ένα μεγάλο μέρος της εξέλιξης οφείλεται σε γενετικά ελεγχόμενες αλλαγές του χρόνου στον οποίο θα εκδηλωθεί η δραστηριότητα των γονιδίων.

Αξίζει να σημειώσουμε ότι αυτή η θεωρία δεν χρειάζεται καμιά υπόθεση σχετικά με την ηλικία στην οποία πραγματοποιείται η αναπαραγωγή. Η θεωρία του Medawar ξεκινώντας από την υπόθεση ότι όλα τα άτομα έχουν τις ίδιες πιθανότητες να αποκτήσουν παιδί σε οποιαδήποτε ηλικία, δεν δυσκολεύεται να προβλέψει ότι στη γονιδιακή δεξαμενή θα συσσωρευτούν επιβλαβή γονίδια που δρουν αργά, ενώ η τάση μείωσης της αναπαραγωγής σε μεγάλη ηλικία θα προκύψει ως δευτερεύουσα συνέπεια.

Παράλληλα, ένα όμορφο αποτέλεσμα αυτής της θεωρίας είναι ότι μας οδηγεί σε μερικές ενδιαφέρουσες σκέψεις. Αν θέλαμε, λόγω χάρη, να αυξήσουμε τη διάρκεια ζωής του ανθρώπου θα μπορούσαμε να το επιτύχουμε με δύο τρόπους.

Πρώτον, θα απαγορεύαμε την αναπαραγωγή πριν από κάποια ηλικία, π.χ. πριν από τα 40. Μετά από μερικούς αιώνες αυτό το κατώτερο όριο θα έφτανε ίσως στα 50 κ.ο.κ. Έτσι ο μέσος όρος ζωής του ανθρώπου θα μπορούσε να είναι μερικοί αιώνες. Δεν φαντάζομαι όμως πως θα ήθελε κανείς στα σοβαρά να θεσπιστεί μια τέτοια πολιτική.

Δεύτερον, θα μπορούσαμε να «ξεγελάσουμε» τα γονίδια κάνοντάς τα να «πιστεύουν» ότι βρίσκονται σε νεαρότερα σώματα απ' ό,τι είναι στην πραγματικότητα. Αυτό, στην πράξη, προϋποθέτει ότι ξέρουμε ποιες αλλαγές γίνονται στο εσωτερικό χημικό περιβάλλον ενός σώματος όταν γερνάει. Κάθε τέτοια αλλαγή μπορεί να είναι «σήμα» για την έναρξη της δράσης των θανατογόνων γονιδίων που δρουν αργά. Αν κατορθώναμε να δημιουργήσουμε ένα τεχνητό νεανικό χημικό περιβάλλον θα ήταν δυνατό να εμποδίσουμε την ενεργοποίηση των επιβλαβών γονιδίων που δρουν αργά. Το ενδιαφέρον είναι ότι τα χημικά σήματα της γεροντικής ηλικίας δεν είναι υποχρεωτικά επιβλαβή καθ' εαυτά. Υποθέστε, λόγω χάρη, ότι η συγκέντρωση κάποιας ουσίας A είναι μεγαλύτερη στα σώματα ηλικιωμένων ατόμων απ' ό,τι στα νεαρά. Η ίδια η ουσία A μπορεί να είναι τελείως ακίνδυνη, ίσως κάποια ουσία από τις τροφές η οποία με την πάροδο του χρόνου συσσωρεύεται στο σώμα. Όμως, αυτόματα, ένα γονίδιο που τυχαίνει να ασκεί επιβλαβή επίδραση όταν υπάρχει η A, αλλά με καλή επίδραση κατά τα άλλα όταν απουσιάζει η A, θα επιλεγόταν θετικά στην γονιδιακή δεξαμενή, και στην πραγματικότητα *θα ήταν* ένα γονίδιο που θα προκαλούσε το θάνατο από γηρατειά. Η θεραπεία θα ήταν απλούστατη : να αφαιρέσουμε την A από το σώμα.

Το επαναστατικό αυτής της ιδέας είναι ότι η ουσία A είναι μόνο η «ετικέτα» των γηρατειών. Ο γιατρός που θα διαπίστωνε ότι οι υψηλές συγκεντρώσεις της A έτειναν να οδηγήσουν στο θάνατο, πιθανώς θα θεωρούσε την A ένα είδος δηλητηρίου, και θα σκεφτόταν να βρει μια άμεση αιτιακή σχέση ανάμεσα στην ουσία A και τη σωματική δυσλειτουργία. Όμως ο τρόπος που εκθέτουμε τα πράγματα δείχνει ότι θα έχανε απλώς το χρόνο του !

Θα μπορούσε επίσης να υπάρχει μια άλλη ουσία B «ετικέτα» της νεότητας, με την έννοια ότι η συγκέντρωσή της θα ήταν μεγαλύτερη στα σώματα νεαρών ατόμων απ' όση είναι σε ηλικιωμένα άτομα. Για μια φορά ακόμη, θα επιλέγονταν τα γονίδια που έχουν καλά αποτελέσματα όταν υπάρχει η B αλλά επιβλαβή όταν απουσιάζει. Αν δεν υπάρχει τρόπος να εξακριβωθεί η φύση των A και B (π.χ. θα μπορούσε να υπάρχουν πολλές τέτοιες ουσίες), μόνο μια γενική πρόβλεψη θα μπορούσαμε να κάνουμε : όσο καλύτερα απομιμηθούμε τις ιδιότητες ενός νεαρού σώματος μέσα σ' ένα γερασμένο (όσο επιφανειακές κι αν είναι αυτές οι ιδιότητες) τόσο περισσότερο θα μπορούσε να ζήσει το γερασμένο σώμα.

Πρέπει να τονίσω ότι όλα αυτά είναι απλές σκέψεις βασισμένες στη θεωρία του Medawar. Μολονότι υπάρχει η αίσθηση ότι λογικά η συγκεκριμένη θεωρία πρέπει να περικλείει κάποιαν

αλήθεια, αυτό δεν σημαίνει υποχρεωτικά ότι δίνει σωστές εξηγήσεις σε κάθε περίπτωση γεροντικού εκφυλισμού. Αυτό που έχει εδώ σημασία είναι ότι η άποψη της εξέλιξης με βάση τη γονιδιακή επιλογή δεν δυσκολεύεται να εξηγήσει τους λόγους για τους οποίους τα γηρασμένα άτομα οδεύουν προς το θάνατο. Η άποψη ότι πρέπει να πεθαίνουν τα άτομα, η οποία είναι η κατευθυντήρια ιδέα του παρόντος κεφαλαίου, δικαιώνεται στο πλαίσιο της θεωρίας του Medawar. Η άλλη παραδοχή που έχω αναφέρει, ότι δηλαδή πρέπει να υπάρχει σεξουαλική αναπαραγωγή και επιχιασμός, τεκμηριώνεται δυσκολότερα. Ο επιχιασμός δεν είναι γενικό φαινόμενο. Στις αρσενικές μύγες του είδους «δροσόφιλα» δεν γίνεται. Υπάρχει επίσης ένα γονίδιο που καταστέλλει τον επιχιασμό και στις θηλυκές. Αν εκτρέφαμε έναν πληθυσμό δροσόφιλων στον οποίο αυτό το γονίδιο είχε καθολική παρουσία, το *χρωμόσωμα* σε μια «χρωμοσωμική δεξαμενή» θα γινόταν η βασική αδιαίρετη μονάδα φυσικής επιλογής. Πραγματικά, αν ακολουθήσουμε τον ορισμό μας στις λογικές του συνέπειες, πρέπει να θεωρήσουμε ολόκληρο το χρωμόσωμα ως ένα «γονίδιο».

Υπάρχουν επίσης και εναλλακτικοί τρόποι αναπαραγωγής, όπως η αφυλετική. Οι θηλυκές πράσινες αφίδες (κν. μελίγκρες) μπορούν να γεννήσουν χωρίς τη βοήθεια αρσενικού (παρθενογένεση) θηλυκούς απογόνους που περιέχουν όλα τα γονίδια της μητέρας τους. (Καμιά φορά, το έμβρυο στη «μήτρα» της μητέρας μπορεί να περιέχει ένα ακόμη μικρότερο έμβρυο μέσα στη δική του «μήτρα». Έτσι η θηλυκή μελίγκρα μπορεί να γεννήσει ταυτόχρονα κόρη και εγγονή, που και οι δύο τους είναι αυθεντικά δίδυμα). Πολλά φυτά πολλαπλασιάζονται με παραφυάδες. Σ' αυτή την περίπτωση θα ήταν προτιμότερο να μιλάμε για ανάπτυξη και όχι για αναπαραγωγή. Αλλά τότε, αν το καλοσκεφτούμε, δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά ανάμεσα στην ανάπτυξη και τη μη σεξουαλική (αγενή) αναπαραγωγή, επειδή και οι δύο γίνονται με απλή μιτωτική διαίρεση κυττάρων. Μερικές φορές τα φυτά που προκύπτουν από πολλαπλασιασμό με παραφυάδες αποσπώνται από τα «μητρικά» φυτά. Σε άλλες περιπτώσεις, λόγω χάρη, στις φτελιές, οι συνδεδεμένες παραφυάδες των δέντρων παραμένουν άθικτες. Στην πραγματικότητα, ένα ολόκληρο δάσος από φτελιές θα μπορούσε να θεωρηθεί ένα και μόνο δέντρο.

Έτσι προκύπτει το ερώτημα : εφόσον οι μελίγκρες και οι φτελιές δεν πολλαπλασιάζονται με φυλετική αναπαραγωγή, γιατί εμείς οι άλλοι μπαίνουμε στον κόπο να αναμειγνύουμε τα γονίδια μας με τα γονίδια ενός άλλου ατόμου για ν' αποκτήσουμε ένα παιδί ; Αυτό φαίνεται παράξενο. Πως φανερώθηκε για πρώτη φορά η σεξουαλική αναπαραγωγή, αυτή η παράξενη διαστροφή της αγενούς αναπαραγωγής ; Τι καλό έχει η σεξουαλική αναπαραγωγή ;

Στο παραπάνω ερώτημα είναι πολύ δύσκολο να απαντήσει ο υποστηρικτής της εξέλιξης. Οι περισσότερες προσπάθειες που έγιναν για να δοθεί κάποια απάντηση περιλαμβάνουν πολύπλοκους μαθηματικούς συλλογισμούς. Ειλικρινά, θέλω να αποφύγω το ερώτημα. Θα πω όμως μόνο ένα πράγμα : τουλάχιστον μερικές από τις δυσκολίες που συναντούν οι θεωρητικοί που προσπαθούν να εξηγήσουν την εξέλιξη του φυλογενετικού πολλαπλασιασμού οφείλονται στη συνήθειά τους να σκέφτονται ότι αυτό που προσπαθεί να μεγιστοποιήσει τον αριθμό των γονιδίων του που θα περάσουν στις επόμενες γενεές είναι το άτομο. Ομως, μ' αυτή τη συλλογιστική, η σεξουαλική αναπαραγωγή φαίνεται παράδοξη επειδή αυτός ο τρόπος για να διαδώσει το άτομο τα γονίδια του δεν είναι «αποτελεσματικός» : Κάθε παιδί παίρνει μόνο μισά γονίδια ενός ατόμου και τα άλλα μισά από τον σεξουαλικό σύντροφό του. Αν ένα άτομο έκανε, όπως οι μελίγκρες, παιδιά τέλεια αντίγραφα του εαυτού του, θα μεταβίβαζε στην επόμενη γενεά σε κάθε παιδί του το 100% των γονιδίων του. Αυτό το φαινομενικά παράδοξο οδήγησε πολλούς θεωρητικούς να αποδεχθούν τη θεωρία επιλογής ομάδων, επειδή είναι ευκολότερο να βρούμε πλεονεκτήματα της φυλετικής αναπαραγωγής σε επίπεδο ομάδας. Η σχετική φράση του W. F. Bodmer είναι περιεκτική : «Ο φυλογενετικός πολλαπλασιασμός διευκολύνει να συσσωρευτούν σ' ένα άτομο ευνοϊκές μεταλλάξεις οι οποίες προέκυψαν ξεχωριστά σε διαφορετικά άτομα».

Το εν λόγω παράδοξο φαίνεται λιγότερο παράξενο αν ακολουθήσουμε τη γραμμή σκέψης αυτού του βιβλίου και θεωρήσουμε ότι το άτομο είναι μια μηχανή επιβίωσης αποτελούμενη από έναν

βραχύβιο συνασπισμό μακρόβιων γονιδίων. Η «αποδοτικότητα» σ' αυτήν την περίπτωση δεν φαίνεται να έχει σχέση με το άτομο ως σύνολο. Η φυλετική και η αφυλετική αναπαραγωγή πρέπει να θεωρηθούν ιδιότητες ελεγχόμενες από ένα και μόνο γονίδιο, όπως το γαλάζιο και το καστανό χρώμα των ματιών. Ένα γονίδιο «υπεύθυνο» για τη φυλετική αναπαραγωγή ελέγχει όλα τα άλλα γονίδια για τους δικούς του εγωιστικούς σκοπούς. Το ίδιο κάνει και ένα γονίδιο υπεύθυνο για τον επιχιασμό. Υπάρχουν επίσης γονίδια (τα ονομαζόμενα μεταλλάκτες) που ελέγχουν τους ρυθμούς ανατύπωσης σφαλμάτων άλλων γονιδίων. Εξ ορισμού, ένα ανατυπούμενο σφάλμα αποτελεί μειονέκτημα για το γονίδιο που «κακοτυπώνεται». Αν όμως το ανατυπούμενο σφάλμα αποφέρει κάποιο πλεονέκτημα για το εγωιστικό γονίδιο - μεταλλάκτη που δημιουργεί το σφάλμα, ο μεταλλάκτης θα εξαπλωθεί στη γονιδιακή δεξαμενή. Με τον ίδιο τρόπο, αν ο επιχιασμός ωφελεί ένα γονίδιο «υπεύθυνο» του επιχιασμού, αυτό αποτελεί ικανοποιητική εξήγηση της ύπαρξης του επιχιασμού. Και αν η φυλετική (και όχι η αφυλετική) αναπαραγωγή ωφελεί ένα γονίδιο υπεύθυνο για τη φυλετική αναπαραγωγή, αυτό αποτελεί ικανοποιητική εξήγηση της φυλετικής αναπαραγωγής. Αν μ' αυτόν τον τρόπο ωφελούνται ή όχι όλα τα άλλα γονίδια ενός ατόμου, δεν έχει και μεγάλη σημασία. Στο κάτω κάτω, από τη σκοπιά του εγωιστικού γονιδίου η ύπαρξη του φύλου δεν είναι τόσο παράξενη.

Εδώ υπάρχει κίνδυνος να βρεθούμε σε φαύλο κύκλο επειδή η ύπαρξη των φύλων είναι προϋπόθεση της όλης συλλογιστικής που οδηγεί στην άποψη να θεωρείται το γονίδιο ως μονάδα επιλογής. Πιστεύω ότι υπάρχουν τρόποι να ξεφύγουμε απ' αυτόν φαύλο κύκλο αλλά η μελέτη του προβλήματος εδώ θα μας απομάκρυνε από το κύριο θέμα μας. Τα φύλα υπάρχουν κι αυτό είναι αναμφισβήτητη αλήθεια. Αποτέλεσμα της ύπαρξης των φύλων και του επιχιασμού είναι ότι η μικρή γενετική μονάδα, το γονίδιο, είναι το μόνο που μπορεί να θεωρηθεί θεμελιώδης και ανεξάρτητος παράγοντας της εξέλιξης.

Η ύπαρξη των φύλων δεν είναι το μόνο φαινομενικό παράδοξο που γίνεται λιγότερο αινιγματικό από τη στιγμή που θα μάθουμε να σκεφτόμαστε με βάση το εγωιστικό γονίδιο. Για παράδειγμα, η ποσότητα του DNA που υπάρχει στους οργανισμούς φαίνεται να είναι μεγαλύτερη απ' όση χρειάζεται για την οικοδόμησή τους : ένα μεγάλο μέρος του DNA ουδέποτε μεταφράζεται σε πρωτεΐνες. Αυτό από τη σκοπιά του μεμονωμένου ατόμου φαίνεται παράδοξο. Αν ο «σκοπός» του DNA είναι να επιβλέπει την οικοδόμηση σωμάτων, είναι εκπληκτικό να βρίσκουμε μια μεγάλη ποσότητα DNA να μη συμμετέχει σ' αυτό το έργο. Οι βιολόγοι βασανίζουν το μυαλό τους να βρουν σε τι χρησιμεύει το φαινομενικά πλεονασματικό DNA. Όμως από τη σκοπιά των εγωιστικών γονιδίων δεν υπάρχει τίποτε παράδοξο. Ο πραγματικός «σκοπός» του DNA είναι να επιβιώνει – τίποτε περισσότερο, τίποτε λιγότερο. Ο απλούστερος τρόπος να εξηγηθεί το πλεόνασμα του DNA είναι να το θεωρήσουμε παράσιτο ή, στην καλύτερη περίπτωση, αβλαβή αλλά περιττό επιβάτη που ταξιδεύει δωρεάν με τις δημιουργημένες από άλλα DNA μηχανές επιβίωσης.

Μερικοί παρατηρούν ότι υπερτονίζουμε τη γονιδιοκεντρική άποψη της εξέλιξης. Υποστηρίζουν ότι στην πραγματικότητα αυτό που ζει ή πεθαίνει είναι το συνολικό άτομο μαζί με τα γονιδιά του. Ελπίζω πως σε τούτο το κεφάλαιο είπα αρκετά για να δείξω ότι ουσιαστικά δεν υπάρχει καμιά διαφωνία στο συγκεκριμένο σημείο. Όπως στις λεμβοδρομίες νικούν ή χάνουν τα σκάφη ως σύνολα, έτσι ακριβώς είναι τα άτομα που ζουν ή πεθαίνουν, και η άμεση εκδήλωση της φυσικής επιλογής βρίσκεται σχεδόν πάντα στο επίπεδο ατόμων. Όμως οι μακροπρόθεσμες συνέπειές του κατ' επιλογήν θανάτου των ατόμων και οι αναπαραγωγικές επιτυχίες εκδηλώνονται με τη μορφή μεταβολών στις συχνότητες [βιολογικός όρος που αναφέρεται στον ολικό αριθμό των αλληλόμορφων του που υπάρχουν σ' έναν πληθυσμό, είναι δηλαδή ποσοστό (Σ.τ.μ.)] των γονιδίων στη γονιδιακή δεξαμενή. Με κάποιες επιφυλάξεις, η γονιδιακή δεξαμενή για τους σύγχρονους αντιγραφείς παίζει τον ίδιο ρόλο που έπαιζε η αρχέγονη σούπα για τα πρωταρχικά αντιγραφικά μόρια. Ο πολλαπλασιασμός με φύλλα και ο χρωμοσωμικός επιχιασμός έχουν αποτέλεσμα να διατηρούν τη ρευστότητα του σύγχρονου ισοδύναμου της σούπας. Εξαιτίας των

φύλλων και του επιχιασμού η γονιδιακή δεξαμενή ανακατεύεται και τα γονίδια εν μέρει διασπείρονται. Εξέλιξη είναι η διαδικασία με την οποία μερικά γονίδια πληθαίνουν στη γονιδιακή δεξαμενή ενώ άλλα λιγοστεύουν. Όταν προσπαθούμε να εξηγήσουμε την εξέλιξη κάποιου χαρακτηριστικού, λόγω χάρη την αλτρουιστική συμπεριφορά, συμφέρει, συμφέρει να ρωτάμε απλώς : ποια είναι η επίδραση αυτού του χαρακτηριστικού στις συχνότητες των γονιδίων της γονιδιακής δεξαμενής ; Μερικές φορές χρησιμοποιώντας τη γλώσσα των γονιδίων γινόμαστε κουραστικοί. Για λόγους συντομίας λοιπόν και για μεγαλύτερη παραστατικότητα θα κάνουμε μερικές παρομοιώσεις. Εντούτοις θα τις βλέπουμε πάντα με κριτικό μάτι ώστε, όταν χρειάζεται, να μπορούμε να τις μεταφράζουμε με ακρίβεια στη γλώσσα των γονιδίων. Οσον αφορά το γονίδιο, η γονιδιακή δεξαμενή είναι το νέο είδος σούπας μέσα στην οποία ζει. Το μόνο που έχει αλλάξει είναι ότι σήμερα ζει συνεργαζόμενο με διαδοχικές ομάδες συντρόφων προερχομένων από τη γονιδιακή δεξαμενή και οι οποίες οικοδομούν τη μία θνητή μηχανή επιβίωσης κατόπιν της άλλης. Στο επόμενο κεφάλαιο θα μιλήσουμε για τις μηχανές επιβίωσης και για το τι εννοούμε όταν λέμε ότι η συμπεριφορά τους ελέγχεται από τα γονίδια.

4. Η ΓΟΝΙΔΙΑΚΗ ΜΗΧΑΝΗ

Οι μηχανές επιβίωσης ξεκίνησαν σαν παθητικά καταφύγια των γονιδίων που τους εξασφάλιζαν κυρίως προστασία και από τον χημικό πόλεμο των αντιπάλων τους και από κάποιο τυχαίο μοριακό βομβαρδισμό. Εκείνους τους καιρούς «τρέφονταν» με οργανικά μόρια που υπήρχαν άφθονα στην αρχέγονη σούπα. Αυτή η εύκολη ζωή πήρε τέλος όταν εξαντλήθηκε η οργανική τροφή που βρισκόταν στην σούπα και η οποία είχε βραδύτατα σχηματιστεί κατά τη διάρκεια αιώνων με την ενέργεια του ηλιακού φωτός. Μια μεγάλη κατηγορία μηχανών επιβίωσης που τώρα ονομάζονται φυτά, κατάφερε να χρησιμοποιεί απευθείας το φως του Ηλιου και να συνθέτει για τον εαυτό της πολύπλοκα μόρια από απλούστερα επαναθεσπίζοντας, αλλά με μεγαλύτερη ταχύτητα, τις συνθετικές διαδικασίες της αρχέγονης σούπας. Μια άλλη κατηγορία, οι μηχανές που σήμερα ονομάζουμε ζώα, «ανακάλυψε» τρόπους να εκμεταλλεύεται το χημικό μόχθο των φυτών είτε τρώγοντας φυτά είτε τρώγοντας άλλα φυτοφάγα ζώα. Και οι δύο αυτές κατηγορίες μηχανών επιβίωσης ανέπτυξαν όλο και περισσότερο έξυπνα τεχνάσματα για να μεγαλώνουν την αποδοτικότητα στο πλαίσιο των τρόπων ζωής τους και διαρκώς νέοι τρόποι ζωής ανοίγονταν μπροστά τους. Εξελίχθηκαν πολλοί καινούργιοι κλάδοι και παρακλάδια και ο καθένας τους ευημερούσε με κάποιο ειδικό τρόπο ζωής : στη θάλασσα, στο έδαφος, κάτω από το έδαφος, πάνω στα δέντρα, ή μέσα σε άλλους ζωντανούς οργανισμούς. Η τεράστια ποικιλία των ζώων και των φυτών, που σήμερα μας προκαλεί τόσο μεγάλη εντύπωση, προήλθε από αυτές τις διακλαδώσεις.

Τα ζώα και τα φυτά εξελίχθηκαν σε πολυκύτταρα σώματα κάθε κύτταρο των οποίων περιέχει τέλειο αντίγραφο όλων των γονιδίων. Δεν ξέρουμε πότε, γιατί ή πόσες φορές ανεξάρτητα συνέβη αυτό το πράγμα. Μερικοί χρησιμοποιούν την παρομοίωση της αποικίας και περιγράφουν το σώμα ως αποικία και περιγράφουν το σώμα ως αποικία κυττάρων. Εγώ προτιμώ να θεωρώ το σώμα αποικία γονιδίων και το κύτταρο βολική μονάδα για τις χημικές δραστηριότητες των γονιδίων.

Μπορεί να υπάρχουν αποικίες γονιδίων αλλά αναμφίβολα τα σώματα έχουν αποκτήσει ατομική ανεξαρτησία. Το ζώο κινείται ως συντονισμένο σύνολο, ως μονάδα. Προσωπικά νιώθω ως μονάδα και όχι ως αποικία. Αυτό έπρεπε να το περιμένουμε. Η επιλογή ευνόησε τα γονίδια που συνεργάζονται μεταξύ τους. Στον άγριο ανταγωνισμό, όταν η τροφή είναι λίγη, στον αδυσώπητο αγώνα μιας μηχανής επιβίωσης να μην κατασπαραχθεί από άλλες, τα γονίδια θα κέρδιζαν αν μέσα στο κοινό σώμα υπήρχε ένας κεντρικός συντονισμός και δεν επικρατούσε αναρχία. Πραγματικά, πολλοί βιολόγοι δεν την παραδέχονται και σ' αυτό το σημείο διαφωνούμε.

Ευτυχώς, αυτή η διαφωνία (που θα μπορούσε να διακυβεύσει την αξιοπιστία του υπόλοιπου βιβλίου), είναι κατά μέγιστο μέρος θεωρητική. Όπως όταν συζητάμε για τον τρόπο λειτουργίας ενός αυτοκινήτου δεν είναι βολικό να αναφερόμαστε στα στοιχειώδη σωματίδια και τα κβάντα, έτσι θα ήταν κουραστικό αλλά και περιττό να προσφεύγουμε στα γονίδια όταν μιλάμε για τη συμπεριφορά των μηχανών επιβίωσης. Από πρακτική άποψη συμφέρει να θεωρούμε κατά προσέγγιση το μεμονωμένο σώμα ως μέσο που «προσπαθεί» να αυξήσει τον αριθμό των γονιδίων του στις μέλλουσες γενεές. Εγώ θα χρησιμοποιήσω αυτή τη βολική γλώσσα. Κατά κανόνα, λέγοντας «αλτρουιστική» ή «εγωιστική» συμπεριφορά θα εννοώ συμπεριφορά κατευθυνόμενη από ένα άτομο σε άλλο. Όταν θα σημαίνει κάτι άλλο θα το εξηγήσω.

Το παρόν κεφάλαιο ασχολείται με τη συμπεριφορά : το εύρημα της γρήγορης κίνησης, που εκμεταλλεύτηκαν στο έπακρο οι μηχανές επιβίωσης του ζωικού βασιλείου. Τα ζώα έγιναν ενεργοί φορείς γονιδίων, γονιδιακές μηχανές. Χαρακτηριστικό της συμπεριφοράς, όπως την εννοούν οι βιολόγοι, είναι η ταχύτητά της. Τα φυτά κινούνται αλλά πολύ αργά. Αν κοιτάξουμε τα αναρριχητικά φυτά από κινηματογραφική ταινία που προβάλλεται γρήγορα, φαίνονται σαν δραστήρια ζώα. Όμως, στην πραγματικότητα, οι περισσότερες κινήσεις των φυτών είναι μη αντιστρεπτή ανάπτυξη. Από την άλλη μεριά, τα ζώα ανέπτυξαν τρόπους κίνησης κατά

εκατοντάδες χιλιάδες φορές ταχύτερες. Επιπλέον, οι κινήσεις που κάνουν είναι αντιστρεπτές και μπορούν να επαναλαμβάνονται αμέτρητες φορές.

Το εργαλείο που έφερε η εξέλιξη για τη γρήγορη κίνηση στα ζώα είναι οι μύες. Οι μύες είναι κινητήρες που, όπως οι αμοκινήτες και οι κινητήρες εσωτερικής καύσης, για να δημιουργήσουν μηχανική κίνηση καταναλώνουν ενέργεια αποθηκευμένη σε χημικά καύσιμα. Η διαφορά είναι η άμεση μηχανική δύναμη του μυός δημιουργείται με τη μορφή τάσης, και όχι με τη μορφή πίεσης αερίου όπως στους αμοκινήτες ή τους κινητήρες εσωτερικής καύσης. Όμως οι μύες μοιάζουν με κινητήρες επειδή συχνά ασκούν τη δύναμή τους σε σχοινιά και σε μοχλούς με στροφείς. Στο σώμα μας, μοχλοί είναι τα οστά, σχοινιά είναι οι τένοντες, και στροφείς είναι οι αρθρώσεις. Σε μοριακό επίπεδο, γνωρίζουμε πολλά για τη λειτουργία των μυών αλλά βρίσκω πιο ενδιαφέρον το πρόβλημα του τρόπου που συγχρονίζονται οι μυϊκές συστολές.

Εχετε παρακολουθήσει ποτέ μία κάπως περίπλοκη τεχνητή μηχανή, λόγου χάρη μια πλεκτομηχανή, μια ραπτομηχανή, έναν αργαλειό, μια μηχανή αυτόματης εμφιάλωσης ή μια μηχανή που δένει το σανό σε μπάλες ; Την κινητήρια δύναμη τη δίνει κάποια πηγή, ένας ηλεκτροκινητήρας ή ένα τρακτέρ. Αυτό όμως που κάνει εντύπωση είναι ο συγχρονισμός των κινήσεων. Βαλβίδες ανοίγουν και κλείνουν με τη σωστή σειρά, χαλύβδινα δάκτυλα δένουν σφιχτά έναν κόμπο γύρω από μια μπάλα σανού, και κατόπιν, την κατάλληλη στιγμή, προβάλλει μια λεπίδα που κόβει το σχοινί. Σε πολλές τεχνητές μηχανές ο συγχρονισμός επιτυγχάνεται με τη λαμπρή εφεύρεση του έκκεντρου τροχού. Πρόκειται για μετατροπή της απλής περιστροφικής κίνησης σε πολύπλοκες περιοδικά επαναλαμβανόμενες κινήσεις με τη βοήθεια ενός εκκεντροφόρου ή ενός ειδικά διαμορφωμένου τροχού. Παρόμοια είναι και η αρχή λειτουργίας των «μουσικών κουτιών» ή της λατέρνας. Άλλες μηχανές, όπως οι αμοκίνητες σφυρίχτρες και οι πιανόλες, χρησιμοποιούν χάρτινους κυλίνδρους ή κάρτες που έχουν κατάλληλα διατεταγμένες οπές. Σήμερα επιχειρείται η αντικατάσταση των απλών μηχανικών συγχρονιστών με ηλεκτρονικούς. Οι ψηφιακοί υπολογιστές αποτελούν παραδείγματα των μεγάλων και πολύμορφων ηλεκτρονικών συσκευών που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία πολύπλοκων συστημάτων συγχρονισμένων κινήσεων. Το βασικό στοιχείο μιας σύγχρονης ηλεκτρονικής μηχανής, π.χ. ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή, είναι ο ημιαγωγός η γνωστότερη μορφή του οποίου είναι ο τρανζίστορας.

Οι μηχανές επιβίωσης φαίνεται πως ξεπέρασαν το έκκεντρο και τις διατρητικές κάρτες. Το όργανο που χρησιμοποιούν για το συγχρονισμό των κινήσεών τους μοιάζει περισσότερο με ηλεκτρονικό υπολογιστή, μολονότι η βασική λειτουργία του είναι σαφώς διαφορετική. Η θεμελιακή μονάδα των βιολογικών υπολογιστών, το νευρικό κύτταρο ή νευρώνας, στην πραγματικότητα, ως προς την εσωτερική λειτουργία του, δεν μοιάζει καθόλου με τον τρανζίστορα. Ο κώδικας με τον οποίο επικοινωνούν οι νευρώνες μεταξύ τους φαίνεται να μοιάζει λίγο με τους κωδικοποιημένους παλμούς των ψηφιακών υπολογιστών, αλλά ο μεμονωμένος νευρώνας είναι πολύ πιο περίπλοκη μονάδα επεξεργασίας δεδομένων συγκριτικά με τον τρανζίστορα. Αντί των τριών μόνο επαφών που συνδέουν τον τρανζίστορα με άλλα εξαρτήματα, ο νευρώνας μπορεί να έχει δεκάδες χιλιάδες επαφές (συνάψεις). Ο νευρώνας λειτουργεί βραδύτερα από τον τρανζίστορα αλλά προχώρησε πολύ προς την κατεύθυνση της σμίκρυνσης, πράγμα που τις τελευταίες δεκαετίες αποτέλεσε βασικό χαρακτηριστικό της ηλεκτρονικής βιομηχανίας. Αυτό το καταλάβαμε όταν μάθαμε ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος έχει 10.000.000.000.000 νευρώνες : σ' αυτό το χώρο θα μπορούσατε να στοιβάξετε μόνο λίγες εκατοντάδες τρανζίστορες. [Σήμερα η τρομακτική εξέλιξη στη τεχνολογία των ηλεκτρονικών έχει προχωρήσει τόσο πολύ ώστε να είναι ζήτημα ρουτίνας η κατασκευή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων στα οποία σε ένα τετραγωνικό εκατοστόμετρο χωρούν 3.000.000 τρανζίστορες. Θεωρητικά, στα 1.400 κυβικά εκατοστόμετρα του μέσου όγκου ενός ανθρώπινου εγκεφάλου θα μπορούσε να χωρέσουν δισεκατομμύρια τρανζίστορες : βέβαια, για διάφορους πρακτικούς λόγους η κατασκευή ενός τέτοιου συγκροτήματος είναι αδύνατη (Σ.τ.μ.).]

Τα φυτά δεν χρειάζονται νευρώνες επειδή ζουν χωρίς να μετακινούνται, νευρώνες όμως βρίσκονται στα περισσότερα είδη του ζωικού βασιλείου. Μπορεί να «ανακαλύφθηκαν» στα πρώτα στάδια της εξέλιξης των ζώων και να κληρονομήθηκαν σε όλα τα είδη, μπορεί όμως και να ανακαλύφθηκαν πολλές φορές ξεχωριστά.

Οι νευρώνες είναι κατά βάση κύτταρα που, όπως και όλα τα είδη κυττάρων, έχουν πυρήνα και χρωμοσώματα. Από τα τοιχώματά τους εκφεύγουν αποφύσεις λεπτές σαν κλωστές. Συχνά ένας νευρώνας έχει μία ιδιαίτερα μακριά απόφυση που ονομάζεται νευράξονας ή νευρίτης. Ενώ το πάχος του νευρίτη είναι μικροσκοπικό, το μήκος του μπορεί να είναι πολλά μέτρα : στην καμηλοπάρδαλη υπάρχουν νευρίτες που διατρέχουν όλο το μήκος του λαιμού της. Συνήθως συναθροίζονται πολλοί νευρίτες και αποτελούν χοντρά πολύκλινα «καλώδια» που ονομάζονται νεύρα. Τα νεύρα διατρέχουν το σώμα από τη μια ως την άλλη άκρη μεταφέροντας μηνύματα, όπως περίπου γίνεται με τα καλώδια των υπεραστικών τηλεφωνικών γραμμών. Άλλοι νευρώνες έχουν βραχείς νευρίτες και συνιστούν πυκνές συγκεντρώσεις νευρικού ιστού που ονομάζονται γάγγλια. Όταν αυτές οι συγκεντρώσεις είναι πολύ μεγάλες ονομάζονται εγκέφαλοι. Από λειτουργική άποψη, οι εγκέφαλοι μοιάζουν με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Και οι δύο αυτοί τύποι μηχανών παρέχουν σύνθετα σήματα εξόδου αφού αναλύσουν σύνθετα σήματα εισόδου και συνυπολογίσουν τις αποθηκευμένες πληροφορίες.

Η βασική συμβολή των εγκεφάλων στην επιτυχία των μηχανών επιβίωσης είναι ο έλεγχος και ο συντονισμός των μυϊκών συστολών. Για το σκοπό αυτό χρειάζονται καλώδια που να οδηγούν στους μυς και αυτά τα καλώδια ονομάζονται κινητικά νεύρα. Όμως η επιτυχημένη διατήρηση του σώματος, και συνεπώς των γονιδίων, θα εξασφαλιστεί μόνον όταν ο συγχρονισμός των μυϊκών συστολών αποκρίνεται στα συμβάντα του εξωτερικού κόσμου. Είναι σημαντικό να συσπώνται οι σιαγόνοι μύες μόνον όταν ανάμεσα στα σαγόνια υπάρχει κάτι που αξίζει να μασηθεί, και οι μύες των ποδιών να συσπώνται μόνον όταν υπάρχει κάτι που να αξίζει να το πλησιάσουμε ή να το αποφύγουμε. Γι αυτόν ακριβώς το λόγο η φυσική επιλογή ευνόησε τα ζώα που ήταν εφοδιασμένα με αισθητήρια όργανα, τις συσκευές δηλαδή που μεταφράζουν τα φυσικά συμβάντα του εξωτερικού κόσμου σε κωδικούς παλμούς των νευρώνων (νευρικές ώσεις). Ο εγκέφαλος συνδέεται με τα αισθητήρια όργανα (μάτια, γευστικά κέντρα κ.ά.) με τη βοήθεια «καλωδίων» που ονομάζονται αισθητήρια νεύρα. Η λειτουργία των αισθητηρίων συστημάτων είναι πολύ δύσκολο να κατανοηθεί επειδή καταφέρνουν να αναγνωρίζουν πολύπλοκότερες λεπτομέρειες του εξωτερικού κόσμου απ' αυτές που μπορούν οι καλύτερες και εξαιρετικά δαπανηρές μηχανές που κατασκεύασε ο άνθρωπος. Αν αυτό δεν αλήθευε, οι δακτυλογράφοι θα ήταν περιττές γιατί θα τις αντικαθιστούσαν μηχανές αναγνώρισης ομιλίας ή ανάγνωσης χειρογράφων. Φαίνεται πως για αρκετές δεκαετίες θα έχουμε ανάγκη από ανθρώπους-γραμματείς.

Πρέπει να υπήρξε εποχή όπου τα αισθητήρια όργανα επικοινωνούσαν περισσότερο ή λιγότερο άμεσα με τους μυς. Πραγματικά, οι σημερινές θαλάσσιες ανεμώνες δεν απέχουν πολύ απ' αυτήν την κατάσταση γιατί είναι κατάλληλη για τον τρόπο που ζουν. Όμως, για να πραγματοποιηθούν πιο σύνθετες και έμμεσες σχέσεις ανάμεσα στο συγχρονισμό των συμβάντων του εξωτερικού κόσμου και των αντίστοιχων μυϊκών συστολών χρειάστηκε να παρεμβληθεί, σαν ενδιάμεσο, ένα είδος εγκεφάλου. Σημαντική πρόοδος σημειώθηκε, διαμέσου της εξέλιξης, με την «εφεύρεση» της μνήμης. Με τη βοήθεια της μνήμης ο συγχρονισμός των μυϊκών συστολών θα μπορούσε να επηρεαστεί από συμβάντα όχι μόνο του άμεσου παρελθόντος αλλά και του απώτερου. Η μνήμη, ή αποθήκη, είναι επίσης σημαντικό τμήμα ενός ψηφιακού υπολογιστή. Η μνήμη των ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι περισσότερο αξιόπιστη από την ανθρώπινη αλλά έχει μικρότερη χωρητικότητα και παρουσιάζει πολύ λίγους τρόπους στην καταχώριση και ανάκληση πληροφοριών. [Ο άνθρωπος μπορεί να «θυμάται» το άρωμα ενός λουλουδιού, τη γεύση ενός θαυμάσιου κρασιού, το άκουσμα μιας μοναδικής εκτέλεσης ενός μουσικού έργου... (Σ.τ.μ.)].

Μια από τις εντυπωσιακότερες ιδιότητες της συμπεριφοράς των μηχανών επιβίωσης είναι η φαινομενική σκοπιμότητά της. Μ' αυτό δεν εννοώ ότι είναι τέλεια υπολογισμένη για να βοηθήσει

την επιβίωση των γονιδίων του ζώου, μολονότι αυτό φυσικά συμβαίνει. Μιλώ για κάτι που συγγενεύει με την ανθρώπινη σκόπιμη συμπεριφορά. Όταν παρατηρούμε ένα ζώο που «αναζητεί» τροφή ή ερωτικό σύντροφο ή ένα παιδί του που χάθηκε, δύσκολα αποφεύγουμε να του αποδώσουμε τα υποκειμενικά αισθήματα που δοκιμάζουμε κι εμείς όταν αναζητούμε κάτι ανάλογο. Μπορεί να είναι η «επιθυμία» για κάποιο αντικείμενο, η «ιδεατή εικόνα» του επιθυμητού αντικειμένου, ένας «σκοπός» ή κάποιο «αποτέλεσμα». Ο καθένας μας ξέρει – από ενδοσκόπηση – ότι σε μία τουλάχιστον από τις σύγχρονες μηχανές επιβίωσης αυτή η σκοπιμότητα έχει αναπτύξει την ιδιότητα που αποκαλούμε «συνείδηση». Δεν είμαι αρκετά φιλόσοφος ώστε να διερευνήσω τι ακριβώς είναι η συνείδηση. Ευτυχώς όμως δεν έχει μεγάλη σημασία για το θέμα μας γιατί μας είναι εύκολο να μιλάμε για μηχανές που συμπεριφέρονται σαν να έχουν κάποιο σκοπό αδιαφορώντας αν πραγματικά έχουν συνείδηση. Τέτοιες μηχανές είναι κατά βάση πολύ απλές. Οι αρχές στις οποίες στηρίζεται σκόπιμη συμπεριφορά τους είναι κοινοτοπίες για τους μηχανολόγους. Κλασικό παράδειγμα αποτελεί ο φυγόκεντρικός ρυθμιστής του Watt.

Η θεμελιώδης αρχή στην οποία στηρίζεται ονομάζεται *αρνητική ανάδραση*, της οποίας υπάρχουν ποικίλες μορφές. Σε γενικές γραμμές συμβαίνει το εξής : Η «μηχανή με σκοπιμότητα», η μηχανή ή το πράγμα που συμπεριφέρεται σαν να είχε συνειδητό σκοπό, είναι εφοδιασμένη με κάποιο είδος μετρητικής συσκευής που μετρά την ασυμφωνία ανάμεσα στην παρούσα κατάσταση πραγμάτων και την «επιθυμητή». Είναι κατασκευασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η ασυμφωνία τόσο εντατικότερα να δουλεύει. Έτσι η μηχανή τείνει αυτόματα να μειώσει την ασυμφωνία (και γι' αυτό μιλάμε για αρνητική ανάδραση) και η επίδρασή της μηδενίζεται μόλις επιτευχθεί η «επιθυμητή» κατάσταση. Ο ρυθμιστής του Watt αποτελείται από δύο μεταλλικές σφαίρες περιστρεφόμενες από έναν ατμοκινητήρα. Κάθε σφαίρα βρίσκεται στην άκρη ενός αρθρωτού βραχίονα. Όσο ταχύτερα περιστρέφονται οι σφαίρες τόσο περισσότερο η φυγόκεντρη δύναμη σπρώχνει τους βραχίονες προς την οριζόντια θέση. Οι βραχίονες συνδέονται με τη βαλβίδα που ρυθμίζει την ποσότητα του ατμού, ο οποίος τροφοδοτεί τον κινητήρα έτσι που να λιγοστεύει όσο οι βραχίονες προσεγγίζουν την οριζόντια θέση. Αν ο κινητήρας επιταχυνθεί, ελαττώνεται η παροχή ατμού και η ταχύτητά του μειώνεται. Αν μειωθεί πολύ, η βαλβίδα θα αφήσει να περάσει αυτόματα περισσότερος ατμός και ο κινητήρας ξαναεπιταχύνεται. Τέτοιες «μηχανές με σκοπιμότητα» συχνά ταλαντώνονται. Αυτό οφείλεται σε υπέρβαση κάποιου ορίου και σε *χρονικές υστερήσεις*, και γι' αυτό ένα μέρος του έργου του μηχανικού είναι να κατασκευάσει συμπληρωματικές συσκευές για να μειωθούν οι ταλαντώσεις.

Η «επιθυμητή» κατάσταση για το ρυθμιστή του Watt είναι κάποια συγκεκριμένη ταχύτητα περιστροφής. Προφανώς, η «επιθυμία» της μηχανής δεν είναι συνειδητή και ο «σκοπός» της ορίζεται απλώς ως η κατάσταση εκείνη στην οποία τείνει να επανέρχεται. Μοντέρνες μηχανές με σκοπιμότητα εκδηλώνουν εξαιρετικά πολύπλοκη συμπεριφορά – όμοια με τη ζωική –, χρησιμοποιώντας γενικότερες βασικές αρχές όμοιες με την αρχή της *αρνητικής ανάδρασης*. Για παράδειγμα, τα κατευθυνόμενα βλήματα φαίνεται να αναζητούν το στόχο τους και όταν αυτός βρεθεί στην εμβέλειά τους τον καταδιώκουν λαμβάνοντας υπόψη τις τυχόν ακανόνιστες κινήσεις του. Μερικές φορές μάλιστα μπορούν ακόμη και να τις «προβλέψουν» ή να τις «προλάβουν». Όμως δεν χρειάζεται να μπούμε σε λεπτομέρειες για τον τρόπο που γίνονται όλα τούτα. Όλα στηρίζονται στην αρχή της αρνητικής ανάδρασης διαφόρων τύπων, την «τροφοδοσία προώθησης» και άλλες αρχές που οι μηχανικοί τις ξέρουν καλά και που σήμερα είναι γνωστό ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στη λειτουργία των ζωντανών οργανισμών. Δεν χρειαζόμαστε καμιά υπόθεση που να θυμίζει έστω και από μακριά τη συνείδηση, μολονότι ο απλός άνθρωπος παρατηρώντας αυτή τη φαινομενικά προμελετημένη και σκόπιμη συμπεριφορά θα δυσκολευόταν να πιστέψει ότι το βλήμα δεν βρίσκεται υπό τον άμεσο έλεγχο κάποιου ανθρώπου-οδηγού.

Είναι συνηθισμένη η παρανόηση ότι επειδή μια μηχανή, όπως το κατευθυνόμενο βλήμα, αρχικά σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε συνειδητά από τον άνθρωπο, πρέπει κατόπιν να βρίσκεται πραγματικά υπό τον άμεσο έλεγχό του. Μια άλλη παραλλαγή αυτής της πλάνης είναι ότι «οι

ηλεκτρονικοί υπολογιστές στην πραγματικότητα δεν παίζουν σκάκι γιατί κάνουν μόνο αυτό που τους λέει ο χρήστης τους να κάνουν». Είναι σημαντικό που καταλαβαίνουμε γιατί αυτό είναι πλάνη, επειδή σχετίζεται με το πρόβλημα της έννοιας που δίνουμε όταν λέμε ότι τα γονίδια «ελέγχουν» τη συμπεριφορά. Επειδή το ηλεκτρονικό σκάκι είναι ένα κατάλληλο παράδειγμα για να κατανοήσουμε αυτό το σημείο, θα το συζητήσουμε κάπως διεξοδικότερα.

Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές δεν παίζουν ακόμη σκάκι όπως οι «μεγάλοι μαιτρ» του παιχνιδιού, όμως έχουν προσεγγίσει το επίπεδο ενός καλού ερασιτέχνη. Ακριβέστερα, θα λέγαμε ότι τα προγράμματα έχουν φτάσει στο επίπεδο ενός καλού ερασιτέχνη, επειδή η εκτέλεση ενός τέτοιου προγράμματος δεν είναι έργο των ικανοτήτων του μηχανήματος. Ποιος όμως είναι ο ρόλος του προγραμματιστή ; Εν πρώτοις είναι σίγουρο ότι δεν χειρίζεται συνέχεια τον υπολογιστή, όπως ο μαριονετίστας που κινεί διαρκώς με νήματα τις κούκλες του. Θα κάναμε λάθος αν πιστεύαμε κάτι τέτοιο. Ο προγραμματιστής απλώς γράφει το πρόγραμμα και το περνά στον υπολογιστή, ο οποίος από κει και πέρα είναι ελεύθερος : δεν επεμβαίνει κανένας άνθρωπος, εκτός από τον αντίπαλο που απαντά σε κάθε κίνηση του υπολογιστή. Μήπως ο προγραμματιστής έχει προβλέψει όλες τις δυνατές θέσεις που μπορεί να πάρουν τα πιόνια, και έχει εφοδιάσει τον υπολογιστή μ' έναν τεράστιο κατάλογο των σωστών κινήσεων που πρέπει να κάνει σε κάθε περίπτωση ; Ασφαλώς όχι, γιατί ο αριθμός των δυνατών διατάξεων στο σκάκι είναι τόσο μεγάλος ώστε ο κόσμος θα είχε τελειώσει και ο κατάλογος δεν θα είχε συμπληρωθεί. Για τον ίδιο λόγο ο υπολογιστής δεν μπορεί να προγραμματιστεί έτσι ώστε να υπολογίζει «με το νου του» όλες τις δυνατές κινήσεις και όλες τις δυνατές επόμενες κινήσεις, ώσπου να βρει μια νικηφόρα στρατηγική. Ο αριθμός των δυνατών παρτίδων σκακιού είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των ατόμων του Γαλαξία μας. Δεν χρειάζεται να πούμε περισσότερα για το γνωστό άλυτο πρόβλημα του προγραμματισμού ενός υπολογιστή να παίζει σκάκι. Στην πραγματικότητα είναι εξαιρετικά δύσκολο πρόβλημα. Δεν είναι εκπληκτικό λοιπόν που και τα καλύτερα προγράμματα δεν έφτασαν ακόμη στο επίπεδο των «μεγάλων μαιτρ».

Ο πραγματικός ρόλος του προγραμματιστή μοιάζει μάλλον με το ρόλο του πατέρα που διδάσκει το παιδί του να παίζει σκάκι. Λέει στον υπολογιστή ποιες είναι οι βασικές κινήσεις στο παιχνίδι, όχι ξεχωριστά για κάθε ενδεχόμενο «άνοιγμα», αλλά με τη μορφή συνοπτικών κανόνων. Δεν του λέει κατά λέξη «οι αξιωματικοί κινούνται διαγώνια» αλλά κάτι που είναι μαθηματικά ισοδύναμο : «οι νέες συντεταγμένες του αξιωματικού βρίσκονται αν προσθέσουμε στις αρχικές συντεταγμένες x και y την ίδια σταθερά, που μπορεί να είναι θετική για τη μία συντεταγμένη και αρνητική για την άλλη». Υστερα προγραμματίζει κάποιες «συμβουλές» διατυπωμένες στην ίδια μαθηματική ή λογική γλώσσα και οι οποίες αν διατυπωθούν με ανθρώπινη γλώσσα ισοδυναμούν με υποδείξεις του τύπου : «μην αφήνεις το βασιλιά αφύλακτο», ή με ωφέλιμα κόλπα όπως «αντάλλαξέ τον με το άλογο». Οι λεπτομέρειες είναι ενδιαφέρουσες αλλά θα μας οδηγούσαν πολύ μακριά. Το σημαντικό είναι το εξής : Όταν ο υπολογιστής παίζει σκάκι είναι μόνος του και δεν περιμένει καμία βοήθεια από τον κύριό του. Το μόνο που κάνει ο προγραμματιστής είναι να ρυθμίσει τον υπολογιστή *από πριν* με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, με σωστή ισορροπία ανάμεσα στις καταχωριζόμενες ειδικές πληροφορίες και τις υποδείξεις που αφορούν τη στρατηγική και την τεχνική.

Τα γονίδια ελέγχουν επίσης τη συμπεριφορά των μηχανών επιβίωσής τους, όχι όμως άμεσα, όπως τα δάχτυλα ελέγχουν με νήματα τα ανδρείκελα στο κουκλοθέατρο αλλά έμμεσα, όπως ο προγραμματιστής τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Αυτό που μπορούν να κάνουν είναι να τις ρυθμίσουν από πριν. Υστερα, η μηχανή επιβίωσης είναι μόνη της και τα γονίδια αναπαύονται παθητικά μέσα της. Γιατί όμως παραμένουν αδρανή ; Γιατί δεν αρπάζουν τα ηνία και δεν ενεργούν συνεχώς ; Η απάντηση είναι ότι δεν μπορούν, γιατί υπάρχουν προβλήματα *χρονικής υστέρησης*. Αυτό μπορούμε να το δείξουμε καλύτερα αν κάνουμε μια ακόμη παρομοίωση, τούτη τη φορά από το χώρο της επιστημονικής φαντασίας. Το *Αλφα για την Ανδρομέδα* των Fred Hoyle και John Elliot είναι ένα συναρπαστικό μυθιστόρημα, και, όπως όλα τα καλά έργα επιστημονικής φαντασίας,

κρύβει μερικά ενδιαφέροντα επιστημονικά θέματα. Περιέργως, τα περισσότερα φαίνεται να μη διατυπώνονται καθαρά στο βιβλίο αλλά αφήνονται στη φαντασία του αναγνώστη. Ελπίζω πως οι συγγραφείς δεν θα είχαν αντίρρηση να τα αναλύσω εδώ.

Στον αστερισμό της Ανδρομέδας, 200 έτη φωτός [Το νεφέλωμα ή γαλαξίας της Ανδρομέδας απέχει 2.000.000 έτη φωτός (Σ.τ.μ.)] μακριά από τη Γη, υπάρχει ένας πολιτισμός που θέλει να διαδώσει την κουλτούρα του σε μακρινούς κόσμους. Με ποιο τρόπο θα τα καταφέρει καλύτερα ; Τα άμεσα ταξίδια αποκλείονται. Η ταχύτητα του φωτός είναι θεωρητικά το ανώτατο όριο ταχυτήτων για τις μετακινήσεις στο Διάστημα, ενώ στην πράξη τεχνικά προβλήματα μειώνουν σοβαρά αυτό το όριο. Από την άλλη μεριά, ίσως να μην αξίζει να επισκεφθεί κανείς πολλούς απ' αυτούς τους κόσμους, οπότε πως θα έβρισκαν την κατεύθυνση που πρέπει να πάρουν ; Ο καλύτερος τρόπος επικοινωνίας με το υπόλοιπο Σύμπαν είναι τα ραδιοκύματα, γιατί, αν έχετε αρκετή ισχύ, μπορείτε να εκπέμψετε ραδιοσήματα προς όλες τις διευθύνσεις και όχι μια δέσμη σε μία μόνο διεύθυνση, και τα οποία θα φτάσουν σε πολλούς μακρινούς κόσμους (ο αριθμός τους αυξάνει με το τετράγωνο της απόστασης που διανύει το σήμα). Τα ραδιοκύματα τρέχουν με την ταχύτητα του φωτός, πράγμα που σημαίνει ότι για να φτάσουν στη Γη τα σήματα από την Ανδρομέδα πρέπει να περάσουν 200 χρόνια. Το πρόβλημα με τέτοιες μεγάλες αποστάσεις είναι ότι δεν μπορείτε ποτέ να συνδιαλεχθείτε. Ακόμη και εάν παρακάμψουμε το γεγονός ότι δύο διαδοχικά μηνύματα από τη Γη, με συνδιάλεξη, θα μεταδίδονταν από διαφορετικούς ανθρώπους που θα τους χόριζαν 12 γενεές, θα ήταν ματαιοπονία να επιχειρήσουμε να διατηρήσουμε κάποια συνομιλία σε τέτοιες αποστάσεις.

Αυτό το πρόβλημα θα μας απασχολήσει σοβαρά : για να φτάσουν τα ραδιοκύματα από τον Αρη στη Γη χρειάζονται 4 λεπτά. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι αστροναύτες στον Αρη θα αποβάλλουν τη συνήθεια να συνομιλούν με τους κατοίκους της Γης με σύντομες φράσεις που η μία είναι άμεση απάντηση της άλλης, και θα χρησιμοποιούν παρατεταμένους μονόλογους που θα μοιάζουν περισσότερο με επιστολές παρά με συνομιλία. Ένα άλλο παράδειγμα που επισήμανε ο Roger Payne είναι ότι η ακουστική στις θάλασσες έχει ορισμένες παράξενες ιδιότητες : θεωρητικά, θα μπορούσε το εξαιρετικά δυνατό «τραγούδι» της φάλαινας «μεγάπτερος», να ακουστεί σε κάθε σημείο της Γης αν η φάλαινα κολυπούσε σε κάποιο συγκεκριμένο βάθος. Δεν είναι γνωστό αν όντως οι φάλαινες επικοινωνούν σε πολύ μεγάλες αποστάσεις, αλλά αν επικοινωνούσαν θα το έκαναν με τον τρόπο του αστροναύτη που βρίσκεται στον Αρη. Η ταχύτητα του ήχου μέσα στο νερό είναι τέτοια ώστε για να διασχίσει το «τραγούδι» τον Ατλαντικό και να επιστρέψει μια απάντηση θα χρειαζόταν 2 ώρες. Υποθέτω πως αυτό εξηγεί το γεγονός ότι οι φάλαινες εκπέμπουν συνεχή μονόλογο που διαρκεί περίπου 8 λεπτά. Κατόπιν ξαναρχίζουν το «τραγούδι» κι αυτό επαναλαμβάνεται αρκετές φορές. Κάθε πλήρης κύκλος διαρκεί περίπου 8 λεπτά.

Κάτι ανάλογο έκαναν οι κάτοικοι της Ανδρομέδας. Επειδή δεν είχε νόημα να περιμένουν απάντηση, συγκέντρωσαν όλα όσα ήθελαν να πουν σε ένα τεράστιο συνεχές μήνυμα και κατόπιν το εξέπεμψαν στο Διάστημα πολλές φορές σε χρονικά διαστήματα μερικών μηνών. Βέβαια, το μήνυμά τους διέφερε πολύ από το τραγούδι των φαλαινών. Περιλάμβανε κωδικοποιημένες οδηγίες για την κατασκευή και τον προγραμματισμό ενός γιγαντιαίου υπολογιστή. Φυσικά, οι οδηγίες δεν ήταν γραμμένες σε ανθρώπινη γλώσσα, αλλά σχεδόν κάθε κώδικας μπορούσε να αποκρυπτογραφηθεί από έναν πεπειραμένο ειδικό, και μάλιστα αρκετά εύκολα, αν αυτό ήταν στις προθέσεις των σχεδιαστών του κώδικα. Το ραδιοτηλεσκόπιο του Jodrell Bank συνέλαβε το μήνυμα, το αποκωδικοποίησε κατασκευάστηκε ο υπολογιστής, και το πρόγραμμα «έτρεξε». Όμως τα αποτελέσματα ήταν ολέθρια για την ανθρωπότητα γιατί οι προθέσεις των κατοίκων της Ανδρομέδας δεν ήταν καθόλου αλτρουιστικές και ο υπολογιστής οδηγούσε στην επιβολή δικτατορίας, ως τη στιγμή που ο ήρωας του μυθιστορήματος τον κατέστρεψε μ' ένα τσεκούρι.

Από τη σκοπιά μας, το σημαντικό ερώτημα είναι : με ποια έννοια θα λέγαμε ότι οι κάτοικοι της Ανδρομέδας κατευθύνουν τα γεγονότα στη Γη ; Δεν είχαν κανέναν άμεσο έλεγχο σε όποια απόφαση έπαιρνε κάθε στιγμή ο υπολογιστής. Στην πραγματικότητα, δεν υπήρχε τρόπος να

ξέρουν ούτε αν είχε κατασκευαστεί, γιατί για να πάρουν τη σχετική πληροφορία θα χρειαζόταν να περάσουν 200 χρόνια. Οι αποφάσεις και οι ενέργειες του υπολογιστή ήταν εξ ολοκλήρου δικές του. Ούτε μπορούσε να απευθυνθεί στα αφεντικά του για να πάρει επιπλέον οδηγίες για τη γενικότερη συμπεριφορά του. Εξαιτίας του ανυπέρβλητου εμποδίου των 200 ετών όλες οι οδηγίες υπήρχαν από πριν μέσα του. Θεωρητικά, θα είχε προγραμματιστεί όπως οι υπολογιστές που παίζουν σκάκι, αλλά με μεγαλύτερη ευκαμψία και ικανότητα στην αφομοίωση τοπικών πληροφοριών. Κι αυτό επειδή το πρόγραμμά του θα είχε σχεδιαστεί για να δουλέψει όχι μόνο στη Γη αλλά σε κάθε πλανήτη με προχωρημένη τεχνολογία, σε κόσμους που οι ακριβείς συνθήκες τους ήταν αδύνατο να είναι γνωστές στους κατοίκους της Ανδρομέδας.

Όπως ακριβώς οι Ανδρομέδιοι έπρεπε να έχουν στη Γη έναν υπολογιστή που να παίρνει καθημερινές αποφάσεις για λογαριασμό τους, έτσι και τα γονίδια μας πρέπει να κατασκευάσουν έναν εγκέφαλο. Όμως τα γονίδια δεν είναι μόνον οι Ανδρομέδιοι που στέλνουν τις κωδικοποιημένες εντολές. Είναι και οι ίδιες οι εντολές. Ο λόγος που δεν μπορούν να χειρίζονται άμεσα τα νήματα στο παράδειγμα με τις μαριονέτες είναι ο ίδιος : οι χρονικές υστερήσεις. Τα γονίδια ελέγχουν τη σύνθεση των πρωτεϊνών. Αυτός είναι ένας πανίσχυρος τρόπος χειρισμού του κόσμου αλλά πολύ βραδύς. Για να ολοκληρωθεί ένα έμβρυο χρειάζονται μήνες υπομονετικού συνδυασμού των πρωτεϊνικών αλυσίδων. Από την άλλη μεριά, ολόκληρο το ζήτημα συμπεριφοράς είναι η μεγάλη ταχύτητά της. Η χρονική κλίμακα στην οποία λειτουργεί δεν είναι μήνες αλλά δευτερόλεπτα ή κλάσματα του δευτερολέπτου. Κάτι συμβαίνει στον κόσμο : μια κουκουβάγια ρίχνει από ψηλά μια φευγαλέα ματιά, ένα θρόισμα στο παχύ γρασίδι προδίδει το θήραμα και σε χιλιοστά του δευτερολέπτου νευρικά συστήματα μπαίνουν σε ενέργεια, μύες τεντώνονται και μια ζωή χάνεται ή γλιτώνει. Τα γονίδια δεν έχουν τέτοιους χρόνους αντίδρασης. Όπως οι Ανδρομέδιοι, έτσι και τα γονίδια αυτό που μπορούν να κάνουν το κάνουν «εκ των προτέρων», κατασκευάζοντας έναν εγκέφαλο που λειτουργεί ταχύτατα για λογαριασμό τους και προγραμματίζοντάς τον από πριν με κανόνες και «συμβουλές» για να αντιμετωπίζει με επιτυχία όσες καταστάσεις μπορούν να «προβλέψουν». Όμως η ζωή, όπως το παιχνίδι του σκακιού, παρουσιάζει τόσο πολλές διαφορετικές καταστάσεις που είναι αδύνατο να προβλεφθούν όλες. Όπως ο προγραμματιστής του ηλεκτρονικού σκακιού, έτσι και τα γονίδια πρέπει να «διδάξουν» τις μηχανές επιβίωσής τους όχι συγκεκριμένες αλλά γενικές στρατηγικές και τεχνάσματα για το παιχνίδι της ζωής.

Όπως επισήμανε ο J. Z. Young, τα γονίδια πρέπει να καταβάλλουν προσπάθειες να «προβλέψουν». Οι κίνδυνοι και τα προβλήματα της ζωής μιας εμβρυϊκής μηχανής που κατασκευάζεται, βρίσκονται στο μέλλον. Ποιος μπορεί να προβλέψει αν την περιμένει κάποιο σαρκοβόρο κρυμμένο πίσω από κάποιο θάμνο, ή αν ξαφνικά πεταχτεί μπροστά της ένα γρήγορο θήραμα ; Ούτε οι άνθρωποι ούτε τα γονίδια είναι προφήτες. Όμως είναι δυνατό να γίνουν κάποιες γενικές προβλέψεις. Τα γονίδια της πολικής αρκούδας μπορεί να προβλέψουν εκ του ασφαλούς ότι οι μηχανές επιβίωσης που πρόκειται να γεννήσουν θα ζήσουν στο ψύχος. Αυτό δεν είναι προφητεία, γιατί στην πραγματικότητα τα γονίδια δεν σκέφτονται καθόλου : απλώς οικοδομούν ένα πυκνό τρίχωμα γιατί αυτό έκαναν πάντα στα προηγούμενα σώματα, και γι αυτό ακριβώς εξακολουθούν να επιβιώνουν στη γενετική δεξαμενή. «Προβλέπουν» επίσης ότι το έδαφος θα είναι στρωμένο με χιόνια και η πρόβλεψή τους μετατρέπεται σε κατασκευή τριχώματος με λευκό χρώμα για να τα «καμουφλάρει». Αν το κλίμα της Αρκτικής άλλαζε τόσο απότομα ώστε ένα νεογέννητο αρκουδάκι να βρεθεί σε περιβάλλον τροπικής ερήμου, οι προβλέψεις των γονιδίων θα ήταν λαθεμένες και θα τιμωρούνταν γι' αυτό. Το αρκουδάκι θα πέθαινε, και μαζί του και τα γονίδια.

Η πρόβλεψη σ' έναν πολύπλοκο κόσμο είναι εντελώς αβέβαιη. Κάθε «απόφαση» που παίρνει μια μηχανή επιβίωσης μοιάζει με ποντάρισμα σε τυχερό παιχνίδι. Έργο του γονιδίου είναι να προγραμματίσει τους εγκεφάλους έτσι ώστε κατά μέσο όρο να υπάρχει κέρδος. Το χρησιμοποιούμενο νόμισμα στο καζίνο της εξέλιξης είναι η επιβίωση ή, ακριβέστερα, η επιβίωση του γονιδίου, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις ικανοποιητικότερη προσέγγιση είναι η

επιβίωση του ατόμου. Αν κατεβείτε σε μια πηγή για να πιείτε νερό αυξάνετε τον κίνδυνο να γίνετε λεία των αρπακτικών που τρέφονται παραμονεύοντας κοντά στην πηγή. Αν δεν πάτε να πιείτε νερό, ίσως να πεθάνετε από δίψα. Και στις δύο περιπτώσεις υπάρχουν κίνδυνοι, αλλά πρέπει να πάρετε την απόφαση που μεγιστοποιεί την πιθανότητα μακρόχρονης επιβίωσης των γονιδίων σας. Ίσως η καλύτερη τακτική είναι να αναβάλλετε να πιείτε ώσπου να διψάσετε πολύ και κατόπιν να πιείτε άφθονο νερό που να σας επαρκέσει για πολύ χρόνο. Ετσι βέβαια ελαττώνετε τις συχνές επισκέψεις στην πηγή αλλά μεγαλώνετε το χρόνο που θα είσαστε σκυμμένοι πίνοντας νερό. Μια εναλλακτική τακτική θα ήταν να πίνετε λίγο νερό και πολλές φορές καταπίνοντας γρήγορα τις γουλιές, και να απομακρύνεστε ταχύτατα από την πηγή. Η καλύτερη στρατηγική εξαρτάται από πολλούς περίπλοκους παράγοντες, ένας από τους οποίους, και όχι ο πιο ασήμαντος, είναι οι θηρευτικές συνήθειες των αρπακτικών, που κι αυτές εξελίχθηκαν και απέκτησαν μεγάλη αποτελεσματικότητα. Πρέπει λοιπόν να γίνεται κάποιος υπολογισμός πιθανοτήτων. Φυσικά, δεν πρέπει να νομίζουμε ότι τα ζώα κάνουν συνειδητούς υπολογισμούς. Το μόνο που μπορούμε να πιστεύουμε είναι ότι τα άτομα που τα γονιδιά τους κατασκευάζουν εγκεφάλους ικανούς να ποντάρουν σωστά έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να επιβιώσουν, και συνεπώς να διαδώσουν τα γονιδιά τους.

Μπορούμε να προχωρήσουμε με την παρουσίαση των τυχερών παιχνιδιών. Ένας παίκτης πρέπει να συνυπολογίζει τρία πράγματα : το μέγεθος του στοιχήματος, τις πιθανότητες κέρδους και το μέγεθος κέρδους. Αν το κέρδος είναι πολύ μεγάλο, ο παίκτης εύκολα διακινδυνεύει μεγάλες μίζες. Οποιος διακινδυνεύει τα πάντα σε μια παρτίδα ελπίζει σε μεγάλο κέρδος. Βέβαια, αντιμετωπίζει το ενδεχόμενο να χάσει μεγάλα ποσά αλλά κατά μέσο όρο οι παίκτες των μεγάλων ποσών δεν μειονεκτούν ούτε πλεονεκτούν συγκριτικά με όσους παίζουν μικρά ποσά και όταν κερδίζουν έχουν επίσης μικρά κέρδη. Κάτι παρόμοιο συμβαίνει στο χρηματιστήριο με τους κερδοσκόπους και τους συντηρητικούς επενδυτές. Κατά κάποιον τρόπο το χρηματιστήριο είναι καλύτερη παρομοίωση από το καζίνο, γιατί το καζίνο ευνοεί σίγουρα την επιχείρηση (αυτό σημαίνει σίγουρα ότι κατά μέσο όρο οι παίκτες μεγάλων ποσών τελικά θα γίνουν φτωχότεροι από τους παίκτες μικρών ποσών, και οι παίκτες μικρών ποσών φτωχότεροι απ' όσους δεν παίζουν καθόλου. Όμως η αιτία αυτών των αποτελεσμάτων δεν έχει σχέση με το θέμα μας). Παρακάμπτοντας αυτή την παρατήρηση, πρέπει να δεχτούμε ότι οι δύο τύποι παιχνιδιού είναι λογικοί. Υπάρχουν ζώα που «παίζουν» μεγάλα ποσά και άλλα που κάνουν συντηρητικότερο παιχνίδι ; Θα δούμε στο 90 κεφάλαιο ότι τα αρσενικά δίνουν συχνά την εικόνα παικτών μεγάλων ποσών με υψηλούς κινδύνους, ενώ τα θηλυκά παρουσιάζονται ως συντηρητικοί επενδυτές, ειδικότερα στα πολυγαμικά είδη όπου τα αρσενικά αγωνίζονται μεταξύ τους για τα θηλυκά. Οι φυσιολόγοι που διαβάζουν αυτό το βιβλίο θα ξέρουν τα είδη που μπορούμε να πούμε ότι είναι παίκτες μεγάλων ποσών και μεγάλων κινδύνων, όπως και τα άλλα είδη που κάνουν συντηρητικότερο παιχνίδι. Θα επιστρέψω τώρα στο γενικότερο θέμα, στον τρόπο με τον οποίο τα γονίδια κάνουν «προβλέψεις» για το μέλλον.

Ένας τρόπος για να επιλύσουν τα γονίδια το πρόβλημα των προβλέψεων σ' ένα μάλλον άγνωστο περιβάλλον είναι να δημιουργήσουν ικανότητες για μάθηση. Τώρα το πρόγραμμα μπορεί να πάρει τη μορφή των ακόλουθων οδηγιών στη μηχανή επιβίωσης : «Εδώ υπάρχει ένας κατάλογος πραγμάτων που εξ ορισμού είναι καλά : η γλυκιά γεύση στο στόμα, ο οργασμός, η ήπια θερμοκρασία, το χαμόγελο ενός παιδιού. Και εκεί, ένας κατάλογος άσχημων πραγμάτων : οι πόνοι κάθε είδους, η ναυτία, το άδειο στομάχι, ένα παιδί που κλαίει. Αν συμβεί να κάνεις κάτι που θα είχε συνέπεια ένα απ' αυτά τα άσχημα πράγματα, μη το ξανακάνεις. Αντίθετα, ξανακάνε οτιδήποτε ακολουθείται από ένα απ' τα ευχάριστα πράγματα». Το πλεονέκτημα αυτού του είδους προγραμματισμού είναι ότι μικραίνει ο αριθμός των λεπτομερών κανόνων που πρέπει να ενσωματωθούν στο αρχικό πρόγραμμα. Είναι επίσης δυνατή η αντιμετώπιση αλλαγών του περιβάλλοντος, οι οποίες θα ήταν αδύνατο να προβλεφθούν λεπτομερώς. Χρειάζεται όμως να γίνουν και μερικές άλλες προβλέψεις. Στο παράδειγμά μας, τα γονίδια προβλέπουν ότι η γλυκιά

γεύση στο στόμα και ο οργανισμός είναι «καλά πράγματα», με την έννοια ότι η κατανάλωση ζάχαρης και η συνουσία πιθανώς ευνοούν την επιβίωση του γονιδίου. Στο παράδειγμά μας όμως δεν προβλέπονται περιπτώσεις όπως η χρήση σακχαρίνης ή ο αυνανισμός ούτε οι κίνδυνοι από την υπερβολική κατανάλωση ζάχαρης σ' ένα περιβάλλον όπου υπάρχει σε μεγάλη αφθονία.

Σε μερικά προγράμματα υπολογιστών που παίζουν σκάκι έχουν εφαρμοστεί στρατηγικές μάθησης. Αυτά τα προγράμματα πραγματικά βελτιώνονται καθώς οι υπολογιστές παίζουν με αντιπάλους ανθρώπους ή άλλους υπολογιστές. Μολονότι είναι εφοδιασμένοι με ένα σύνολο κανόνων και τακτικών, έχουν κάποια μικρή δυνατότητα να κατακρατούν μερικές διαδικασίες που αφορούν τη λήψη αποφάσεων. Καταγράφουν προηγούμενες αποφάσεις και όταν κερδίζουν μία παρτίδα δίνουν μεγαλύτερο βάρος στην τακτική που οδήγησε στη νίκη, έτσι ώστε στην επόμενη παρτίδα υπάρχει κάποια πιθανότητα να εφαρμόσουν πάλι την ίδια τακτική.

Μια από τις πιο ενδιαφέρουσες μεθόδους πρόβλεψης του μέλλοντος είναι η προσομοίωση [Τεχνική έρευνας με την οποία αναπαράγονται με ελεγχόμενες συνθήκες φαινόμενα που μπορεί να παραχθούν σε πραγματικές συνθήκες. Η μελέτη της συμπεριφοράς ενός συστήματος με τη βοήθεια κάποιου μοντέλου από ένα άλλο σύστημα, όπως, λόγου χάρη, με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή (Σ.τ.μ.)]. Πρόβλημα πρόβλεψης αντιμετωπίζει, λόγου χάρη, ένας στρατηγός που θέλει να ξέρει αν ένα συγκεκριμένο επιτελικό σχέδιο μάχης είναι καλύτερο από άλλα εναλλακτικά. Υπάρχουν πολλοί άγνωστοι παράγοντες όπως οι καιρικές συνθήκες, το ηθικό των ανδρών του και τα πιθανά αντίμετρα του εχθρού. Ένας τρόπος να διαπιστώσει αν το σχέδιο είναι καλό είναι να το δοκιμάσει στην πράξη, όμως δεν θα τολμούσε να πραγματοποιήσει παρόμοιες δοκιμές για όλα τα εναλλακτικά σχέδια, επειδή οι στρατιώτες που είναι έτοιμοι να πεθάνουν «υπέρ πατρίδος» δεν είναι ανεξάντλητοι ενώ ο αριθμός των δυνατών σχεδίων είναι πολύ μεγάλος. Ο καλύτερος τρόπος είναι να δοκιμάσει τα διάφορα σχέδια σε εικονικές μάχες και όχι σε πραγματικές και φονικές συγκρούσεις. Αυτό μπορεί να πάρει τη μορφή άσκησης σε μεγάλη κλίμακα με «βόρειους» εναντίον «νοτιών», και με τη χρησιμοποίηση εικονικών πυρομαχικών. Και αυτό όμως κοστίζει χρόνο και υλικά. Λιγότερο δαπανηρά πολεμικά παιχνίδια μπορεί να παιχτούν με μολυβένια στρατιωτάκια και με μικρογραφίες αρμάτων μετακινούμενων πάνω σε στρατιωτικούς χάρτες.

Πρόσφατα, οι υπολογιστές ανέλαβαν ένα μεγάλο μέρος διαδικασιών προσομοίωσης όχι μόνο για στρατιωτικές μελέτες αλλά για μελέτες σε όλους τους τομείς όπου είναι απαραίτητη η πρόβλεψη της μελλοντικής συμπεριφοράς ενός συστήματος, λόγου χάρη στην οικονομία, την οικολογία, την κοινωνιολογία και πολλούς άλλους τομείς. Η μέθοδος λειτουργεί ως εξής : Ένα μοντέλο κάποιας άποψης του κόσμου εισάγεται στον υπολογιστή. Αυτό δεν σημαίνει ότι αν ξεβιδώσετε το κάλυμμα θα δείτε μέσα στον υπολογιστή κάποια μικρογραφία του αντικειμένου που προσομοιώνετε. Στον υπολογιστή που παίζει σκάκι δεν υπάρχει καμιά «νοητική εικόνα» μέσα στις μνήμες που να μπορεί να αναγνωριστεί ως σκακιέρα με άλογα και άλλα πιόνια. Η σκακιέρα και η διάταξη των πιονιών παριστάνονται με καταλόγους ηλεκτρονικά κωδικοποιημένων αριθμών. Ένας γεωγραφικός χάρτης είναι μια υπό κλίμακα παράσταση ενός μέρους του κόσμου πάνω σε επίπεδο χαρτί. Στον υπολογιστή, ο χάρτης θα μπορούσε να πάρει τη μορφή ενός καταλόγου πόλεων και άλλων γεωγραφικών στοιχείων που το καθένα θα αντιπροσωπευόταν με δύο αριθμούς : το γεωγραφικό πλάτος και μήκος. Όμως δεν έχει σημασία ο τρόπος που ο υπολογιστής αποτυπώνει στον «εγκέφαλό» του ένα μοντέλο του κόσμου. Αυτό που έχει σημασία είναι να το αποτυπώνει με τέτοια μορφή ώστε να μπορεί να δουλεύει πάνω σ' αυτό, να το χειρίζεται, να πειραματίζεται και να δίνει στους χειριστές του αποτελέσματα που να μπορούν να τα καταλάβουν. Με την τεχνική προσομοίωσης μοντέλα μαχών κερδίζονται ή χάνονται, εικονικά αεροπλάνα πετούν ή συντρίβονται, οικονομικές πολιτικές οδηγούν σε ευημερία ή στην καταστροφή. Σε κάθε περίπτωση, η όλη διαδικασία συντελείται στο εσωτερικό του υπολογιστή σε ελάχιστο κλάσμα του χρόνου που θα χρειαζόταν στην πραγματικότητα. Φυσικά, υπάρχουν καλά και κακά μοντέλα του κόσμου, αλλά και τα καλά μοντέλα είναι μόνο προσεγγίσεις. Κανένα είδος προσομοίωσης δεν μπορεί να προβλέψει επακριβώς τι θα συμβεί στην πραγματικότητα, αλλά μια καλή προσομοίωση

είναι απείρως προτιμότερη από την τυφλή μέθοδο «επάλληλων δοκιμών» ή «δοκιμής και σφάλματος». Η προσομοίωση θα μπορούσε να ονομαστεί «μέθοδος επάλληλων δοκιμών και σφαλμάτων», αλλά δυστυχώς αυτόν τον όρο πρόλαβαν να τον χρησιμοποιήσουν οι ψυχολόγοι που πειραματίζονται με τους αρουραίους.

Αν η προσομοίωση είναι τόσο σημαντική έπρεπε να την είχαν ανακαλύψει πρώτες οι μηχανές επιβίωσης. Στο κάτω κάτω, έχουν εφεύρει πολλές από τις ανθρώπινες τεχνικές πριν εμφανιστεί στο προσκήνιο ο άνθρωπος, όπως π.χ. τους συγκεντρωτικούς φακούς και τα παραβολικά κάτοπτρα, την κατά συχνότητα ανάλυση των ηχητικών κυμάτων, τους σερβομηχανισμούς [Συσκευές αυτομάτου ελέγχου οι οποίες ελέγχουν π.χ. τη θέση, την ταχύτητα ή την επιτάχυνση μιας τελικής συσκευής μεγάλης ισχύος με τη βοήθεια σημάτων εντολών από κάποια άλλη συσκευή αναφοράς χαμηλής ισχύος. Υπολογίζεται με ανάδραση η απόκλιση της πραγματικής κατάστασης εξόδου από την εντολή, το σήμα ενισχύεται και προκαλεί την κίνηση ενός κινητήρα που διορθώνει την τελική συσκευή (Σ.τ.μ.)], το σονάρ [Από το Sound Navigation And Ranging : ηχοπλοήγηση και εντοπισμός], την εκλεκτική αποθήκευση πληροφοριών και αναρίθμητες άλλες τεχνικές με σχοινοτενείς ονομασίες και με λεπτομέρειες που δεν ενδιαφέρουν εδώ. Τι γίνεται όμως με την προσομοίωση ; Όταν εσείς θέλετε να πάρετε μια δύσκολη απόφαση για ένα πρόβλημα στο οποίο υπεισέρχονται άγνωστες μελλοντικές παράμετροι, στην πραγματικότητα κάνετε ένα είδος προσομοίωσης. *Φαντάζεστε* τι θα συνέβαινε σε όλες τις περιπτώσεις. Φτιάχνετε νοερά ένα μοντέλο που φυσικά δεν περιλαμβάνει όλα όσα υπάρχουν στον κόσμο, αλλά τα λίγα πράγματα που νομίζετε ότι σχετίζονται με το πρόβλημά σας. Μπορείτε με τη φαντασία σας να τα βλέπετε ζωντανά ή ακόμη να βλέπετε και να χειρίζεστε αφηρημένες εικόνες τους. Οπωσδήποτε, είναι απίθανο αυτό που αποτυπώθηκε στον εγκέφαλό σας να είναι πραγματικό ανάγλυφο μοντέλο των γεγονότων που φαντάζεστε. Όπως με τον υπολογιστή, έτσι και εδώ, οι λεπτομέρειες του τρόπου με τον οποίο ο εγκέφαλός σας σχηματίζει τα μοντέλα του κόσμου έχουν μικρότερη σημασία από το γεγονός ότι χρησιμοποιώντας τα είναι σε θέση να προβλέψει πιθανά γεγονότα. Οι μηχανές επιβίωσης που μπορούν να κάνουν προσομοιώσεις για να προβλέψουν το μέλλον, υπερτερούν των μηχανών που μαθαίνουν μόνο μετά από πραγματικές επάλληλες δοκιμές. Το πρόβλημα με τις δοκιμές είναι ότι απαιτούν χρόνο και ενέργεια, και ίσως τα σφάλματα που θα γίνουν αποδειχθούν μοιραία. Η προσομοίωση είναι ταχύτερη και ασφαλέστερη μέθοδος.

Η εξέλιξη της ικανότητας προσομοίωσης φαίνεται πως έφτασε στο αποκορύφωμά της με την εμφάνιση συνείδησης στα άτομα. Πως συντελέστηκε αυτό είναι για μένα το βαθύτερο μυστήριο που αντιμετωπίζει η σύγχρονη βιολογία. Δεν υπάρχει λόγος να υποθέσουμε ότι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές εκτελούν συνειδητά προσομοιώσεις, μολονότι πρέπει να παραδεχτούμε ότι στο μέλλον δεν αποκλείεται να συμβεί κάτι τέτοιο. Πιθανώς η συνείδηση εμφανίζεται όταν η προσομοίωση του κόσμου που κάνει κάποιος εγκέφαλος γίνει τόσο πλήρης ώστε να περιλαμβάνει και ένα μοντέλο του εαυτού του. Προφανώς, τα χέρια, τα πόδια και το σώμα μιας μηχανής επιβίωσης συνιστούν σημαντικό μέρος του προσομοιούμενου κόσμου. Ίσως, για το λόγο αυτό, και η ίδια η προσομοίωση θα μπορούσε να θεωρηθεί μέρος του κόσμου που εξεικονίζεται. Μια άλλη λέξη που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί είναι η «αυτογνωσία», νομίζω όμως πως δεν ερμηνεύει ικανοποιητικά την εξέλιξη προς τη συνείδηση, και αυτό οφείλεται μερικώς στο ότι συνεπάγεται μια ατέλειωτη κίνηση προς τα πίσω : αν υπάρχει ένα μοντέλο του μοντέλου, γιατί να μην υπάρχει ένα μοντέλο του μοντέλου του μοντέλου...;

Ανεξάρτητα από τα φιλοσοφικά προβλήματα που σχετίζονται με τη συνείδηση, κατά τη δική μας άποψη η συνείδηση πρέπει να νοηθεί ως το αποκορύφωμα μιας εξελικτικής τάσης προς τη χειραφέτηση των μηχανών επιβίωσης από τους κυρίους τους, τα γονίδια, ώστε να πάψουν να είναι απλά εκτελεστικά όργανα των αποφάσεών τους. Οι εγκέφαλοι δεν είναι απλώς επιφορτισμένοι να διεκπεραιώνουν τις τρέχουσες υποθέσεις των μηχανών επιβίωσης αλλά απέκτησαν και την ικανότητα να προβλέπουν το μέλλον και να ενεργούν ανάλογα. Έχουν ακόμη τη δύναμη να μην υπακούουν στα κελεύσματα των γονιδίων, να αρνούνται, λόγου χάρη, να κάνουν όσα παιδιά θα

μπορούσαν. Απ' αυτή την άποψη, η περίπτωση του ανθρώπου είναι (όπως θα δούμε) εντελώς ιδιάζουσα.

Αλλά τι σχέση έχουν όλα αυτά με τον αλτρουισμό και τον εγωισμό ; Προσπαθώ να τεκμηριώσω την ιδέα ότι η συμπεριφορά των ζώων, αλτρουιστική ή εγωιστική, ελέγχεται από τα γονίδια και ότι ο εν λόγω έλεγχος, μολονότι έμμεσος, εξακολουθεί να είναι ισχυρότατος. Τα γονίδια, υπαγορεύοντας τον τρόπο οικοδόμησης των μηχανών επιβίωσης και των νευρικών συστημάτων τους, εξουσιάζουν τελικά τη συμπεριφορά. Όμως οι τρέχουσες αποφάσεις, αυτό που θα κάνουν από στιγμή σε στιγμή, εξαρτάται από το νευρικό σύστημα. Τα γονίδια διαμορφώνουν τη γενική πολιτική και οι εγκέφαλοι την υλοποιούν. Με τη συνεχή ανάπτυξή τους όμως, οι εγκέφαλοι συμμετείχαν ολοένα και περισσότερο στη λήψη αποφάσεων με τη χρησιμοποίηση τεχνασμάτων όπως η μάθηση και η προσομοίωση. Η λογική κατάληξη αυτής της τάσης, στην οποία δεν έχουν φτάσει ακόμη όλα τα είδη, θα ήταν να δίνουν τα γονίδια στη μηχανή επιβίωσης μια μοναδική γενική οδηγία : «Κάνε ό, τι νομίζεις καλύτερο για να μας διατηρήσεις ζωντανά».

Ως προς τη λήψη αποφάσεων, οι άνθρωποι μοιάζουν αρκετά με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Τώρα όμως πρέπει να αφήσουμε τις παρομοιώσεις και να θυμηθούμε ότι πραγματικά η εξέλιξη συντελείται βήμα προς βήμα διαμέσου της επιλεκτικής επιβίωσης των γονιδίων που υπάρχουν στη γονιδιακή δεξαμενή. Συνεπώς, για να εξελιχθεί ένας τρόπος συμπεριφοράς – αλτρουιστικός ή εγωιστικός – είναι απαραίτητο το γονίδιο «για» μια τέτοια συμπεριφορά να επιβιώνει ευκολότερα από ένα ανταγωνιστικό γονίδιο ή αλληλόμορφο που προσδιορίζει κάποια άλλη συμπεριφορά. Ένα γονίδιο «για αλτρουιστική συμπεριφορά» επηρεάζει την ανάπτυξη των νευρικών συστημάτων κατά τέτοιο τρόπο ώστε να κάνει τα άτομα να συμπεριφέρονται αλτρουιστικά. Αραγε υπάρχει καμιά πειραματική μαρτυρία ότι η αλτρουιστική συμπεριφορά κληρονομείται γενετικά ; Η απάντηση είναι αρνητική, αλλά αυτό δεν πρέπει να μας εκπλήσσει, αφού για τη γενετική της συμπεριφοράς έχουν γίνει ελάχιστες εργασίες. Ας μου επιτρέψετε όμως να μιλήσω για μια περίπτωση συμπεριφοράς που δεν είναι καταφανώς αλτρουιστική, είναι όμως αρκετά σύνθετη ώστε να μας κινεί το ενδιαφέρον. Αποτελεί μοντέλο του τρόπου που θα μπορούσε να κληρονομηθεί η αλτρουιστική συμπεριφορά.

Οι μέλισσες μπορεί να προσβληθούν από μια λοιμώδη νόσο που ονομάζεται «σήψη γόνου». Η ασθένεια προσβάλλει τις προνύμφες μέσα στα κελιά τους. Από τα μελίτσια που εκτρέφουν οι μελισσοκόμοι, μερικά διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο να προσβληθούν από την ασθένεια. Βρέθηκε λοιπόν ότι η διαφορά μεταξύ των ποικιλιών των μελισσών οφείλεται (σε μερικές τουλάχιστον περιπτώσεις) σε λόγους συμπεριφοράς. Υπάρχουν οι λεγόμενες «υγιεινές ποικιλίες», στις οποίες η επιδημία εξαλείφεται ταχύτατα με τον εντοπισμό των μολυσμένων προνυμφών, την εκτόπισή τους από τα κελιά και την απόρριψή τους έξω από την κυψέλη. Οι ποικιλίες με προδιάθεση στη συγκεκριμένη ασθένεια νοσούν γιατί δεν εφαρμόζουν αυτή την υγειονομική νυφοκτονία. Στην πραγματικότητα, η συμπεριφορά που ενέχεται σ' αυτή την υγιεινή τακτική είναι αρκετά περίπλοκη. Οι εργάτριες πρέπει να εντοπίσουν το κελί κάθε μολυσμένης προνύμφης, να αφαιρέσουν το κέρινο κάλυμμα του κελιού, να την τραβήξουν από τη θυρίδα της κυψέλης και να την πετάξουν έξω.

Τα γενετικά πειράματα με μέλισσες είναι αρκετά περίπλοκη εργασία για πολλούς λόγους. Οι εργάτριες κανονικά δεν αναπαράγονται και γι' αυτό πρέπει να διασταυρώσετε μια βασίλισσα μιας ποικιλίας με έναν κηφήνα κάποιας άλλης, και κατόπιν να παρατηρήσετε τη συμπεριφορά των θυγατρικών εργατριών. Αυτό ακριβώς έκανε ο W.C. Rothenbuhler, που διαπίστωσε ότι όλο το υβριδικό θυγατρικό σμήνος της πρώτης γενεάς δεν ήταν «υγιεινό» : η υγιεινή συμπεριφορά των γονιών τους φαινόταν πως είχε χαθεί αν και, όπως έδειξαν τα πράγματα, τα υγιεινά γονίδια υπήρχαν ακόμη εκεί αλλά ήταν υπολειπόμενα, όπως τα γονίδια «για» τα γαλανά μάτια. Ο Rothenbuhler ξαναδιασταύρωσε τα υβρίδια της πρώτης γενεάς με καθαρά υγιεινή ποικιλία (χρησιμοποιώντας πάλι βασίλισσες και κηφήνες) και πέτυχε ένα θαυμάσιο αποτέλεσμα. Τα θυγατρικά σμήνη αποτελούνταν από 3 ομάδες. Η πρώτη έδειχνε τέλεια υγιεινή συμπεριφορά, η

δεύτερη δεν έδειχνε καμιά υγιεινή συμπεριφορά και η τρίτη βρισκόταν στη μέση. Στην τελευταία ομάδα οι μέλισσες αφαιρούσαν το κέρινο κάλυμμα από κελιά στα οποία υπήρχαν μολυσμένες προνύμφες αλλά δεν τις πετούσαν έξω από την κυψέλη. Ο Rothenbuhler συμπέρανε ότι έπρεπε να υπάρχουν δύο ξεχωριστά γονίδια : ένα για την αφαίρεση του κεριού και ένα για την απόρριψη των προνυμφών. Οι φυσιολογικά υγιεινές ποικιλίες περιέχουν και τα δύο γονίδια, ενώ οι επιρρεπείς στην ασθένεια περιέχουν τα αλληλόμορφα (ανταγωνιστές) των δύο γονιδίων. Οι υβριδικές ποικιλίες ενδιάμεσης συμπεριφοράς περιέχουν το γονίδιο για την αφαίρεση του κεριού (σε διπλή δόση), όχι όμως το γονίδιο για την απόρριψη των μολυσμένων προνυμφών. Ο Rothenbuhler υπέθεσε ότι η ομάδα μελισσών που φαινομενικά ήταν εξ ολοκλήρου μη υγιεινή, πιθανώς έκρυβε μια υποομάδα που περιείχε το γονίδιο απόρριψης των μολυσμένων προνυμφών αλλά δεν μπορούσε να το εκδηλώσει γιατί δεν περιείχε το γονίδιο για την αφαίρεση του κεριού. Αυτό το απέδειξε πολύ εύκολα αφαιρώντας ο ίδιος το κεριό. Με απόλυτη συνέπεια, οι μισές από τις φαινομενικά μη υγιεινές μέλισσες έδειξαν κατόπιν εντελώς κανονική συμπεριφορά στην απόρριψη των προνυμφών που νοσούσαν.

Αυτή η ιστορία εξηγεί πολλά σημαντικά σημεία του προηγούμενου κεφαλαίου. Εν πρώτοις δείχνει ότι είναι απολύτως σωστό να μιλάμε για «ένα γονίδιο υπεύθυνο μιας συγκεκριμένης συμπεριφοράς», ακόμη κι αν δεν έχουμε την παραμικρή ιδέα για τη χημική αλυσίδα των εμβρυονικών φαινομένων που οδηγούν από το γονίδιο στη συμπεριφορά. Η αλυσίδα αιτίων-αποτελεσμάτων θα μπορούσε να συμπεριλάβει ακόμη και τη μάθηση. Για παράδειγμα, το γονίδιο για την αφαίρεση του κεριού θα μπορούσε να ασκήσει την επίδρασή του κάνοντας τις μέλισσες να βρίσκουν ευχάριστη τη γεύση του μολυσμένου κεριού. Αυτό σημαίνει ότι οι μέλισσες ανταμείβονται όταν τρώνε το κεριό που καλύπτει τα κελιά των μολυσμένων προνυμφών, και συνεπώς θα έχουν την τάση να το ξανακάνουν. Αλλά και στην περίπτωση που το γονίδιο λειτουργεί μ' αυτόν τον τρόπο, είναι πραγματικά ένα γονίδιο «για την αφαίρεση του κεριού» εφόσον οι υπόλοιπες συνθήκες είναι οι ίδιες. Οι μέλισσες που το διαθέτουν αφαιρούν το κεριό ενώ αυτές που δεν το έχουν δεν το αφαιρούν.

Κατά δεύτερο λόγο εξηγεί το γεγονός ότι τα γονίδια «συνεργάζονται» όταν διαμορφώνουν τη συμπεριφορά της κοινής μηχανής επιβίωσής τους. Το γονίδιο για την «απόρριψη των μολυσμένων προνυμφών» είναι άχρηστο αν δεν συνοδεύεται από το γονίδιο για την «αφαίρεση του κεριού», και αντίστροφα. Εντούτοις, τα γενετικά πειράματα δείχνουν εξίσου καθαρά ότι τα δύο γονίδια μπορούν να διαχωριστούν στο ταξίδι τους διαμέσου των γενεών. Και όταν εκτελούν ωφέλιμο έργο πρέπει να θεωρούνται ως μία και μόνη συνεργατική [Τελευταία χρησιμοποιείται ο όρος «συνεργιστική» (Σ.τ.μ.)] μονάδα, ενώ όταν αντιγράφονται είναι δύο πράγματα ελεύθερα και ανεξάρτητα μεταξύ τους.

Για χάρη της συζήτησης, θα χρειαστεί να κάνουμε μερικές σκέψεις για γονίδια που κάνουν κάθε λογής απίθανα πράγματα. Αν μιλήσω, λόγου χάρη, για ένα υποθετικό γονίδιο «που σώζει συντρόφους από πνιγμό», και βρείτε αυτή την ιδέα απίστευτη, θυμηθείτε την ιστορία των υγιεινών μελισσών. Θυμηθείτε πως δεν λέμε ότι το γονίδιο είναι η μοναδική αιτία όλων των σύνθετων μυϊκών κινήσεων, των λειτουργιών των αισθητηρίων οργάνων ή ακόμη και των συνειδητών αποφάσεων που οδηγούν στο τελικό αποτέλεσμα, τη σωτηρία κάποιου που πνίγεται. Δεν λέμε τίποτε σχετικά με το ζήτημα αν για την ανάπτυξη αυτής της συμπεριφοράς υπεισέρχεται η μάθηση, η εμπειρία ή περιβαλλοντικοί παράγοντες. Το μόνο που θέλουμε να παραδεχτείτε είναι ότι εφόσον όλοι οι άλλοι παράγοντες είναι οι ίδιοι, και εφόσον υπάρχουν πολλά άλλα βασικά γονίδια και περιβαλλοντικοί παράγοντες, είναι δυνατόν ένα και μόνο γονίδιο να αυξήσει τις πιθανότητες ώστε ένα σώμα να σώσει κάποιο άλλο από πνιγμό, πράγμα που θα ήταν λιγότερο πιθανό αν στη θέση του υπήρχε το αλληλόμορφό του. Η ποιοτική διαφορά των δύο γονιδίων μπορεί τελικά να είναι ελάχιστη. Όσο ενδιαφέρουσες και εάν είναι οι λεπτομέρειες των διαδικασιών της εμβρυϊκής ανάπτυξης, εντούτοις είναι άσχετες με τα προβλήματα της εξέλιξης. Αυτό το διατύπωσε ωραία ο Konrad Lorenz. Τα γονίδια είναι άριστοι προγραμματιστές και

προγραμματίζουν για την επιβίωσή τους. Κρίνονται ανάλογα με την επιτυχία των προγραμμάτων τους στην αντιμετώπιση των κινδύνων που επιφυλάσσει η ζωή στις μηχανές επιβίωσής τους, και η απόφαση βγαίνει από το σκληρό δικαστήριο της ζωής. Παρακάτω θα δούμε με ποιους τρόπους μπορεί να βοηθήσει η αλτρουιστική συμπεριφορά στην επιβίωση των γονιδίων. Όμως οι προφανείς προτεραιότητες της μηχανής επιβίωσης και του εγκεφάλου που παίρνει αποφάσεις, είναι η επιβίωση του ατόμου και η αναπαραγωγή, και σ' αυτό «συμφωνούν» όλα τα γονίδια της «αποικίας». Γι' αυτό τα ζώα επινοούν κάθε είδους τέχνασμα για να βρίσκουν τροφή, να ξεφεύγουν τον κίνδυνο να συλληφθούν και να καταβροχθιστούν, να γλιτώνουν από ατυχήματα και αρρώστιες, να προστατεύονται από δυσμενείς κλιματικές συνθήκες, να βρίσκουν άτομα του αντίθετου φύλου και να πείθουν να ζευγαρώσουν μαζί τους, και για να προσφέρουν στα παιδιά τους πλεονεκτήματα παρόμοια με τα δικά τους. Εδώ δεν θα δώσω κανένα παράδειγμα – αν θέλετε κάποιο, παρατηρήστε προσεχτικά το πρώτο άγριο ζώο που θα συναντήσετε. Θα αναφέρω όμως ένα συγκεκριμένο είδος συμπεριφοράς επειδή θα μας χρειαστεί όταν θα μιλήσουμε παρακάτω για τον αλτρουισμό και τον εγωισμό. Αυτή η συμπεριφορά μπορεί να χαρακτηριστεί με τον γενικό όρο «επικοινωνία».

Μπορούμε να πούμε ότι μια μηχανή επιβίωσης επικοινωνήσε με κάποια άλλη αν επηρέασε τη συμπεριφορά της ή την κατάσταση του νευρικού της συστήματος. Αυτό δεν συνιστά ορισμό που θα τον υπερασπιζόμουν ως το τέλος, αλλά προς το παρόν είναι ικανοποιητικός. Με τον όρο «επηρεασμός» εννοώ άμεση αιτιακή επίδραση. Υπάρχουν πολυάριθμα μέσα επικοινωνίας : το τραγούδι στα πουλιά, τα τριζόνια και τους βατράχους. Το κούνημα της ουράς ή η ανόρθωση των τριχών στους σκύλους. Οι μορφασμοί στους χιμπατζήδες. Οι χειρονομίες και η ομιλία στον άνθρωπο. Οι μηχανές επιβίωσης, με διάφορους τρόπους, προάγουν έμμεσα την ευημερία των γονιδίων τους επηρεάζοντας τη συμπεριφορά άλλων μηχανών επιβίωσης. Τα ζώα, για να κάνουν αποτελεσματικότερη αυτή την επικοινωνία, επινοούν κάθε είδους τέχνασμα. Τα τραγούδια των πουλιών γοητεύουν αλλά και προβληματίζουν τους ανθρώπους. Εχω ήδη αναφερθεί στο πιο περίτεχνο και μυστηριώδες «τραγούδι» της φάλαινας που οι συχνότητές του καλύπτουν το σύνολο των ακουστών ήχων, από τους υποηχητικούς βόμβους ως τα υπερηχητικά στριγγλίσματα. Τα τριζόνια ενισχύουν το τραγούδι τους σε στεντόρεια ένταση τραγουδώντας μπροστά σε οπές που τις σκάβουν προσεχτικά, και οι οποίες λειτουργούν σαν αντηχεία. Οι μέλισσες με το βόμβο τους παρέχουν σε άλλες μέλισσες ακριβείς πληροφορίες για τη διεύθυνση και την απόσταση που βρίσκεται η τροφή, ένα επίτευγμα επικοινωνίας που μόνο με την ανθρώπινη γλώσσα παραβάλλεται.

Η παραδοσιακή άποψη των ηθολόγων είναι ότι τα σήματα επικοινωνίας εξελίσσονται προς όφελος και των δύο, του αποστολέα και του παραλήπτη. Για παράδειγμα, τα μικρά κλωσόπουλα επηρεάζουν τη συμπεριφορά της μητέρας τους βγάζοντας διαπεραστικά τσιρίγματα όταν χάνονται ή κρυώνουν. Αυτό έχει άμεσο αποτέλεσμα να τα φωνάζει η κλώσσα και να τα ξαναφέρει κοντά στα άλλα. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι αυτή η συμπεριφορά εξελίχθηκε προς αμοιβαίο όφελος με την έννοια ότι η φυσική επιλογή ευνόησε τα κλωσόπουλα που τσιρίζουν όταν χάνονται, και τις κλώσσες, που, αποκρινόμενες άμεσα στα τσιρίγματα, βρίσκουν τα μικρά τους.

Αν θέλουμε (στην πραγματικότητα δεν είναι απαραίτητο), μπορούμε να θεωρήσουμε ότι σήματα, όπως π.χ. τα τσιρίγματα των κλωσόπουλων, έχουν κάποιο νόημα ή εμπεριέχουν πληροφορίες – στη συγκεκριμένη περίπτωση : «χάθηκαν». Οι κραυγές κινδύνου που βγάζουν τα μικρά πουλιά (που ανέφερα στο πρώτο κεφάλαιο), μεταφέρουν την πληροφορία : «προσοχή, ένα γεράκι». Τα ζώα που παίρνουν αυτή την πληροφορία και ενεργούν ανάλογα, ευνοούνται. Εδώ οι πληροφορίες είναι σωστές. Αραγε τα ζώα δίνουν ποτέ ψεύτικες πληροφορίες ; Λένε ψέματα ;

Η έννοια του «ψευδόμενου ζώου» υπόκειται σε παρερμηνείες, γι αυτό και θα προσπαθήσω να τις προλάβω. Θυμάμαι μια διάλεξη που έδωσαν κάποτε η Beatrice και ο Allen Gardner, με θέμα τη διάσημη χιμπατζίνα τους Γουάσου η οποία είχε την ικανότητα να «μιλά» (χρησιμοποιούσε την αμερικάνικη συνθηματική γλώσσα χειρονομιών και το επίτευγμά της απασχόλησε πολύ τους

γλωσσολόγους). Στο ακροατήριο υπήρχαν και μερικοί φιλόσοφοι οι οποίοι, στη συζήτηση που ακολούθησε, ενδιαφέρθηκαν για το αν η Γουάσου μπορούσε να πει ψέματα. Κατάλαβα πως οι Gardner σκέφτονταν ότι υπήρχαν πολύ περισσότερα ενδιαφέροντα πράγματα για συζήτηση και συμφώνησα μαζί τους. Σ' αυτό το βιβλίο, χρησιμοποιώ λέξεις, όπως τις λέξεις «απάτη» και «ψέμα», με πολύ πιο άμεση έννοια απ' αυτή που τους αποδίδουν οι φιλόσοφοι. Εκείνοι μιλούσαν για συνειδητή πρόθεση εξαπάτησης. Εγώ μιλώ απλώς για κάτι που το λειτουργικό αποτέλεσμά του είναι ισοδύναμο με απάτη. Αν κάποιος πουλί χρησιμοποιούσε το σήμα «υπάρχει ένα γεράκι» χωρίς να υπάρχει πραγματικά και οι σύντροφοί του σκόρπιζαν φοβισμένοι αφήνοντάς το να φάει ανενόχλητο όλη την τροφή, τότε θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι είπε ψέματα. Δεν εννοούμε όμως πως είχε συνειδητή πρόθεση να εξαπατήσει τους συντρόφους του. Βέβαια, το αποτέλεσμα είναι πως ο ψεύτης κέρδισε τροφή εις βάρος των άλλων πουλιών, τα οποία απομακρύνθηκαν ακριβώς επειδή αντέδρασαν στο σήμα κινδύνου του ψεύτη με τέτοιο τρόπο σαν να υπήρχε το γεράκι.

Πολλά φαγώσιμα έντομα, όπως οι πεταλούδες που αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, προστατεύονται μιμούμενα την εξωτερική εμφάνιση άλλων εντόμων που έχουν δυσάρεστη γεύση ή δηκτικών εντόμων. Συχνά κι εμείς ξεγελιόμαστε από μερικά έντομα με κίτρινες και μαύρες ραβδώσεις, νομίζοντας πως είναι σφήκες. Ορισμένα έντομα που μιμούνται τις μέλισσες, μας εξαπατούν τέλεια. Ψέματα λένε και τα αρπακτικά. Ο λοφίας ο αλιεύς (κν. βατραχόψαρο) περιμένει υπομονετικά στο βυθό της θάλασσας αθέατος, επειδή το χρώμα του μοιάζει με το χρώμα του βυθού. Το μόνο εμφανές μέρος του είναι μια μακριά προεκβολή του κεφαλιού του η οποία μοιάζει με το καλάμι του ψαρά. Στην άκρη της υπάρχει ένα κομμάτι σάρκας που μοιάζει με σκουλήκι και χρησιμοποιείται σαν δόλωμα. Όταν πλησιάζει κάποιο μικρό ψάρι, ο λοφίας κουνά το «δόλωμα» μπροστά του και το τραβά εκεί όπου βρίσκεται το κρυμμένο στόμα του. Ανοίγει απότομα τα σαγόνια του και καταπίνει το μικρό ψάρι. Ο λοφίας λέει ψέματα εκμεταλλευόμενος την τάση των μικρών ψαριών να πλησιάζουν κινούμενα πράγματα που μοιάζουν με σκουλήκια. Λέει : «Να ένα σκουλήκι», και τρώει αμέσως κάθε ψάρι που το «πιστεύει».

Μερικές μηχανές επιβίωσης εκμεταλλεύονται τις σεξουαλικές επιθυμίες άλλων. Μερικά ορχοειδή φυτά, όπως η οφρύς (κν. σαρκινοβοτάνι), ξεγελούν τις μέλισσες να συνουσιάζονται με τα άνθη τους που μοιάζουν πολύ με θηλυκές μέλισσες. Αυτό που κερδίζει το φυτό από την απάτη είναι η επικονίαση, γιατί η μέλισσα που ξεγελάστηκε από δύο τέτοια φυτά μεταφέρει συμπτωματικά γύρη από το ένα στο άλλο. Οι πυγολαμπίδες (που είναι πραγματικά σκαθάρια) ελκύουν τους συντρόφους τους με φωτεινές αναλαμπές. Κάθε είδος έχει το δικό του σύστημα αναλαμπών, πράγμα που αποκλείει τα λάθη στην αναγνώριση των ειδών και τις επιζήμιες υβριδοποιήσεις. Όπως οι ναυτικοί προσπαθούν να αναγνωρίσουν από το σύστημα αναλαμπών τους δορυφόρους φάρους, έτσι και οι πυγολαμπίδες αναζητούν το κωδικοποιημένο σύστημα αναλαμπών του δικού τους είδους. Τα θηλυκά του γένους *Photuris* έχουν «ανακαλύψει» ότι αν μιμηθούν τον κώδικα αναλαμπών ενός θηλυκού *Photinus* μπορούν να ξεγελάσουν τα αρσενικά *Photinus*. Κι αυτό κάνουν. Όταν ένα αρσενικό *Photinus* ξεγελαστεί και πλησιάζει, το θηλυκό *Photuris* το τρώει χωρίς καθυστέρηση. Αυτό μας φέρνει στο νου τους μύθους των Σειρήνων και της Λορελαί αλλά οι κάτοικοι της Κορνουάλης προτιμούν να πιστεύουν ότι επρόκειτο για απατεώνες των παλαιών καιρών οι οποίοι από την ξηρά χρησιμοποιούσαν φώτα για να ξεγελάσουν τα διερχόμενα πλοία, ώστε να πέσουν στους βράχους και κατόπιν να λεηλατήσουν τα φορτία τους

<ΕΚΤΟΣ ΒΙΒΛΙΟΥ : Γι αυτή τη τελευταία αναφορά με το ξεγέλασμα των πλοίων στην Κορνουάλη, διάβασε το πολύ καλό μυθιστόρημα της Δάφνης Ντυ Μωριέ «Η Ταβέρνα της Τζαμάικα – Jamaica Inn», που το θέμα της είναι τα ίδια γεγονότα και η ίδια περιοχή. Με το ίδιο θέμα επίσης και τον ίδιο τίτλο η αντίστοιχη κινηματογραφική ταινία>

Καθώς ένα σύστημα επικοινωνίας εξελίσσεται, υπάρχει πάντα ο κίνδυνος να το εκμεταλλευτεί κάποιος για ιδιοτελείς σκοπούς. Επειδή έχουμε συνηθίσει στην ιδέα ότι η εξέλιξη προχωρεί προς το «καλό του είδους» είναι φυσικό να σκεφτόμαστε στην αρχή ότι οι ψεύτες και οι απατεώνες

πρέπει να ανήκουν σε διαφορετικά είδη : αρπακτικά, θηρευτές, παράσιτα κ.ο.κ. Εντούτοις, κάθε φορά που τα συμφέροντα των γονιδίων διαφορετικών ατόμων αποκλίνουν, πρέπει να περιμένουμε να εμφανιστεί το ψέμα, η απάτη, και η εγωιστική εκμετάλλευση της επικοινωνίας. Αυτό συμπεριλαμβάνει και άτομα του ίδιου είδους. Όπως θα δούμε αργότερα, μπορούμε να περιμένουμε ακόμη και παιδιά να εξαπατούν τους γονείς τους, συζύγους να απατούν τις γυναίκες τους, και αδελφό να λέει ψέματα στον αδελφό του.

Πολύ απλοϊκή είναι και η άποψη ότι στα ζώα τα σήματα επικοινωνίας εξελίχθηκαν για να εξυπηρετήσουν το αμοιβαίο συμφέρον αλλά αργότερα τα εκμεταλλεύτηκαν κακόβουλα άτομα. Όμως η επικοινωνία των ζώων μπορεί ωραιότατα να εμπεριέχει εξαρχής κάποιο στοιχείο απάτης, επειδή σε όλες τις αλληλεπιδράσεις των ζώων υπεισέρχεται τουλάχιστον κάποια σύγκρουση συμφερόντων. Στο επόμενο κεφάλαιο θα χρησιμοποιήσουμε μια ισχυρή συλλογιστική σχετικά με τη σύγκρουση συμφερόντων από τη σκοπιά της εξέλιξης.

5. ΕΠΙΘΕΤΙΚΟΤΗΤΑ : ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΓΩΙΣΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ

Τούτο το κεφάλαιο αναφέρεται κυρίως στο παρεξηγημένο θέμα της επιθετικότητας. Θα συνεχίσουμε να θεωρούμε το άτομο εγωιστική μηχανή προγραμματισμένη να κάνει ως σύνολο το καλύτερο δυνατό για τα γονίδιά της. Στο τέλος του κεφαλαίου θα επιστρέψουμε στα μεμονωμένα γονίδια.

Για μια μηχανή επιβίωσης, κάποια άλλη παρόμοια μηχανή (η οποία δεν είναι παιδί της ούτε και στενός συγγενής) είναι κέρδος του περιβάλλοντός της, όπως π.χ. ένας βράχος, ένα ποτάμι ή ένα κομμάτι τροφής. Είναι κάτι που συναντά στο δρόμο της και ίσως μπορέσει να το εκμεταλλευτεί. Διαφέρει από το βράχο ή το ποτάμι ως προς ένα σημαντικό σημείο : έχει την τάση να ανταποδίδει. Και τούτο γιατί και αυτή είναι μια μηχανή που τα γονίδιά της, της εμπιστεύτηκαν την επιβίωσή τους, και για να τα διατηρήσει δεν σταματά μπροστά σε κανένα εμπόδιο. Η φυσική επιλογή ευνοεί τα γονίδια που ελέγχουν τις μηχανές επιβίωσής τους με τέτοιο τρόπο ώστε να τις κάνουν να εκμεταλλεύονται όσο το δυνατόν καλύτερα το περιβάλλον τους. Αυτό συμπεριλαμβάνει την εκμετάλλευση κατά το μέγιστο δυνατό άλλων μηχανών επιβίωσης, είτε του ίδιου είδους είτε διαφορετικού.

Σε μερικές περιπτώσεις φαίνεται ότι οι μηχανές επιβίωσης επηρεάζουν ελάχιστα η μία της ζωής της άλλης. Λόγου χάρη, οι τυφλοπόντικες και τα κοτσύφια δεν τρώνε το ένα το άλλο ούτε ζευγαρώνουν μεταξύ τους ούτε ανταγωνίζονται για επικράτειες. Όμως ακόμη κι έτσι, δεν μπορούμε να τα θεωρήσουμε τελείως απομονωμένα. Είναι δυνατό να ανταγωνιστούν για κάτι, π.χ. για ένα σκουλήκι. Φυσικά, αυτό δεν σημαίνει ότι θα δείτε ποτέ έναν τυφλοπόντικα να εμπλέκεται σε αγώνα με ένα κοτσύφι για κάποιο σκουλήκι. Στην πραγματικότητα, ένα κοτσύφι μπορεί να μην συναντήσει ποτέ τον τυφλοπόντικα. Όμως, αν εξαφανιστούν οι τυφλοπόντικες ως είδος, ίσως υπάρξουν τεράστιες επιπτώσεις στα κοτσύφια, μολονότι δεν μπορώ να ριψοκινδυνεύσω μια πρόβλεψη για τις λεπτομέρειες ούτε από ποιους έμμεσους ελικοειδείς δρόμους θα περνούσε πιθανώς αυτή η επίδραση.

Οι μηχανές επιβίωσης διαφορετικών ειδών αλληλοεπηρεάζονται με πολλούς τρόπους. Μπορεί να είναι θηρευτές ή θηράματα, παράσιτα ή ξενιστές, ή ανταγωνιστές για κάποιο πολύτιμο αγαθό. Μπορεί να γίνουν αντικείμενα ειδικής εκμετάλλευσης όπως στην περίπτωση των λουλουδιών, όπου οι μέλισσες χρησιμοποιούνται ως μεταφορείς γύρης.

Οι μηχανές επιβίωσης του ίδιου είδους έχουν την τάση να επηρεάζουν αμεσότερα η μία τη ζωή της άλλης. Αυτό οφείλεται σε πολλούς λόγους. Ενας απ' αυτούς είναι ότι ο μισός πληθυσμός του ίδιου είδους μηχανών επιβίωσης είναι πιθανοί ερωτικοί σύντροφοι και ενδεχομένως σκληρά μοχθούντες γονείς – αντικείμενα εκμετάλλευσης εκ μέρους των παιδιών τους. Ενας άλλος λόγος είναι ότι τα μέλη του ίδιου είδους, επειδή μοιάζουν πολύ, είναι παρόμοιες μηχανές για τη διατήρηση γονιδίων και έχουν το ίδιο τρόπο ζωής, είναι ιδιαίτερα άμεσοι ανταγωνιστές για όλα τα αγαθά τα απαραίτητα για τη ζωή τους. Για ένα κοτσύφι, ο τυφλοπόντικας μπορεί να γίνει ανταγωνιστής, αλλά σε καμιά περίπτωση τόσο σοβαρός όσο ένα άλλο κοτσύφι. Οι τυφλοπόντικες μεταξύ τους, όπως και τα κοτσύφια, ανταγωνίζονται για τα σκουλήκια αλλά και για άλλα πράγματα. Αν είναι μέλη του ίδιου φύλου μπορεί να ανταγωνιστούν π.χ. για συντρόφους στο ζευγάρι. Για λόγους που θα δούμε στη συνέχεια, τα αρσενικά συνήθως ανταγωνίζονται μεταξύ τους για τα θηλυκά. Αυτό σημαίνει ότι ένα αρσενικό θα ωφελούσε τα γονίδιά του αν έβλαπτε κατά κάποιον τρόπο τον αντίζηλό του.

Συνεπώς, η λογική τακτική για μια μηχανή επιβίωσης θα ήταν να θανατώνει τις αντίπαλές της και κατόπιν, το προτιμότερο, να τις τρώει. Μολονότι ο φόνος και ο κανιβαλισμός παρατηρούνται στη φύση, δεν είναι τόσο συνηθισμένα φαινόμενα όσο θα πρόβλεπε μια απλοϊκή εφαρμογή της θεωρίας του εγωιστικού γονιδίου. Πραγματικά, ο Konrad Lorenz, στο βιβλίο του *Επιθετικότητα*, τονίζει τη συγκρατημένη και υποτιμητική συμπεριφορά των ζώων στις συγκρούσεις τους. Για τον

Lorenz, το σημαντικό στοιχείο στις συγκρούσεις των ζώων είναι η τυπικότητα των αγώνων που διεξάγονται με κανόνες ανάλογους μ' αυτούς που ισχύουν στην πυγμαχία ή την ξιφομαχία. Τα ζώα αγωνίζονται «με το γάντι» και με «στομωμένα» ξίφη. Οι απειλές και οι μπλόφες παίρνουν τη θέση της θανάσιμης αναμέτρησης. Σήματα υποταγής αναγνωρίζονται από τους νικητές οι οποίοι αποφεύγουν να δώσουν θανάσιμα χτυπήματα ή δαγκωματιές, όπως πιθανώς θα προέβλεπε η απλοϊκή εφαρμογή της θεωρίας μας.

Αυτή η ερμηνεία της επιθετικότητας των ζώων, ότι δηλαδή είναι συκρατημένη και τελετουργική, μπορεί να αμφισβητηθεί. Ειδικότερα, είναι μεγάλο λάθος να κατηγορήσουμε τον Homo Sapiens [«Ανθρωπος ο σοφός», το όνομα που δόθηκε στο ανθρώπινο είδος (Σ.τ.μ.)] ότι είναι το μόνο είδος που σκοτώνει τους όμοιούς του, όντας ο μόνος κληρονόμος του στίγματος του Κάϊν, και να φορτώσουμε με παρόμοιες μελοδραματικές κατηγορίες. Αν κάποιος φυσιοδίφης τονίζει τη βιαιότητα και άλλος τη συκρατημένη επιθετικότητα των ζώων, αυτό οφείλεται εν μέρει στο είδος των ζώων που συνήθως μελετά ο καθένας και εν μέρει στις προκαταλήψεις του για την εξέλιξη – στο κάτω κάτω, ο Lorenz είναι υποστηρικτής της άποψης «για το καλό του είδους». Όμως, ακόμη κι αν υπάρχει κάποια δόση υπερβολής, η άποψη ότι οι συγκρούσεις των ζώων γίνονται με το γάντι φαίνεται πως αληθεύει τουλάχιστον κατά ένα μέρος. Επιφανειακά, αυτό είναι κάποια μορφή αλτρουισμού. Η θεωρία του εγωιστικού γονιδίου πρέπει να αντιμετωπίσει το δύσκολο έργο να εξηγήσει το εν λόγω φαινόμενο. Γιατί άραγε τα ζώα δεν σκοτώνουν τα αντίζηλα μέλη του είδους τους κάθε φορά που τους δίνεται η ευκαιρία ;

Η γενική απάντηση στο παρακάτω ερώτημα είναι ότι σ' ένα πόλεμο μέχρις εσχάτων, εκτός από την προφανή απώλεια χρόνου και ενέργειας, προκύπτουν ζημιές μαζί με τα κέρδη. Ας υποθέσουμε, λόγου χάρη, ότι ο Β και ο Γ είναι αντίπαλοί μου και ότι τυχαίνει να συναντήσω τον Β. Για μένα, ως εγωιστικό άτομο, θα ήταν λογικό να προσπαθήσω να τον σκοτώσω. Όμως δεν τελειώσαμε. Ο Γ είναι επίσης αντίπαλος του Β. Σκοτώνοντας λοιπόν τον Β ωφελώ και τον Γ, γιατί εξαφανίζω έναν αντίπαλό του. Θα ήταν λοιπόν καλύτερο να αφήσω να ζήσει ο Β, γιατί έτσι μπορεί αργότερα να ανταγωνιστεί ή να πολεμήσει τον Γ, πράγμα που με ωφελεί έμμεσα. Το δίδαγμα από αυτό το υποθετικό παράδειγμα είναι ότι δεν υπάρχει κανένα φανερό όφελος να προσπαθώ να σκοτώνω αδιάκριτα τους αντιπάλους μου. Σε ένα μεγάλο σύστημα ανταγωνισμών η απομάκρυνση από τη σκηνή ενός αντιπάλου μου δεν βελτιώνει υποχρεωτικά την κατάστασή μου επειδή είναι πιθανό οι αντίπαλοί μου να ωφεληθούν περισσότερο. Αυτό το σκληρό μάθημα το ξέρουν όσοι καταπολεμούν τα γεωργικά ζιζάνια. Βρίσκεστε μπροστά σε κάποιο βλαβερό ζιζάνιο και ανακαλύψτετε έναν αποτελεσματικό τρόπο για να το εξοντώσετε. Τον εφαρμόζετε λοιπόν με χαρά, διαπιστώνετε όμως ότι κάποιο άλλο ζιζάνιο ωφελήθηκε περισσότερο απ' όσο η γεωργική παραγωγή, οπότε βρίσκεστε σε χειρότερη κατάσταση από πριν.

Από την άλλη μεριά ίσως συμφέρει η τακτική να σκοτώνει κανείς ή τουλάχιστον να μάχεται συγκεκριμένους αντιπάλους επιλεκτικά. Αν ο Β είναι μια αρσενική λεόντεια φώκια [Το μεγαλύτερο είδος φώκιας (Σ.τ.μ.)] που έχει ένα μεγάλο χαρέμι, και εγώ, μια άλλη αρσενική φώκια, θέλω να αποκτήσω το χαρέμι του, πρέπει να το σκεφτώ καλά πριν επιχειρήσω το φόνο. Ακόμη και σε έναν επιλεκτικό πόλεμο υπάρχουν ζημιές και κίνδυνοι. Ο Β θα αγωνιστεί σκληρά για να υπερασπίσει την πολύτιμη ιδιοκτησία του. Αν αρχίσω λοιπόν μια μάχη έχω τις ίδιες με αυτόν πιθανότητες να σκοτωθώ. Ίσως και περισσότερες. Αυτός έχει στην ιδιοκτησία του ένα πολύτιμο αγαθό για το οποίο θα αγωνιστώ. Πως όμως το απέκτησε ; Ίσως να το κέρδισε με μάχες. Πιθανώς πριν από μένα αντιμετώπισε και άλλους αντιπάλους. Μπορεί να είναι δυνατός αντίπαλος. Αλλά κι αν τον νικήσω και αποκτήσω το χαρέμι, ίσως να πληγωθώ τόσο άσχημα ώστε να μη μπορέσω να απολαύσω τα κέρδη μου. Επίσης, με τη μάχη θα χάσω πολύτιμο χρόνο και ενέργεια που θα ήταν καλύτερα να τα κρατήσω για το μέλλον. Αν περιοριστώ για λίγο καιρό να τρέφομαι και να μένω στην ησυχία μου, θα μεγαλώσω περισσότερο και θα γίνω δυνατότερος. Τελικά θα τον πολεμήσω για το χαρέμι, αλλά αν περιμένω και δεν βιαστώ να ορμήσω, αργότερα θα έχω περισσότερες πιθανότητες να τον νικήσω.

Με τον παραπάνω προσωπικό μονόλογο θέλω απλώς να δείξω ότι η απόφαση να πολεμήσει κανείς ή όχι βγαίνει μετά από κάποιο φανταστικό, σύνθετο υποσυνείδητο υπολογισμό «κερδών/ζημιών». Τα δυνητικά οφέλη δεν βρίσκονται όλα στην πλευρά του πολέμου, μολονότι μερικά υπάρχουν αναμφισβήτητα εκεί. Όμως και κατά τη διάρκεια της μάχης θεωρητικά θα μπορούσε να υπολογιστεί κάθε απόφαση τακτικής, όπως, λόγου χάρη, αν πρέπει να κλιμακωθεί ή όχι η μάχη, ή πόσο είναι το κέρδος έναντι των ζημιών. Οι ηθολόγοι το έχουν κατανοήσει αυτό, αν και κάπως αόριστα, αλλά ως ιδέα εκφράστηκε καθαρά και με σθένος από τον J. Maynard Smith, που τυπικά δεν είναι ηθολόγος. Ο Maynard Smith, σε συνεργασία με τον G. R. Price και τον G. A. Parker, χρησιμοποίησε έναν κλάδο των μαθηματικών γνωστό ως «*θεωρία παιγνίων*». Οι κομψές ιδέες τους μπορεί να εκφραστούν με λόγια χωρίς μαθηματικούς συμβολισμούς, αν και με κάποια ζημιά ως προς την ακρίβεια.

Η βασική έννοια που εισάγει ο Maynard Smith είναι της *Εξελικτικά Σταθερής Στρατηγικής* (ΕΣΣ), μια ιδέα που μας πάει πίσω στον W. D. Hamilton και τον R. H. MacArthur. Με τον όρο «στρατηγική» εννοούμε έναν προγραμματισμένο τρόπο συμπεριφοράς. Ένα παράδειγμα στρατηγικής είναι : «Χτύπησε τον αντίπαλο. Αν φύγει, καταδίωξέ τον. Αν αντεπιτεθεί, φύγε». Είναι σημαντικό να θυμάστε πως δεν λέμε ότι το άτομο σχεδιάζει συνειδητά τη στρατηγική. Να θυμάστε ότι θεωρούμε το ζώο μηχανή επιβίωσης που λειτουργεί σαν «αυτόματο» με προγραμματισμένο από πριν υπολογιστή, ο οποίος ελέγχει τους μυς. Ένας πρόσφορος τρόπος για να αντιληφθούμε τη στρατηγική είναι να την φανταζόμαστε ως σύνολο απλών οδηγιών γραμμένων σε γνωστή μας γλώσσα. Με κάποιον άγνωστο μηχανισμό, το ζώο συμπεριφέρεται σαν να ακολουθεί αυτές τις οδηγίες.

Μια εξελικτικά σταθερή στρατηγική (ΕΣΣ) ορίζεται ως η στρατηγική που αν την υιοθετήσουν τα περισσότερα μέλη ενός πληθυσμού, δεν μπορεί να βελτιωθεί από κάποια εναλλακτική στρατηγική. Πρόκειται για λεπτή αλλά σημαντική έννοια. Μπορούμε να εκφράσουμε διαφορετικά αυτή την ιδέα αν πούμε ότι η καλύτερη στρατηγική για ένα μεμονωμένο άτομο εξαρτάται από αυτό που κάνουν τα περισσότερα άτομα του πληθυσμού. Επειδή το υπόλοιπο του πληθυσμού αποτελείται και αυτό από μεμονωμένα άτομα, και το καθένα προσπαθεί να μεγιστοποιήσει *τα δικά του* κέρδη, η μόνη στρατηγική που σταθεροποιείται είναι αυτή η οποία μόλις εμφανιστεί διαμέσου της εξέλιξης, δεν μπορεί να βελτιωθεί περισσότερο από κάποιο άτομο που αποκλίνει από τη συγκεκριμένη στρατηγική. Υστερα από μια σημαντική περιβαλλοντική αλλαγή μπορεί να υπάρξει μια σύντομη περίοδος αστάθειας στην εξέλιξη ή ακόμη και διακύμανση στον πληθυσμό. Μόλις όμως επιτευχθεί κάποια εξελικτικά σταθερή στρατηγική, σταθεροποιείται : η επιλογή θα τιμωρήσει κάθε εκτροπή.

Για να εφαρμόσουμε αυτή την ιδέα στην περίπτωση της επιθετικότητας, θα εξετάσουμε ένα από τα απλούστερα υποθετικά παραδείγματα του Maynard Smith. Ας υποθέσουμε ότι σε κάποιο πληθυσμό ενός συγκεκριμένου είδους υπάρχουν μόνο δύο τύποι στρατηγικής μάχης : του *γερακιού* και του *περιστεριού*. (Τα ονόματα έχουν συμβατικό χαρακτήρα και δεν σχετίζονται με τις συνήθειες των εν λόγω πουλιών : στην πραγματικότητα, τα περιστερία είναι μάλλον επιθετικά πουλιά). Κάθε άτομο του υποθετικού πληθυσμού μας ταξινομείται ως γεράκι ή περιστερί. Τα γεράκια μάχονται πάντα ασυγκράτητα και όσο σκληρότερα μπορούν. Υποχωρούν μόνο όταν πληγωθούν σοβαρά. Τα περιστερία απλώς απειλούν με αξιοπρεπή συμβατικό τρόπο, χωρίς ποτέ να πληγώνουν κανένα. Αν ένα γεράκι επιτεθεί σ' ένα περιστερί, το τελευταίο απομακρύνεται αμέσως και συνεπώς δεν πληγώνεται. Αν ένα γεράκι επιτεθεί σε άλλο γεράκι, η μάχη που θα επακολουθήσει θα συνεχιστεί ωσότου ένα από τα δύο πληγωθεί σοβαρά ή θανάσιμα. Αν ένα περιστερί συναντήσει κάποιο άλλο περιστερί κανένα τους δεν πληγώνεται. Το καθένα κάνει διάφορα καμώματα απέναντι στο άλλο για αρκετή ώρα, ώσπου κάποιο να βαρεθεί ή να αποφασίσει να μην ασχοληθεί άλλο, οπότε υποχωρεί. Προς το παρόν υποθέτουμε ότι κάθε άτομο δεν μπορεί να ξέρει από πριν αν ένας συγκεκριμένος αντίπαλος είναι γεράκι ή περιστερί. Αυτό το

ανακαλύπτει μόνο την ώρα της μάχης και δεν θυμάται τίποτε από προηγούμενες συμπλοκές με συγκεκριμένους αντιπάλους ώστε να βγάλει κάποιο συμπέρασμα.

Τώρα, με κάποια εντελώς αυθαίρετα κριτήρια βαθμολογούμε τους αντιπάλους. Ας πούμε ότι δίνουμε 50 βαθμούς στο νικητή, 0 στον νικημένο, -100 στον βαριά πληγωμένο και -10 για απώλεια χρόνου όταν ο αγώνας διαρκεί πολύ. Υποτίθεται ότι οι βαθμοί αντιστοιχούν σε κάποιο ποσό σε «νόμισμα» επιβίωσης γονιδίων. Το άτομο που συγκεντρώνει πολλούς βαθμούς, αποκτά δηλαδή κατά μέσον όρο μεγάλο ποσό αυτού του νομίσματος, αφήνει πίσω του στη γονιδιακή δεξαμενή πολλά γονίδια. Για την ανάλυσή μας οι αριθμητικές τιμές που δίνουμε δεν έχουν σημασία για ευρύτατα όρια, μας βοηθούν όμως να καταλάβουμε το πρόβλημα.

Αυτό που έχει σημασία είναι ότι δεν μας ενδιαφέρει αν τα γεράκια νικούν όταν οι αντίπαλοί του είναι περισσότερα. Αυτό το ξέρουμε : πάντα νικούν τα γεράκια. Αυτό που θέλουμε να μάθουμε είναι ποια από τις δύο στρατηγικές είναι εξελικτικά σταθερή : του γερακιού ή του περιστεριού ; Αν απ' αυτές τις δύο στρατηγικές μόνο η μία είναι ΕΣΣ, τότε πρέπει να περιμένουμε ότι αυτή θα εξελιχθεί σε ΕΣΣ. Θεωρητικά, είναι δυνατό να υπάρχουν δύο εξελικτικά σταθερές στρατηγικές. Αυτό θα συνέβαινε αν η καλύτερη στρατηγική για κάθε συγκεκριμένο άτομο ήταν να κάνει ό, τι κάνουν τα περισσότερα άτομα του πληθυσμού, ανεξάρτητα από το αν η στρατηγική τους είναι του γερακιού ή του περιστεριού. Σ' αυτή την περίπτωση ο πληθυσμός θα έτεινε να καθηλωθεί στη σταθερή κατάσταση που θα παρουσιαζόταν πρώτη. Εντούτοις, όπως θα δούμε αμέσως, καμιά από αυτές τις δύο στρατηγικές, του γερακιού ή του περιστεριού, δεν είναι από μόνη της εξελικτικά σταθερή. Συνεπώς δεν πρέπει να περιμένουμε να εξελιχθεί καμιά τους. Για να αποδείξουμε πρέπει να υπολογίσουμε τις μέσες τιμές των «βαθμών» που συγκεντρώνονται.

Εστω ότι έχουμε έναν πληθυσμό αποτελούμενο αποκλειστικά από περισσότερα. Στους καβγάδες τους δεν πληγώνεται κανένας. Οι τσακωμοί τους συνίστανται σε παρατεταμένους τελετουργικούς γύρους, που είναι μάλλον θεαματικές επιδείξεις και τελειώνουν μόνον όταν ο ένας αντίπαλος αποσυρθεί. Ο νικητής παίρνει 50 βαθμούς γιατί κερδίζει το διεκδικούμενο έπαθλο αλλά χρεώνεται με -10 βαθμούς για το χρόνο που έχασε στα παρατεταμένα επιδειξιακά καμώματα. Τελικά δηλαδή παίρνει 40 βαθμούς. Αλλά και ο ηττημένος τιμωρείται με -10 βαθμούς για χάσιμο χρόνου. Κατά μέσον όρο, κάθε περισσότερι μπορεί να κερδίσει τους μισούς καβγάδες και να χάσει τους υπόλοιπους. Συνεπώς, η μέση τιμή των βαθμών που συγκεντρώνει σε κάθε καβγά είναι ο μέσος όρος σε έναν πληθυσμό περιστεριών, κάθε περισσότερι τα καταφέρνει πολύ καλά.

Ας υποθέσουμε όμως τώρα ότι στον πληθυσμό εμφανίζεται ένα γεράκι. Επειδή είναι το μόνο γεράκι του πληθυσμού, σε κάθε αγώνα του θα έχει αντίπαλο ένα περισσότερι. Επειδή τα γεράκια νικούν πάντα τα περισσότερα, σε κάθε μάχη το γεράκι παίρνει 50 βαθμούς, που είναι και η μέση τιμή των «κερδών» του. Συνεπώς πλεονεκτεί εξαιρετικά απέναντι στα περισσότερα, για τα οποία το καθαρό κέρδος είναι μόνο +15. Το αποτέλεσμα είναι ότι τα γονίδια του γερακιού θα εξαπλωθούν γρήγορα στον πληθυσμό. Τώρα όμως κάθε γεράκι δεν μπορεί να ελπίζει πως όλοι οι αντίπαλοί του θα είναι περισσότερα. Για να πάρουμε ένα ακραίο παράδειγμα, αν τα γονίδια του γερακιού εξαπλωθούν με τόση επιτυχία ώστε ολόκληρος ο πληθυσμός να αποτελείται από γεράκια, τότε όλοι σε αγώνες θα είναι αγώνες μεταξύ γερακιών. Τώρα τα πράγματα αλλάζουν εντελώς. Όταν ένα γεράκι συναντήσει κάποιο άλλο, το ένα θα πληγωθεί σοβαρά και θα πάρει -100 βαθμούς, ενώ ο νικητής θα πάρει 50. Σε έναν πληθυσμό γερακιών κάθε γεράκι θα κερδίσει κατά μέσον όρο τις μισές μάχες και θα χάσει τις υπόλοιπες. Το αναμενόμενο μέσο «συνολικό κέρδος» για κάθε αγώνα είναι ο μέσος όρος του +50 και -100, δηλαδή -25. Ας υποθέσουμε ότι σε έναν πληθυσμό γερακιών εμφανίζεται ένα περισσότερι, που σίγουρα χάνει όλες τις μάχες, αλλά ουδέποτε πληγώνεται. Το μέσο «συνολικό κέρδος» για ένα περισσότερι μέσα σε έναν πληθυσμό γερακιών είναι μηδέν, ενώ η αντίστοιχη τιμή για ένα γεράκι σε ένα πληθυσμό γερακιών είναι -25. Συνεπώς, σ' αυτόν τον πληθυσμό τα γονίδια του περιστεριού έχουν την τάση να εξαπλωθούν.

Στο παραπάνω παράδειγμα φαίνεται πως θα υπάρξει κάποια συνεχής περιοδική μεταβολή του πληθυσμού. Αρχικά μεγαλώνει ο αριθμός των γονιδίων του γερακιού. Ακολούθως εξαιτίας της

πλειονότητας των γερακιών, τα γονίδια του περιστεριού θα βρεθούν σε πλεονεκτική θέση και θα αυξάνονται αριθμητικά, ώσπου θα αρχίσουν και πάλι να ευημερούν τα γονίδια του γερακιού κ.ο.κ. Εντούτοις, αυτή η ταλάντωση δεν είναι υποχρεωτική. Υπάρχει μια κατάσταση όπου ο λόγος του αριθμού των γερακιών προς τον αριθμό των περιστεριών είναι σταθερός. Στο συγκεκριμένο αυθαίρετο σύστημα βαθμολόγησης που χρησιμοποιήσαμε, βρίσκεται με υπολογισμό ότι ο σταθερός λόγος είναι 7/12 γεράκια προς 5/12 περιστέρια. Όταν επιτευχθεί αυτός ο λόγος, η μέση τιμή του συνολικού κέρδους των γερακιών ισούται με την αντίστοιχη τιμή των περιστεριών. Σ' αυτή την κατάσταση, η επιλογή δεν ευνοεί κανέναν εις βάρος του άλλου. Αν στον πληθυσμό άρχιζε να μεγαλώνει ο αριθμός των γερακιών έτσι ώστε ο λόγος να μην είναι 7 προς 5, τα περιστέρια θ' άρχιζαν να αποκτούν ένα επιπλέον πλεονέκτημα και ο λόγος θα μετακινούνταν πίσω στη σταθερή τιμή. Όπως (καθώς θα δούμε αργότερα) ο σταθερός κατά φύλο λόγος είναι 50 : 50, έτσι και στο υποθετικό παράδειγμά μας ο σταθερός λόγος γερακιών προς περιστέρια είναι 7 προς 5. Και στις δύο περιπτώσεις, αν υπάρχουν διακυμάνσεις γύρω από το σταθερό σημείο δεν θα είναι κατ' ανάγκην πολύ μεγάλες.

Επιφανειακά, αυτό μοιάζει λίγο με «επιλογή ομάδων». Στην πραγματικότητα όμως δεν έχει καμιά σχέση μ' αυτήν. Μοιάζει με επιλογή ομάδων γιατί μας επιτρέπει να προβλέπουμε ότι υπάρχει μια σταθερή κατάσταση ισορροπίας του πληθυσμού προς την οποία τείνει να επιστρέψει όταν διαταραχθεί. Όμως η εξελικτικά σταθερή στρατηγική είναι πολύ λεπτότερη έννοια από την επιλογή ομάδων. Δεν σχετίζεται με την ιδέα ότι μερικές ομάδες είναι επιτυχέστερες από άλλες. Αυτό μπορούμε να το δείξουμε ωραιότατα αν χρησιμοποιήσουμε το αυθαίρετο βαθμολογικό σύστημά μας. Σ' έναν πληθυσμό αποτελούμενο από 7/12 γεράκια και 5/12 περιστέρια, το μέσο ποσό βαθμών που διαθέτει ένα άτομο είναι $6\frac{1}{4}$. Αυτό ισχύει είτε το άτομο είναι γεράκι είτε περιστέρι. Αλλά το $6\frac{1}{4}$ είναι πολύ μικρότερο ποσό από αυτό που διαθέτει ένα περιστέρι σ' έναν πληθυσμό περιστεριών, το οποίο είναι 15. Κάθε μεμονωμένο άτομο θα είχε όφελος μόνο αν όλα ενεργούσαν σαν περιστέρια. Με απλή επιλογή ομάδων, κάθε ομάδα στην οποία όλα τα μέλη της θα συμφωνούσαν να συμπεριφέρονται σαν περιστέρια, θα ήταν πολύ πιο επιτυχημένη από μια ανταγωνιστική ομάδα προσκολλημένη στο λόγο της ΕΣΣ. (Στην πραγματικότητα, μια ομάδα αποτελούμενη από άτομα τα οποία «κατόπιν συμφωνίας» θα συμπεριφέρονταν μόνο σαν περιστέρια δεν είναι η επιτυχέστερη δυνατή. Σε μια ομάδα αποτελούμενη από 1/6 γεράκια και 5/6 περιστέρια, το μέσο «συνολικό» ποσό για κάθε αγώνα είναι $16\frac{2}{3}$. Αυτή είναι η επιτυχέστερη δυνατή «κατόπιν συμφωνίας» ομάδα, η περίπτωση τους όμως δεν εξυπηρετεί τους σκοπούς της ανάλυσής μας και γι αυτό θα την αγνοήσουμε. Η απλούστερη «κατόπιν συμφωνίας» ομάδα που περιλαμβάνει μόνο περιστέρια με μέσο συνολικό κέρδος 15 για το καθένα μεμονωμένο άτομο, είναι πολύ καλύτερη συγκριτικά με μια ΕΣΣ). Συνεπώς, η θεωρία της «επιλογής ομάδων» θα προέβλεπε την εξέλιξη ενός συνόλου αποτελούμενου αποκλειστικά από άτομα που θα συμπεριφέρονταν «κατόπιν συμφωνίας» μόνο σαν περιστέρια, γιατί μια ομάδα που θα περιλάμβανε γεράκια σε αναλογία 7/12 θα ήταν λιγότερο επιτυχημένη. Όμως το πρόβλημα με τις συμπεριφορές «κατόπιν συμφωνίας», ακόμη και όταν ωφελούνται μακροπρόθεσμα όλα τα μέλη, είναι ότι μπορεί να υπάρξουν υπερβάσεις. Είναι αλήθεια ότι συγκριτικά με μια ΕΣΣ, σε μια ομάδα αποτελούμενη μόνο από περιστέρια όλοι ζουν καλύτερα. Δυστυχώς, στις ομάδες όπου όλα τα άτομα συμπεριφέρονται σαν περιστέρια, τα γεράκια θα τα περνούν τόσο καλά ώστε τίποτε δεν θα μπορούσε να σταματήσει την εξέλιξή τους. Γι' αυτό ένας συνασπισμός είναι προορισμένος να διαλυθεί με προδοσία «εκ των ένδον». Μια εξελικτικά σταθερή στρατηγική είναι σταθερή, όχι γιατί είναι ιδιαίτερα καλή για το κάθε άτομο που συμμετέχει σ' αυτήν, αλλά απλώς επειδή είναι άτρωτη σε προδοσία «εκ των ένδον».

Οι άνθρωποι συνάπτουν συμφωνίες και συγκροτούν συνασπισμούς για να ωφεληθούν ο καθένας χωριστά, ακόμη και όταν οι ομάδες δεν είναι σταθερές με την έννοια της ΕΣΣ. Όμως αυτό είναι δυνατό μόνο επειδή κάθε άτομο χρησιμοποιεί τη *συνειδητή* προνοητικότητα του, και είναι σε θέση να δει ότι η τήρηση των όρων της συμφωνίας εξυπηρετεί *μακροπρόθεσμα* τα συμφέροντά του. Και

στις ανθρώπινες συμφωνίες υπάρχει συνεχής κίνδυνος να βρεθούν άτομα που θα αποκομίσουν *βραχυπρόθεσμα* τόσο μεγάλα κέρδη από την παραβίασή τους ώστε ο πειρασμός να το κάνουν είναι ακαταμάχητος. Η σταθεροποίηση των τιμών είναι ίσως το καλύτερο παράδειγμα. Η πώληση του πετρελαίου σε σταθερές τιμές ανώτερες από τις κανονικές, μακροπρόθεσμα συμφέρει όλους τους πρατηριούχους πετρελαίου. Η συγκράτηση των υψηλών τιμών, που στηρίζεται στη συνειδητή εκτίμηση ότι αυτό εξυπηρετεί μακροπρόθεσμα τα συμφέροντά τους, μπορεί να συνεχιστεί για πολύ. Εντούτοις, συχνότατα, κάποιος ενδίδει στον πειρασμό να αποκομίσει γρήγορα κέρδη και μειώνει τις τιμές του. Σχεδόν αμέσως, οι γείτονές του τον μιμούνται και ένα κύμα πτώσης των τιμών απλώνεται σε όλη τη χώρα. Δυστυχώς για μας τους υπόλοιπους, η ενσυνείδητη προβλεπτικότητα των πρατηριούχων δεν αργεί να επανεμφανιστεί, οπότε συνάπτουν νέα συμφωνία για τη σταθεροποίηση της τιμής του πετρελαίου. Έτσι, ακόμη και στον άνθρωπο, που ανήκει σε ένα είδος με το χάρισμα της συνειδητής πρόβλεψης, οι βασισμένες στο μακροπρόθεσμα συμφέρον συμφωνίες ή συνασπισμοί φτάνουν συχνά στο χείλος της κατάρρευσης, εξαιτίας μιας επιβουλής «εκ των ένδον». Στα άγρια ζώα που ελέγχονται από τα μαχητικά γονίδια είναι ακόμη δυσκολότερο να δούμε με ποιους τρόπους θα ήταν δυνατό να εξελιχθεί το συμφέρον της ομάδας ή οι στρατηγικές του συνεταιρισμού. Πρέπει λοιπόν να περιμένουμε να βρούμε παντού εξελικτικά σταθερές στρατηγικές.

Στο παράδειγμά μας υποθέσαμε απλώς ότι κάθε μεμονωμένο άτομο ήταν είτε γεράκι είτε περιστέρι, και καταλήξαμε ότι η εξέλιξη θα οδηγούσε σε σταθερή αναλογία γερακιών και περιστεριών. Στην πράξη, αυτό σημαίνει ότι στη γονιδιακή δεξαμενή θα υπήρχε τελικά μια ορισμένη αναλογία γονιδίων γερακιού και γονιδίων περιστεριού. Ο επιστημονικός όρος της γενετικής γι' αυτή την περίπτωση είναι «σταθερός πολυμορφισμός». Από μαθηματική άποψη, μπορεί να προκύψει μια ακριβώς ισοδύναμη ΕΣΣ χωρίς πολυμορφισμό με τον εξής τρόπο : Αν κάθε άτομο έχει την ικανότητα να συμπεριφέρεται ανάλογα με την κατάσταση είτε σαν γεράκι είτε σαν περιστέρι, είναι δυνατό να προκύψει μια ΕΣΣ όπου όλα τα άτομα έχουν την ίδια πιθανότητα να συμπεριφέρονται σαν γεράκια (στο συγκεκριμένο παράδειγμά μας η πιθανότητα είναι 7/12). Στην πράξη, αυτό θα σήμαινε ότι κάθε άτομο που μπλέκεται σ' έναν καβγά αποφασίζει στην τύχη να συμπεριφερθεί σαν γεράκι ή σαν περιστέρι. Στην τύχη, αλλά με απόκλιση 7 προς 5 υπέρ του γερακιού. Μολονότι οι αποφάσεις κλίνουν προς το γεράκι, είναι πολύ σημαντικό ότι είναι τυχαίες, με την έννοια ότι σε κάθε καβγά ο ένας δεν μπορεί με κανέναν τρόπο να μαντέψει πως θα συμπεριφερθεί ο αντίπαλός του. Λόγου χάρη, δεν θα ήταν καλό ένα άτομο να συμπεριφέρεται σαν γεράκι 7 φορές στη σειρά και κατόπιν 5 συνεχείς φορές σαν περιστέρι κ.ο.κ. Αν κάποιο άτομο υιοθετούσε μια τέτοια απλή τακτική, οι αντίπαλοί του θα το καταλάβαιναν γρήγορα και συνεπώς θα πλεονεκτούσαν. Το πλεονέκτημα μπροστά σ' αυτή την απλή στρατηγική προκύπτει από το ότι θα τον πολεμήσεις σαν γεράκι όταν ξέρεις ότι θα συμπεριφερθεί σαν περιστέρι.

Φυσικά, η ιστορία του γερακιού και του περιστεριού είναι πολύ απλοϊκή. Είναι ένα «μοντέλο», κάτι που δεν θα συμβαίνει πραγματικά στη φύση, μας βοηθά όμως να καταλάβουμε τα πράγματα που όντως συμβαίνουν. Μπορεί τα μοντέλα να είναι πολύ απλά (όπως το παραπάνω), χρησιμεύουν όμως να κατανοήσουμε κάποιο σημείο ή να σχηματίσουμε μια ιδέα. Τα απλά μοντέλα μπορεί να συμπληρωθούν και να γίνουν συνθετότερα. Αν όλα πάνε καλά, καθώς γίνονται πολυπλοκότερα, μοιάζουν όλο και περισσότερο με την πραγματικότητα. Ένας τρόπος ν' αρχίσουμε να βελτιώνουμε το μοντέλο του γερακιού και του περιστεριού είναι να προσθέσουμε κάποιες άλλες στρατηγικές. Η στρατηγική του γερακιού και του περιστεριού δεν είναι οι μόνες δυνατές. Μια πολυπλοκότερη στρατηγική είναι του *ανταποδότη*, που παρουσίασαν οι Smith και Price.

Στην αρχή κάθε καβγά, ο ανταποδότης συμπεριφέρεται σαν περιστέρι. Δεν αναλαμβάνει ολοκληρωτική άγρια επίθεση όπως κάνει το γεράκι, αλλά κρατά τυπική απειλητική στάση. Αν ο αντίπαλός του του επιτεθεί, αντεπιτίθεται. Με άλλα λόγια, ο ανταποδότης συμπεριφέρεται σαν γεράκι όταν του επιτεθεί γεράκι, και σαν περιστέρι όταν αντιμετωπίζει περιστέρι. Όταν

συναντήσει άλλο ανταποδότη συμπεριφέρεται σαν περιστέρι. Συνεπώς ο ανταποδότης εμφανίζει *εξαρτημένη* στρατηγική. Η συμπεριφορά του καθορίζεται από τη συμπεριφορά του αντιπάλου του. Μια άλλη εξαρτημένη συμπεριφορά είναι του *θρασύδειλου*. Ο θρασύδειλος συμπεριφέρεται σαν γεράκι ως τη στιγμή που κάποιος θα του ανταποδώσει το χτύπημα, οπότε το βάζει αμέσως στα πόδια. Εξαρτημένη είναι και η στρατηγική του *ανιχνευτή-ανταποδότη*. Ο ανιχνευτής-ανταποδότης είναι ουσιαστικά ανταποδότης αλλά περιστασιακά επιχειρεί μια σύντομη δοκιμαστική κλιμάκωση του αγώνα. Επιμένει στη συμπεριφορά του γερακιού όταν ο αντίπαλος δεν αντεπιτεθεί. Αν όμως ο αντίπαλος αντεπιτεθεί, επανέρχεται στην απειλητική συμπεριφορά του περιστεριού. Αν του επιτεθούν, ανταποδίδει όπως ακριβώς ένας κανονικός ανταποδότης.

Αν προσομοιώσουμε σε ηλεκτρονικό υπολογιστή τις 5 στρατηγικές που αναφέραμε τη μία κατόπιν της άλλης, θα βρούμε ότι η μόνη εξελικτικά σταθερή είναι εκείνη του ανταποδότη και σχεδόν σταθερή του ανιχνευτή-ανταποδότη. Η στρατηγική του περιστεριού δεν είναι σταθερή επειδή σ' έναν πληθυσμό περιστεριών μπορεί να εισβάλλουν γεράκια και θρασύδειλοι. Η στρατηγική του γερακιού δεν είναι σταθερή επειδή σ' έναν πληθυσμό γερακιών μπορεί να εισβάλλουν θρασύδειλοι και περιστέρια. Του θρασύδειλου δεν είναι σταθερή επειδή στον πληθυσμό των θρασύδειλων μπορεί να εισβάλλουν γεράκια. Σ' έναν πληθυσμό ανταποδοτών δεν μπορεί να υπεισέλθει άλλη στρατηγική που να τα καταφέρνει καλύτερα. Εντούτοις, τα περιστέρια περνούν εξίσου καλά μέσα σ' έναν πληθυσμό ανταποδοτών. Αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός των περιστεριών θα μπορούσε να μεγαλώνει αργά. Αν έφτανε σε υψηλό επίπεδο, οι ανιχνευτές-ανταποδότες (και, περιστασιακά, τα γεράκια και οι θρασύδειλοι) θ' άρχιζαν να πλεονεκτούν, εφόσον συγκριτικά με τους ανταποδότες, τα καταφέρνουν καλύτερα εναντίον των περιστεριών. Η στρατηγική του ανιχνευτή-ανταποδότη, σε αντίθεση με του γερακιού και του θρασύδειλου, είναι σχεδόν μια ΕΣΣ, με την έννοια ότι σ' έναν πληθυσμό ανιχνευτών-ανταποδοτών μόνο μια άλλη στρατηγική, του ανταποδότη, τα καταφέρνει καλύτερα. Θα περιμέναμε λοιπόν να επικρατήσει ένας μικτός πληθυσμός ανταποδοτών και ανιχνευτών-ανταποδοτών, ίσως με κάποια μικρή διακύμανση από τη μία ή την άλλη πλευρά, σε συνδυασμό με μια διακύμανση μεγέθους μιας μικρής μειονότητας περιστεριών. Για άλλη μια φορά, δεν χρειάζεται να σκεφτόμαστε με βάση τον πολυμορφισμό, σύμφωνα με τον οποίο κάθε άτομο εφαρμόζει πάντα κάποια συγκεκριμένη στρατηγική. Κάθε άτομο θα μπορούσε να εφαρμόσει πολύπλοκη στρατηγική, κάποιο μείγμα ανταποδότη, ανιχνευτή-ανταποδότη και περιστεριού.

Αυτό το θεωρητικό συμπέρασμα δεν απέχει πολύ απ' ό, τι όντως συμβαίνει στα περισσότερα άγρια ζώα. Κατά κάποιον τρόπο εξηγήσαμε την πλευρά της επιθετικότητας των ζώων που ονομάσαμε «με το γάντι». Φυσικά, οι λεπτομέρειες εξαρτώνται από τους συγκεκριμένους βαθμούς που αντιστοιχούν στη νίκη, την ήττα, την απώλεια χρόνου κ.ο.κ. Στις λεόντειες φώκιες το τίμημα της νίκης είναι σχεδόν μονοπωλιακά δικαιώματα πάνω σ' ένα μεγάλο χαρέμι. Συνεπώς, για τη νίκη αυτή πρέπει να παραχωρηθούν πολλοί βαθμοί. Αναμφίβολα, οι μάχες είναι σκληρές και οι πιθανότητες σοβαρού τραυματισμού πολύ υψηλές. Το κόστος από την απώλεια χρόνου πρέπει να θεωρηθεί μικρό συγκριτικά με κόστος του τραυματισμού και το κέρδος της νίκης. Από την άλλη μεριά, για ένα μικρό πουλί σε ψυχρό περιβάλλον το κόστος από την απώλεια χρόνου μπορεί να είναι πολύ μεγάλο. Ο αιγίθαλος [Ωδικό πουλί με πολύχρωμο πτέρωμα και ανάστημα 15εκ. Ανήκει στα στρουθοειδή και είναι ωφέλιμο στη γεωργία. Είναι γνωστό με το όνομα παπαδίτσα ή τρυποκάρυδος (Σ.τ.μ.)] για να ταΐσει τα μικρά του χρειάζεται να πιάνει ένα έντομο κάθε 30 δευτερόλεπτα. Ετσι κάθε δευτερόλεπτο του είναι πολύτιμο. Ακόμη και ο σχετικά μικρός χρόνος που χάνεται σε μια μάχη γερακιού με γεράκι μπορεί να θεωρηθεί πιθανώς πολύ πιο σημαντικός από τον κίνδυνο τραυματισμού ενός τέτοιου πουλιού. Δυστυχώς, προς το παρόν δεν είμαστε σε θέση να εκχωρούμε ακριβείς βαθμούς στο κόστος και τα οφέλη που αντιστοιχούν στα διάφορα αποτελέσματα στη φύση. Πρέπει να είμαστε προσεχτικοί ώστε να μην προχωρούμε σε συμπεράσματα απλώς και μόνο από μια αυθαίρετη βαθμολόγησή μας. Τα γενικά συμπεράσματα που έχουν σημασία είναι ότι οι ΕΣΣ τείνουν να εξελιχθούν, ότι μια ΕΣΣ δεν είναι η ίδια με τη

βέλτιστη που θα μπορούσε να επιτύχει μια «συνωμοτική» ή «κατόπιν συμφωνίας» ομάδα, και ότι η κοινή λογική μπορεί να παραπλανά.

Ένα άλλο είδος πολεμικού παιχνιδιού που μελέτησε ο Maynard Smith είναι ο «πόλεμος φθοράς». Μπορούμε να φανταστούμε ότι ο εν λόγω πόλεμος απαντάται σ' ένα είδος ζώων τα οποία ουδέποτε εμπλέκονται σε επικίνδυνες μάχες, σε ζώα που είναι π.χ. αποτελεσματικά θωρακισμένα και δύσκολα πληγώνονται. Όλες οι ενδείξεις ανάμεσα σε άτομα τέτοιου είδους διευθετούνται με συμβατικές «πόζες». Ο καβγάς τελειώνει πάντα μόλις υποχωρήσει ο ένας αντίπαλος. Για να νικήσει κανείς, αρκεί να παραμείνει στη θέση του και να ατενίζει βλοσυρά τον αντίπαλο, ώσπου εκείνος να το βάλει στα πόδια. Προφανώς, κανένα ζώο δεν μπορεί να ξοδέψει άπειρο χρόνο σε απειλές γιατί υπάρχουν και άλλα σημαντικά πράγματα που πρέπει να κάνει. Όσο πολύτιμο κι αν είναι το έπαθλο του αγώνα η αξία του είναι πεπερασμένη. Αξίζει μόνο ορισμένο χρονικό διάστημα, και, όπως στις δημοπρασίες, κάθε άτομο είναι προετοιμασμένο να ξοδέψει μόνο αυτό τον ορισμένο χρόνο. Ο χρόνος είναι το αντίτιμο σ' αυτή τη «δημοπρασία» με τους δύο πλειοδότες. Ας υποθέσουμε ότι κάθε αντίπαλος έχει υπολογίσει από πριν το χρόνο που αξίζει να διαθέσει για κάποιο συγκεκριμένο αγαθό, λόγου χάρη, για ένα θηλυκό. Ένα μεταλλαγμένο άτομο προετοιμασμένο να συνεχίσει λίγο περισσότερο, πάντα θα νικούσε. Έτσι η στρατηγική να τηρείται ένα σταθερό όριο προσφοράς είναι ασταθής. Ακόμη κι αν η αξία του αγαθού έχει υπολογιστεί με ακρίβεια και όλα τα άτομα προσφέρουν ακριβώς την ίδια τιμή, η στρατηγική είναι ασταθής. Σύμφωνα με τη στρατηγική της μέγιστης προσφοράς, καθένα από τα δύο άτομα θα αποσυρόταν ακριβώς την ίδια στιγμή και κανένα τους δεν θα αποκτούσε το αγαθό ! Έτσι το άτομο που θα εγκατέλειπε τον αγώνα από την αρχή θα είχε το κέρδος ότι δεν θα έχανε πολύτιμο χρόνο. Η σημαντική διαφορά ανάμεσα στον πόλεμο φθοράς και σε μια πραγματική δημοπρασία είναι ότι στον πρώτο πληρώνουν σε χρόνο και οι δύο αντίπαλοι ενώ μόνο ο ένας αποκτά το αγαθό. Συνεπώς, σ' έναν πληθυσμό όπου οι ανταγωνισμοί γίνονται με πλειοδοσία, η στρατηγική να φεύγει κανείς από την αρχή θα ήταν επιτυχής, άρα θα εξαπλωνόταν. Έτσι όμως θα κέρδιζαν τα άτομα που δεν θα έφευγαν αμέσως αλλά θα περίμεναν έστω και λίγα δευτερόλεπτα. Αυτή η στρατηγική θα απέβαινε εις βάρος των αμέσως αποχωρούντων που τώρα θα υπερτερούσαν στον πληθυσμό. Ακολούθως, η φυσική επιλογή θα ευνοούσε την προοδευτική αύξηση του χρόνου αναμονής ώσπου αυτός ο χρόνος να προσεγγίσει πάλι ένα μέγιστο που θα αντιστοιχεί στην πραγματική αξία του διεκδικούμενου αγαθού.

Ακόμη μια φορά, καταφέραμε να περιγράψουμε με λέξεις μια διακύμανση σ' έναν πληθυσμό. Κι ακόμη μια φορά, η μαθηματική ανάλυση δείχνει ότι αυτή η περιγραφή δεν είναι απαραίτητη. Υπάρχει μια εξελικτικά σταθερή στρατηγική που μπορεί να εκφραστεί με τη βοήθεια ενός μαθηματικού τύπου η οποία με λόγια εκφράζεται ως εξής : Κάθε άτομο συνεχίζει να περιμένει αλλά ο χρόνος αναμονής δεν είναι ορισμένος. Για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση δεν είναι αυστηρά προσδιορισμένος, όμως η μέση τιμή του αντιστοιχεί στην πραγματική αξία του αγαθού. Ας υποθέσουμε ότι η πραγματική αξία του αγαθού είναι αναμονή 5 λεπτών. Με την εξελικτικά σταθερή στρατηγική, κάθε συγκεκριμένο άτομο μπορεί να περιμένει περισσότερο ή λιγότερο από 5 λεπτά ή ακόμη και ακριβώς 5 λεπτά. Το σημαντικό είναι ότι ο αντίπαλός του με κανέναν τρόπο δεν μπορεί να ξέρει πόσο χρόνο έχει αποφασίσει να περιμένει σ' αυτή τη συγκεκριμένη περίπτωση.

Προφανώς, στον πόλεμο φθοράς είναι ζωτικής σημασίας τα άτομα να μη δίνουν το ελάχιστο σημάδι για το χρόνο που θα εγκαταλείψουν τον αγώνα. Αυτός που θα προδινόταν με το παραμικρότερο τρεμούλιασμα των μουστακιών του ότι άρχισε να σκέφτεται να εγκαταλείψει τον αγώνα, θα περνούσε αυτόματα σε μειονεκτική θέση. Αν δηλαδή το τρεμούλιασμα των μουστακιών συνέβαινε να είναι αξιόπιστο σημάδι ότι ύστερα από ένα λεπτό θα γίνει η υποχώρηση, θα αναπτυσσόταν η εξής απλούστατη στρατηγική : «Αν τρεμουλιάσουν τα μουστάκια του αντιπάλου σου περίμενε ένα λεπτό ακόμη, ανεξάρτητα από το χρόνο που είχες αποφασίσει να αποσυρθείς. Αν τα μουστάκια του αντιπάλου σου δεν έχουν ακόμη τρεμουλιάσει και πέρασε ο

χρόνος που είχες αποφασίσει να περιμένεις, φύγε αμέσως και μη σπαταλάς άλλο χρόνο. Ποτέ μην αφήνεις τα μουστάκια σου να τρεμουλιάσουν». Η φυσική επιλογή θα τιμωρούσε γρήγορα το τρεμούλιασμα όπως και κάθε σημάδι που θα πρόδινε τη μελλοντική συμπεριφορά. Έτσι θα εξελισσόταν η αταραξία.

Γιατί η αταραξία και όχι η ψευδολογία ; Ας το πούμε μια φορά ακόμη : γιατί η ψευδολογία δεν είναι ευσταθής κατάσταση. Ας υποθέσουμε ότι τα περισσότερα άτομα όρθωναν το τρίχωμά τους μόνον όταν πραγματικά σκόπευαν να συνεχίσουν για πολύ τον πόλεμο φθοράς. Σ' αυτή την περίπτωση θα εξελισσόταν το προφανές αντιτέχνασμα : τα άτομα θα έφευγαν αμέσως όταν ο αντίπαλος όρθωνε τις τρίχες του. Τώρα όμως θ' άρχιζαν να εμφανίζονται οι ψεύτες. Άτομα που πραγματικά δεν έχουν την πρόθεση να συνεχίσουν για πολύ θα όρθωναν τις τρίχες τους σε κάθε περίπτωση, απολαμβάνοντας τα οφέλη μιας εύκολης και γρήγορης νίκης. Έτσι θα εξαπλώνονταν τα γονίδια για το ψέδος. Όταν όμως οι ψεύτες γίνουν πλειονότητα, η επιλογή θα ευνοήσει όσα άτομα αντιμετωπίζουν τους μπλοφαδόρους. Συνεπώς οι ψεύτες θα λιγόστευαν και πάλι. Στον πόλεμο φθοράς το να λες ψέματα δεν είναι περισσότερο εξελικτικά σταθερό από το να λες την αλήθεια. Η αταραξία είναι εξελικτικά σταθερή. Η υποχώρηση, αν τελικά γίνει, θα είναι ξαφνική και απρόβλεπτη.

Ως τώρα εξετάσαμε μόνο τους αγώνες που ο Maynard Smith τους ονομάζει «*συμμετρικούς*». Αυτό σημαίνει πως δεχτήκαμε ότι οι αντίπαλοι είναι σε όλα όμοιοι, εκτός από την αγωνιστική στρατηγική τους. Υποθέσαμε ότι τα γεράκια και τα περιστέρια είναι εξίσου δυνατά, ότι είναι προικισμένα με τα ίδια όπλα και τις ίδιες αρματοσιές και ότι η νίκη θα τους αποφέρει το ίδιο κέρδος. Όλα αυτά είναι βολικές υποθέσεις για να φτιάξουμε ένα μοντέλο, που όμως δεν είναι πολύ ρεαλιστικό. Ο Parker και ο Smith μελέτησαν «*μη συμμετρικούς*» αγώνες. Για παράδειγμα, αν τα άτομα διαφέρουν σε μέγεθος και αγωνιστική ικανότητα, και κάθε άτομο είναι σε θέση να συγκρίνει το μέγεθος του αντιπάλου με το δικό του, αυτό επηρεάζει την εμφανιζόμενη ΕΣΣ ; Η απάντηση πολλές φορές είναι καταφατική.

Φαίνεται πως υπάρχουν 3 κύρια είδη ασυμμετρίας. Το πρώτο το αναφέραμε πριν από λίγο : τα άτομα διαφέρουν σε μέγεθος ή αγωνιστικό εξοπλισμό. Στο δεύτερο, η διαφορά οφείλεται στο μέγεθος του κέρδους της νίκης. Για παράδειγμα, αν πληγωθεί κάποιο ηλικιωμένο αρσενικό που δεν του μένει πολύς χρόνος να ζήσει, χάνει πολύ λιγότερα απ' όσα ένα νεαρό αρσενικό που έχει μπροστά του ολόκληρη την αναπαραγωγική ζωή του.

Το τρίτο είδος είναι μια καθαρά αυθαίρετη, φαινομενικά άσχετη ασυμμετρία η οποία, θεωρητικά τουλάχιστον, μπορεί να αναπτύξει μια εξελικτικά σταθερή στρατηγική γιατί μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη γρήγορη διευθέτηση ανταγωνισμών. Για παράδειγμα, πολλές φορές ο ένας από τους αντιπάλους φτάνει νωρίτερα στον τόπο του αγώνα. Ας ονομάσουμε «*ντόπιο*» τον πρώτο και τον δεύτερο «*εισβολέα ή ξένο*». Για την απλότητα του συλλογισμού ας υποθέσουμε ότι γενικά δεν υπάρχει κανένα πλεονέκτημα στο να είναι κανείς ντόπιος ή ξένος. Όπως θα δούμε αργότερα, υπάρχουν πρακτικοί λόγοι για τους οποίους αυτό μπορεί να μην αληθεύει, εδώ όμως μας ενδιαφέρει κάτι άλλο. Αυτό που μας απασχολεί είναι ότι ακόμη κι αν δεν συντρέχει κανένας λόγος να υποθέσουμε ότι οι ντόπιοι πλεονεκτούν έναντι των ξένων, θα μπορούσε να εξελιχθεί μια ΕΣΣ βασισμένη μόνο και μόνο στην ασυμμετρία ντόπιος-ξένος. Κάτι ανάλογο συμβαίνει με τους ανθρώπους που διευθετούν γρήγορα και χωρίς φασαρία κάποια διαφορά τους, με τη μέθοδο «*κορόνα-γράμματα*».

Η συμβατική στρατηγική «*αν είσαι ντόπιος να επιτεθείς, αν είσαι ξένος υποχώρησε*» θα μπορούσε να είναι μια ΕΣΣ. Επειδή η ασυμμετρία είναι αυθαίρετη, η αντίθετη στρατηγική «*αν είσαι ντόπιος υποχώρησε, αν είσαι ξένος να επιτεθείς*» θα μπορούσε επίσης να είναι σταθερή. Το ποια από τις δύο ΕΣΣ θα υιοθετήσει ένας συγκεκριμένος πληθυσμός, εξαρτάται από το ποια θα τύχει να αποκτήσει πρώτη την πλειοψηφία. Από τη στιγμή που η πλειονότητα θα εφαρμόσει μια από τις δύο στρατηγικές, κάθε άτομο που δεν την ακολουθεί θα τιμωρείται. Συνεπώς, είναι εξ ορισμού εξελικτικά σταθερή στρατηγική.

Ας υποθέσουμε ότι όλα τα άτομα εφαρμόζουν τη στρατηγική «ο ξένος αποσύρεται, ο ντόπιος νικά». Αυτό θα ισοδυναμούσε με μισές νίκες και μισές ήττες. Κανένας δεν θα πληγωνόταν και κανένας δεν θα έχανε χρόνο, αφού όλοι οι καβγάδες θα διευθετούνταν αμέσως με τον παραπάνω συμβατικό κανόνα. Ας φανταστούμε τώρα ένα νέο μεταλλαγμένο ανυπότακτο άτομο να υιοθετεί μια καθαρή στρατηγική γερακιού, δηλαδή να επιτίθεται πάντα και να μην υποχωρεί ποτέ. Το εν λόγω άτομο κερδίζει όταν ο αντίπαλός του είναι «ξένος», ενώ όταν είναι «ντόπιος» θα διατρέχει σοβαρό κίνδυνο να πληγωθεί. Ετσι, κατά μέσο όρο, το κέρδος του θα είναι μικρότερο από αυτό που έχουν όσα άτομα συμπεριφέρονται με τους αυθαίρετους κανόνες της ΕΣΣ. Ο ανυπότακτος που θα εφαρμόζε την αντίθετη σύμβαση «ο ντόπιος φεύγει ο ξένος επιτίθεται» θα έκανε ακόμη χειρότερα. Όχι μόνο θα πληγωνόταν συχνά αλλά και σπάνια θα κέρδιζε σ' έναν καβγά. Ας υποθέσουμε, όμως, ότι εξαιτίας κάποιων τυχαίων περιστατικών, τα άτομα που ακολουθούν τον αντίθετο κανόνα καταφέρνουν να γίνουν πλειονότητα. Σ' αυτή την περίπτωση η στρατηγική τους θα γινόταν ο σταθερός κανόνας και τυχόν αποκλίσεις από αυτή τη στρατηγική θα τιμωρούνταν. Είναι λοιπόν νοητό ότι αν παρακολουθούσαμε έναν πληθυσμό για πολλές γενεές θα διαπιστώναμε μια σειρά περιστασιακών διακυμάνσεων από μία σταθερή κατάσταση σε άλλη.

Όμως στην πραγματική ζωή είναι πολύ πιθανό πως δεν υπάρχουν αληθινά αυθαίρετες ασυμμετρίες. Ετσι οι μόνιμοι κάτοικοι μιας περιοχής πιθανόν να έχουν κάποιο πρακτικό πλεονέκτημα έναντι των ξένων. Ξέρουν καλύτερα τις λεπτομέρειες του εδάφους. Είναι πολύ πιθανό ο ξένος εισβολέας να είναι κουρασμένος όταν φτάνει στον τόπο του καβγά, ενώ ο ντόπιος ξεκουραζόταν ήρεμος εκεί. Υπάρχει όμως κι ένας πιο θεωρητικός λόγος που εξηγεί γιατί από τις δύο σταθερές καταστάσεις η πιθανότερη στη φύση είναι αυτή που λέει «ο ντόπιος κερδίζει, ο ξένος υποχωρεί». Ο λόγος είναι ότι η αντίθετη στρατηγική «ο ξένος κερδίζει, ο ντόπιος αποσύρεται» έχει μια εγγενή τάση προς την αυτοκαταστροφή – ο Maynard Smith θα την ονόμαζε «παράδοση στρατηγική». Σ' έναν πληθυσμό που ακολουθεί αυτή την παράδοση στρατηγική, τα άτομα θα φρόντιζαν πάντα να μη χαρακτηριστούν ντόπιοι : σε κάθε αναμέτρηση θα προσπαθούσαν να φαίνονται πάντα «ξένοι». Αυτό θα το κατάφερναν μόνο με αδιάκοπες και χωρίς νόημα μετακινήσεις ! Εκτός από το κόστος σε χρόνο και ενέργεια, αυτή η εξελικτική τάση θα οδηγούσε από μόνη της στην κατάργηση του χαρακτηρισμού «ντόπιος». Σ' έναν πληθυσμό που ακολουθεί την άλλη σταθερή στρατηγική «ο ντόπιος κερδίζει, ο ξένος υποχωρεί», η φυσική επιλογή θα ευνοούσε όσα άτομα θα πάσχιζαν να είναι ντόπιοι. Αυτό σημαίνει ότι κάθε άτομο θα παρέμενε σε συγκεκριμένη εδαφική περιοχή απ' όπου θα απομακρυνόταν όσο το δυνατόν σπανιότερα και θα φαινόταν πως την «υπερασπίζεται». Σήμερα ξέρουμε πως αυτή η συμπεριφορά, που ονομάζεται «υπεράσπιση επικράτειας» είναι πολύ συνηθισμένη στη φύση.

Ο μεγάλος ηθολόγος Niko Tinbergen έδωσε τη σαφέστερη – απ' όσο γνωρίζω – απόδειξη αυτής της μη συμμετρικής συμπεριφοράς με ένα πείραμα απλό αλλά ευφυέστατο. Ο Tinbergen είχε ένα ενυδρείο με δύο αρσενικούς γαστερόστεους (κν. κοιλιάδες). Τα ψάρια έφτιαζαν τις φωλιές τους στις απέναντι άκρες του ενυδρείου και το καθένα «υπερασπιζόταν» τη γύρω περιοχή. Κατόπιν έβαλε κάθε ψάρι σ' έναν μεγάλο γυάλινο δοκιμαστικό σωλήνα. Προσεγγίζοντας τους σωλήνες παρατήρησε ότι τα ψάρια προσπαθούσαν να τσακωθούν πίσω από το γυαλί. Υστερα έκανε τη σημαντική διαπίστωση : Όταν έφερνε τους δύο σωλήνες στην περιοχή της φωλιάς του Α αρσενικού, αυτό έπαιρνε επιθετική στάση ενώ το Β υποχωρούσε. Όταν έφερνε τους σωλήνες στην περιοχή του Β οι όροι αναστρέφονταν. Ο Tinbergen, μετακινώντας απλώς τους δύο σωλήνες από τη μια άκρη του ενυδρείου στην άλλη, υπαγόρευε τη συμπεριφορά των ψαριών, καθόριζε δηλαδή ποιο θα επιτεθεί και ποιο θα υποχωρήσει. Προφανώς, και τα δύο αρσενικά εφαρμόζαν την απλή συμβατική στρατηγική «ο ντόπιος επιτίθεται, ο ξένος υποχωρεί».

Οι βιολόγοι αναρωτιούνται συχνά αν υπάρχουν βιολογικά «πλεονεκτήματα» στην υπεράσπιση της επικράτειας. Έχουν δοθεί πολλές και διάφορες απαντήσεις. Μερικές θα τις αναφέρουμε αργότερα. Τώρα όμως μπορούμε να δούμε ότι το ίδιο ερώτημα είναι μάλλον περιττό. Η «υπεράσπιση της επικράτειας» μπορεί να είναι απλώς μια εξελικτικά σταθερή στρατηγική που προκύπτει από την

ασυμμετρία στο χρόνο άφιξης σε μια περιοχή. Η εν λόγω ασυμμετρία προσδιορίζει συνήθως τη σχέση ανάμεσα σε δύο άτομα και ένα κομμάτι γης.

Ίσως το σημαντικότερο είδος μη αυθαίρετης ασυμμετρίας είναι το μέγεθος και η γενική αγωνιστική ικανότητα. Το μεγάλο μέγεθος δεν είναι υποχρεωτικά η σημαντικότερη ιδιότητα για να νικά κανείς πάντα στους αγώνες, ίσως όμως είναι μία από αυτές. Αν κερδίζει πάντα ο πιο σωματώδης, και αν ο καθένας ξέρει σίγουρα αν είναι πιο εύσωμος από τον αντίπαλό του ή όχι, η μόνη λογική στρατηγική είναι η ακόλουθη : «Αν ο αντίπαλός σου είναι πιο εύσωμος, βάλ' το στα πόδια. Προτίμησε να τσακωθείς με λιγότερο σωματώδεις αντιπάλους». Εντούτοις τα πράγματα περιπλέκονται κάπως όταν ο παράγοντας «μέγεθος» είναι λιγότερο καθοριστικός. Αν το μεγάλο μέγεθος προσφέρει μικρό μόνο πλεονέκτημα, τότε η στρατηγική που μόλις προανέφερα παραμένει σταθερή. Αν όμως υπάρχει κίνδυνος σοβαρού τραυματισμού, μπορεί να εμφανιστεί μια δεύτερη «παράδοξη στρατηγική» που να λέει «προτίμησε να τσακωθείς με άτομα πιο εύσωμα από σένα και βάλ' το στα πόδια αν ο αντίπαλός σου είναι πιο μικροκαμωμένος». Είναι προφανές γιατί αυτή η στρατηγική χαρακτηρίζεται παράδοξη : βρίσκεται σε πλήρη αντίθεση με τη κοινή λογική. Ο λόγος για τον οποίο μπορεί να είναι σταθερή είναι ο εξής : σ' έναν πληθυσμό που εφαρμόζει αποκλειστικά αυτή την παράδοξη στρατηγική ουδείς πληγώνεται. Κι αυτό γιατί σε κάθε καυγά ο ένας από τους δύο αντιπάλους, ο πιο σωματώδης, το βάζει πάντα στα πόδια. Ένα μεταλλαγμένο άτομο μέσου μεγέθους που εφαρμόζει τη «λογική» στρατηγική να διαλέγει πιο μικρόσωμους αντιπάλους, εμπλέκεται τελικά σε σοβαρούς κλιμακωόμενους καβγάδες. Αυτό συμβαίνει γιατί όταν συναντά ένα μικρόσωμο άτομο, του επιτίθεται. Όμως το μικρόσωμο άτομο αντιπαλεύει άγρια επειδή ακολουθεί την παράδοξη στρατηγική. Αν και το άτομο με τη λογική στρατηγική έχει μεγαλύτερες πιθανότητες να νικήσει, εντούτοις διατρέχει σοβαρό κίνδυνο να πληγωθεί ή και να χάσει. Επειδή το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού εφαρμόζει την παράδοξη στρατηγική, το άτομο με τη λογική στρατηγική έχει μεγαλύτερες πιθανότητες να πληγωθεί συγκριτικά με εκείνο που εφαρμόζει την παράδοξη στρατηγική.

Μολονότι η παράδοξη στρατηγική μπορεί να είναι σταθερή, πιθανώς παρουσιάζει μόνο ακαδημαϊκό ενδιαφέρον. Οι «παράδοξοι μαχητές» θα έχουν κατά μέσο όρο μεγάλα κέρδη μόνο αν είναι πολύ περισσότεροι από τους «λογικούς». Είναι δύσκολο να φανταστούμε πως θα μπορούσε να εμφανιστεί αυτή η κατάσταση. Αλλά κι αν εμφανιζόταν, ο λόγος των «λογικών» του πληθυσμού προς τους «παράδοξους» θα μετατοπιζόταν λίγο προς την πλευρά των λογικών πριν ακόμα εμφανιστεί η «ζώνη έλξης» προς την άλλη εξελικτικά σταθερή στρατηγική, δηλαδή τη «λογική». Η ζώνη έλξης αποτελεί το σύνολο των πληθυσμιακών αναλογιών για τις οποίες, σ' αυτή την περίπτωση, πλεονεκτούν όσοι εφαρμόζουν τη λογική στρατηγική. Μόλις ο πληθυσμός φτάσει σ' αυτή τη ζώνη, θα μετακινηθεί αναπόφευκτα προς το σημείο ευστάθειας της λογικής στρατηγικής. Θα είχε μεγάλο ενδιαφέρον να βρούμε στη φύση ένα παράδειγμα παράδοξης ΕΣΣ, αμφιβάλλω όμως αν μπορούμε να ελπίζουμε κάτι τέτοιο. Αλλά φαίνεται πως βιάστηκα. Είχα γράψει αυτή την τελευταία πρόταση όταν ο καθηγητής Maynard Smith επέστησε την προσοχή μου σε μια περιγραφή του J.W. Burges για τη συμπεριφορά της μεξικάνικης κοινωνικής αράχνης *Oecobius civitas* : «Αν ενοχληθεί μια αράχνη και βγει από το καταφύγιό της, κινείται ταχύτατα πάνω στους βράχους, αν δεν βρει κάποια άδεια σχισμή για να κρυφτεί, μπορεί να αναζητήσει καταφύγιο στο κρησφύγετο κάποιας άλλης αράχνης του ίδιου είδους. Αν η άλλη αράχνη είναι μόνιμος κάτοικος, με την είσοδο του εισβολέα δεν επιτίθεται αλλά φεύγει γρήγορα αναζητώντας νέο καταφύγιο. Έτσι, μετά την ενόχληση της πρώτης αράχνης η διαδικασία της διαδοχικής εκτόπισης από ιστό σε ιστό μπορεί να συνεχιστεί για αρκετά δευτερόλεπτα, προκαλώντας συχνά πολλές μετακινήσεις αραχνών από τα καταφύγια τους σε ξένα κρησφύγετα» («Κοινωνικές αράχνες», περιοδικό *Scientific American*, Μάρτιος 1976). Αυτή είναι μια παράδοξη στρατηγική, με την έννοια που δώσαμε παραπάνω.

Τι γίνεται όταν τα άτομα διατηρούν κάποια μνήμη των αποτελεσμάτων προηγούμενων αγώνων ; Η απάντηση εξαρτάται από το αν η μνήμη είναι *ειδική* ή *γενική*. Τα τριζόνια έχουν γενική μνήμη

όσων συνέβησαν σε προηγούμενους αγώνες. Το τριζόνι που νίκησε πρόσφατα πολλές φορές αρχίζει να συμπεριφέρεται σαν γεράκι, ενώ αυτό που έχασε πολλούς αγώνες συμπεριφέρεται σαν περιστέρι. Αυτό το έδειξε καθαρά ο R.D. Alexander με τη βοήθεια ενός ψεύτικου μηχανικού τριζονιού που το χρησιμοποίησε εναντίον αληθινών. Μετά από αυτή την «εκπαίδευση», τα αληθινά τριζόνια έχαναν τις μάχες με άλλα όμοιά τους. Μπορούμε να φανταστούμε ότι κάθε τριζόνι αναθεωρεί συνεχώς την εκτίμηση για τη μαχητική ικανότητά του συγκριτικά με αυτήν του μέσου ατόμου του πληθυσμού του. Ζώα όπως τα τριζόνια, τα οποία διατηρούν γενική μνήμη των αγώνων του παρελθόντος, αν αποτελέσουν κλειστή ομάδα για ένα χρονικό διάστημα είναι πιθανό να αναπτύξουν ένα είδος «ιεραρχημένης δεσποτείας ή κυριαρχίας», όπου τα άτομα τοποθετούνται σε διάφορες «τάξεις». Ατομα που ταξινομούνται σε χαμηλότερη τάξη τείνουν να ενδίδουν σε όσα ανήκουν σε υψηλότερη τάξη. Δεν χρειάζεται να υποθέσουμε ότι αναγνωρίζονται μεταξύ τους. Απλώς όσα έχουν συνηθίσει να κερδίζουν είναι πιθανότερο να συνεχίσουν να νικούν ενώ όσα συνηθίσαν να χάνουν, θα χάνουν όλο και συχνότερα. Ακόμη και όσα ξεκίνησαν εντελώς τυχαία με νίκη ή με ήττα, με τον καιρό θα βρεθούν να έχουν κάποια θέση σ' αυτή την ιεραρχία. Αυτό θα έχει αποτέλεσμα να εξασθενήσουν οι μάχες μέσα στην ομάδα.

Χρησιμοποίησα τη φράση «είδος ιεραρχημένης δεσποτείας» επειδή πολλοί προορίζουν τον όρο «ιεραρχημένη δεσποτεία» για περιπτώσεις στις οποίες αναγνωρίζεται η αξία ατόμων. Σ' αυτές τις περιπτώσεις η μνήμη προηγούμενων αγώνων αναφέρεται σε συγκεκριμένα άτομα, δεν είναι δηλαδή γενική αλλά ειδική. Αν είσατε πίθηκος, και κάποτε σας δάγκωσε κάποιος άλλος πίθηκος, είναι πολύ πιθανό να σας ξαναδαγκώσει. Η βέλτιστη στρατηγική για ένα άτομο που ηττήθηκε από έναν αντίπαλο είναι να του συμπεριφέρεται στο μέλλον σαν περιστέρι. Αν συγκεντρωθούν πολλές κότες που δεν έχουν συναντηθεί προηγουμένως, στην αρχή θα ξεσπάσουν καβγάδες, θα σταματήσουν όμως μετά από κάμποσο καιρό, όπως συμβαίνει και στα τριζόνια, αλλά για διαφορετικό λόγο. Στην περίπτωση των ορνίθων, κάθε άτομο «μαθαίνει» ποια είναι η θέση του ανάμεσα σε άλλα όμοιά του και αυτό είναι πολύ καλό για την ομάδα ως σύνολο. Αυτό προκύπτει και από την παρατήρηση ότι στις εδραιωμένες ομάδες, όπου σπανίζουν οι άγριοι καβγάδες, η παραγωγή αυγών είναι μεγαλύτερη απ' ότι στις ομάδες που τα μέλη αλλάζουν συνεχώς και οι καβγάδες είναι συχνότεροι. Οι βιολόγοι μιλούν συχνά για βιολογικό πλεονέκτημα ή για «λειτουργία» των «ιεραρχημένων κοινωνιών», που συνίσταται στη μείωση της επιθετικότητας μέσα στην ομάδα. Εντούτοις, αυτός ο τρόπος τοποθέτησης του προβλήματος είναι λαθεμένος. Από εξελικτική σκοπιά, δεν μπορεί να λέγεται ότι μια ιεραρχία δεσποτείας έχει «λειτουργικότητα» από μόνη της, γιατί αυτή είναι ιδιότητα ομάδας, και όχι ατόμου. Οι τρόποι ατομικής συμπεριφοράς που εκδηλώνονται με τη μορφή ιεραρχημένης δεσποτείας συνιστούν «λειτουργίες» μόνον όταν τους θεωρούμε σε επίπεδο ομάδας. Εντούτοις, είναι προτιμότερο να εγκαταλείψουμε τον όρο «λειτουργία» και να βλέπουμε το θέμα των ασύμμετρων καβγάδων από τη σκοπιά της εξελικτικά σταθερής στρατηγικής όπου υπάρχει αναγνώριση ατόμων και μνήμη.

Ως τώρα εξετάσαμε αγώνες ανάμεσα σε μέλη του ίδιου είδους. Τι γίνεται όμως με τις διαμάχες διαφορετικών ειδών; Όπως είδαμε προηγουμένως, τα μέλη διαφορετικών ειδών είναι λιγότερο άμεσοι ανταγωνιστές απ' ότι τα μέλη του ίδιου είδους. Γι' αυτό θα περιμέναμε λιγότερες φιλονικίες στη διεκδίκηση αγαθών. Η πρόβλεψη επαληθεύεται. Λόγου χάρη, ο ερίθακος (κν. κοκκινολαίμης) υπερασπίζεται την επικράτειά του έναντι άλλων ομοίων του, όχι όμως έναντι του αιγίθαλου. Μπορεί κανείς να χαρτογραφήσει τις δασικές επικράτειες των μεμονωμένων κοκκινολαίμηδων και στον ίδιο χάρτη να σημειώσει τις επικράτειες των αιγίθαλων. Οι επικράτειες των δύο ειδών επικαλύπτονται και είναι αδύνατον να διακριθούν. Είναι σαν να ανήκαν σε διαφορετικούς πλανήτες.

Υπάρχουν όμως άλλες περιοχές που τα συμφέροντα των ατόμων διαφορετικών ειδών συγκρούονται εντονότατα. Λόγου χάρη, ένα λιοντάρι θέλει να κατασπαράξει μια αντιλόπη, ενώ αυτή έχει άλλα σχέδια για το σώμα της. Κανονικά, αυτό δεν θεωρείται ανταγωνισμός για κάποιο αγαθό, λογικά όμως είναι δύσκολο να βρούμε γιατί δεν είναι. Σ' αυτήν την περίπτωση, το αγαθό

είναι το κρέας της αντιλόπης. Τα γονίδια του λιονταριού «θέλουν» το κρέας ως τροφή για τη δική τους μηχανή επιβίωσης. Τα γονίδια της αντιλόπης «θέλουν» το ίδιο κρέας ως μυς και όργανα για τη λειτουργία της δικής τους μηχανής επιβίωσης. Αυτές οι δύο χρήσεις του κρέατος είναι ασυμβίβαστες, συνεπώς υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων.

Τα άτομα κάθε είδους συνίστανται επίσης από κρέας. Γιατί λοιπόν ο κανιβαλισμός είναι σχετικά σπάνιος ; Όπως είδαμε στην περίπτωση των μαυροκέφαλων γλάρων, τα ενήλικα άτομα μερικές φορές τρώνε τα νεογέννητα του είδους τους. Γιατί όμως ; Εχουμε τόσο συνηθίσει να θεωρούμε ότι η εξέλιξη κατευθύνεται προς το καλό του «είδους» ώστε συχνά ξεχνάμε να θέτουμε απόλυτα λογικά ερωτήματα όπως αυτό : «Γιατί τα λιοντάρια δεν κυνηγούν άλλα λιοντάρια ;». Μια άλλη εύλογη ερώτηση που τη θέτουμε σπάνια είναι : «Γιατί οι αντιλόπες το βάζουν στα πόδια μπροστά στα λιοντάρια αντί να επιτεθούν ;».

Τα λιοντάρια δεν κυνηγούν άλλα λιοντάρια επειδή αυτό δεν αποτελεί εξελικτικά σταθερή στρατηγική για το είδος. Η κανιβαλική στρατηγική θα ήταν ασταθής για τον ίδιο λόγο που είναι και η στρατηγική του γερακιού, την οποία αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ο κίνδυνος αντιποίνων είναι πολύ μεγάλος. Αυτός ο κίνδυνος είναι μικρότερος σε αγώνες ανάμεσα σε άτομα διαφορετικών ειδών, πράγμα που εξηγεί γιατί τα ζώα-θύματα το βάζουν στα πόδια και δεν αντεπιτίθενται. Η πρωταρχική αιτία αυτού του γεγονότος ίσως να είναι κάποια εγγενής ασυμμετρία, η οποία είναι πολύ μεγαλύτερη σε άτομα διαφορετικών ειδών παρά σε άτομα του ίδιου είδους. Όταν σ' έναν αγώνα υπάρχει ισχυρή ασυμμετρία, οι πιθανότερες ΕΣΣ είναι όσες εξαρτώνται από την ασυμμετρία. Στους αγώνες ανάμεσα σε άτομα διαφορετικών ειδών είναι πολύ πιθανό να εξελιχθούν στρατηγικές του τύπου «ο μικρότερος το βάζει στα πόδια, ο μεγαλύτερος επιτίθεται», γιατί εδώ υπάρχουν πολλές ασυμμετρίες. Τα λιοντάρια και οι αντιλόπες διαμέσου της εξελικτικής διαφοροποίησης έχουν φτάσει σε ένα είδος ευστάθειας στο οποίο η αρχική ασυμμετρία έχει οξυνθεί στο έπακρο. Έτσι τα λιοντάρια έγιναν ικανότατα στο κυνήγι και οι αντιλόπες στη φυγή. Μια μεταλλαγμένη αντιλόπη που θα υιοθετούσε απέναντι στα λιοντάρια τη στρατηγική «μείνε και δώσε μάχη» θα μειονεκτούσε απέναντι στις όμοιές της που το βάζουν στα πόδια και εξαφανίζονται.

Εχω την εντύπωση ότι η εφεύρεση της ιδέας της εξελικτικά σταθερής στρατηγικής αποτελεί μια από τις σημαντικότερες προόδους της εξελικτικής θεωρίας από την εποχή του Δαρβίνου. Η ιδέα αυτή μπορεί να εφαρμοστεί οπουδήποτε υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων, δηλαδή σχεδόν παντού. Οι μελετητές της συμπεριφοράς των ζώων έχουν συνηθίσει να μιλούν για κάτι που ονομάζεται «κοινωνική οργάνωση». Πολύ συχνά, η κοινωνική οργάνωση ενός είδους αντιμετωπίζεται σαν κάτι αυθύπαρκτο που έχει δικό του βιολογικό «πλεονέκτημα». Εχω δώσει ήδη ένα παράδειγμα κοινωνικής οργάνωσης : την ιεραρχημένη δεσποτεία. Πιστεύω ότι πίσω από πολλές εκφράσεις που χρησιμοποιούν οι βιολόγοι σχετικά με την κοινωνική οργάνωση μπορεί να διακρίνει κανείς κρυμμένα στοιχεία της θεωρίας της «επιλογής ομάδων». Η ιδέα του Maynard Smith για την ΕΣΣ θα μας επιτρέψει για πρώτη φορά να δούμε καθαρά με ποιο τρόπο ένα σύνολο ανεξάρτητων εγωιστικών υπάρξεων μπορεί κάποτε να δώσει την εικόνα ενιαίου οργανωμένου συνόλου. Νομίζω πως αυτό πρέπει να αληθεύει όχι μόνο για τις κοινωνικές οργανώσεις μέσα στα είδη αλλά και για τα «οικοσυστήματα» και για τις κοινότητες που περιλαμβάνουν πολλά είδη. Ελπίζω πως μακροπρόθεσμα η ιδέα της εξελικτικά σταθερής στρατηγικής θα αποτελέσει επανάσταση για την επιστήμη της οικολογίας.

Αυτή την ιδέα μπορούμε επίσης να την εφαρμόσουμε σε ένα θέμα που εκκρεμεί από το τρίτο κεφάλαιο και προέκυψε από την παρομοίωση των κωπηλατών μιας λέμβου (οι οποίοι αντιστοιχούν στα γονίδια ενός σώματος), που πρέπει να διέπονται από συλλογικό πνεύμα. Τα γονίδια δεν επιλέγονται μεμονωμένα ως «καλά» αλλά ως λειτουργικά καλά, σε συσχετισμό με τα άλλα γονίδια της γονιδιακής δεξαμενής. Το «καλό» γονίδιο πρέπει να ταιριάζει και να συμπληρώνει τα άλλα γονίδια με τα οποία θα συνυπάρχει σε μια μακριά ακολουθία μηχανών

επιβίωσης. Ένα γονίδιο «για» δόντια που μασούν φυτά είναι καλό στη γονιδιακή δεξαμενή ενός φυτοφάγου ζώου αλλά κακό στη δεξαμενή ενός σαρκοφάγου.

Είναι δυνατό να φανταστούμε ένα ταιριαστό συνδυασμό γονιδίων που να έχουν επιλεγεί ως *ενιαία μονάδα*. Αυτό ακριβώς συμβαίνει στη περίπτωση της μίμησης των πεταλούδων που είδαμε στο τρίτο κεφάλαιο. Όμως η αξία της ιδέας της ΕΣΣ φαίνεται από το ότι μας επιτρέπει να δούμε πως το ίδιο αποτέλεσμα θα μπορούσε να προκύψει με επιλογή στο επίπεδο ανεξάρτητων γονιδίων. Τα γονίδια δεν είναι απαραίτητο να ανήκουν στο ίδιο χρωμόσωμα.

Η παρομοίωση της κωπηλασίας δεν είναι απολύτως κατάλληλη να μας εξηγήσει αυτή την ιδέα. Θα μπορούσαμε όμως να τη βελτιώσουμε ως εξής : Ας υποθέσουμε ότι το σημαντικό για την πραγματική επιτυχία ενός πληρώματος είναι οι κωπηλάτες να συντονίζουν τις προσπάθειές τους με παραγγέλματα. Ας υποθέσουμε ακόμη ότι από τους διαθέσιμους κωπηλάτες μερικοί μιλούν μόνο αγγλικά και μερικοί μόνο γερμανικά. Οι Εγγλέζοι δεν είναι καλύτεροι ούτε χειρότεροι από τους Γερμανούς. Επειδή όμως η επικοινωνία με το λόγο έχει εδώ μεγάλη σημασία, ένα μικτό πλήρωμα θα κερδίζει λιγότερους αγώνες συγκριτικά με ένα πλήρωμα μόνο από Γερμανούς ή μόνο από Εγγλέζους.

Ο προπονητής δεν το ξέρει αυτό. Το μόνο που κάνει είναι να δίνει βαθμούς στα άτομα των σκαφών που νίκησαν και να αφαιρεί βαθμούς από τα μέλη των σκαφών που έχασαν. Τώρα, αν τύχει οι περισσότεροι κωπηλάτες που είναι στη διάθεσή του να είναι Εγγλέζοι, κάθε Γερμανός που μπαίνει σ' ένα σκάφος είναι πολύ πιθανό να το κάνει να χάσει λόγω έλλειψης επικοινωνίας. Αντίστροφα, αν οι περισσότεροι διαθέσιμοι κωπηλάτες είναι Γερμανοί, ένας Εγγλέζος που βρίσκεται σε κάποια λέμβο αυξάνει τις πιθανότητες ήττας. Το άριστο πλήρωμα αποτελείται μόνο από Εγγλέζους ή μόνο από Γερμανούς. Δεν είναι δηλαδή μικτό, αλλά αντιστοιχεί σε μία από τις δύο σταθερές καταστάσεις. Επιφανειακά, αυτό μοιάζει σαν να επέλεγε ο προπονητής τις ομάδες ως *μονάδες* από τη γλώσσα που μιλούν. Εντούτοις δεν κάνει κάτι τέτοιο. Επιλέγει μεμονωμένους κωπηλάτες με βάση κάποια φαινομενική ικανότητά τους να νικούν. Όμως οι πιθανότητες να νικήσει ένα άτομο στους αγώνες εξαρτώνται από τα άλλα άτομα που υπάρχουν στον πληθυσμό των υποψηφίων. Οι μειονότητες μειονεκτούν κατά τρόπο αυτόματο, όχι επειδή είναι κακοί κωπηλάτες, αλλά απλώς επειδή είναι μειονότητες μέσα στους υποψηφίους. Παρομοίως, το γεγονός ότι τα γονίδια επιλέγονται επειδή ταιριάζουν μεταξύ τους δεν σημαίνει υποχρεωτικά πως πρέπει να σκεφτόμαστε ότι επιλέγονται ομάδες γονιδίων ως μονάδες, όπως κάναμε στην περίπτωση με τις πεταλούδες. Η επιλογή στο χαμηλό επίπεδο του μεμονωμένου γονιδίου μπορεί να δώσει την εντύπωση ότι γίνεται επιλογή σε κάποιο υψηλότερο επίπεδο.

Σ' αυτό το παράδειγμα η επιλογή ευνοεί το απλό συνταίριασμα. Το σημαντικότερο είναι ότι τα γονίδια μπορούν να επιλεγούν εξαιτίας της μεταξύ τους συμπληρωματικότητας. Χρησιμοποιώντας την ίδια παρομοίωση, ας υποθέσουμε ότι το ιδανικό πλήρωμα αποτελείται από 4 δεξιόχειρες και 4 αριστερόχειρες κωπηλάτες. Για μια φορά ακόμη, υποθέτουμε ότι ο προπονητής δεν έχει ιδέα γι' αυτό το πράγμα και επιλέγει το πλήρωμα με τυφλά αξιοκρατικά κριτήρια. Αν τώρα οι περισσότεροι υποψήφιοι κωπηλάτες τυχαίνει να είναι δεξιόχειρες, κάθε αριστερόχειρο άτομο πλεονεκτεί : η παρουσία του σε κάποια λέμβο αυξάνει τις πιθανότητες νίκης και συνεπώς αυτό το άτομο εκλαμβάνεται ως καλός κωπηλάτης. Αντίστροφα, αν στο σύνολο των υποψηφίων υπερτερούν οι αριστερόχειρες, θα πλεονεκτεί ο δεξιόχειρας. Αυτό μοιάζει με την περίπτωση ενός γερακιού που τα καταφέρνει καλά μέσα σ' έναν πληθυσμό περιστεριών και ενός περιστεριού που επίσης τα καταφέρνει καλά μέσα σ' έναν πληθυσμό γερακιών. Η διαφορά βρίσκεται στο ότι εκεί μιλάμε για αλληλεπιδράσεις μεταξύ μεμονωμένων ατόμων (μηχανές επιβίωσης) ενώ εδώ, κατ' αναλογία, μιλάμε για αλληλεπιδράσεις μεταξύ γονιδίων που υπάρχουν μέσα στα άτομα.

Η τυφλή επιλογή «καλών» κωπηλατών που κάνει ο προπονητής θα οδηγήσει τελικά σε ένα ιδανικό πλήρωμα αποτελούμενο από 4 δεξιόχειρες και 4 αριστερόχειρες. Αυτό θα δώσει την εντύπωση ότι ο προπονητής τους τους επέλεξε ως πλήρη ενιαία μονάδα. Νομίζω πως είναι οικονομικότερο να θεωρούμε ότι ο προπονητής κάνει τις επιλογές του σε χαμηλότερο επίπεδο, στο

επίπεδο των ανεξάρτητων υπονηφίων. Η εξελικτικά σταθερή κατάσταση (σ' αυτό το παράδειγμα η λέξη «στρατηγική» θα ήταν παραπλανητική) ενός πληρώματος με 4 αριστερόχειρες και 4 δεξιόχειρες κωπηλάτες θα ερχόταν ως φυσική συνέπεια της σε χαμηλό επίπεδο επιλογής με βάση φαινομενικά προσόντα.

Η γονιδιακή δεξαμενή είναι το μακροπρόθεσμο περιβάλλον του γονιδίου. Τα τυχαία επιλεγόμενα «καλά» γονίδια είναι εκείνα που επιβιώνουν στη γονιδιακή δεξαμενή. Αυτό δεν είναι θεωρία, δεν είναι ούτε αποτέλεσμα παρατηρήσεων : είναι ταυτολογία. Το ενδιαφέρον ερώτημα είναι : τι κάνει ένα γονίδιο «καλό» ; Όπως ήδη ανέφερα, σε πρώτη προσέγγιση, αυτό που κάνει ένα γονίδιο «καλό» είναι η ικανότητά του να οικοδομεί αποδοτικές μηχανές επιβίωσης, σώματα. Τώρα όμως πρέπει να βελτιώσουμε τον ορισμό μας. Η γονιδιακή δεξαμενή θα γίνει *εξελικτικά σταθερό σύνολο γονιδίων*, πράγμα που σημαίνει ότι δεν μπορεί να εισχωρήσει σ' αυτήν κανένα νέο γονίδιο. Τα περισσότερα νέα γονίδια που προκύπτουν από μεταλλάξεις ή ανασυνδυασμούς ή μεταναστεύσεις, καταδικάζονται ταχύτατα από τη φυσική επιλογή : το εξελικτικά σταθερό σύνολο αποκαθίσταται. Περιστασιακά, ένα νέο γονίδιο που εισβάλλει στο σύνολο ευδοκιμεί : καταφέρνει και εξαπλώνεται μέσα στη γονιδιακή δεξαμενή. Ακολουθεί μια μεταβατική περίοδος αστάθειας που καταλήγει σε ένα νέο εξελικτικά σταθερό σύνολο – μια μικρή εξέλιξη πραγματοποιήθηκε. Κατ' αναλογία με τις επιθετικές στρατηγικές, ένας πληθυσμός μπορεί να έχει περισσότερα από ένα εναλλακτικά ευσταθή σημεία, και περιστασιακά να μετατοπίζεται από το ένα στο άλλο. Η προοδευτική εξέλιξη μπορεί να μην είναι μια σταθερή ανοδική πορεία σαν σειρά διακριτών βημάτων από ένα σταθερό επίπεδο στο επόμενο. Ο πληθυσμός ως ενιαίο σύνολο φαίνεται να συμπεριφέρεται ως αυτορρυθμιζόμενη ενότητα. Όμως αυτή η πλάνη δημιουργείται επειδή η επιλογή συμβαίνει στο επίπεδο του μεμονωμένου γονιδίου. Τα γονίδια επιλέγονται από τα «προσόντα» τους τα οποία εκτιμώνται με βάση την απόδοσή τους μέσα στο περιβάλλον του εξελικτικά σταθερού συνόλου, που είναι το εκάστοτε υπάρχον γονιδιακό απόθεμα.

Ο Maynard Smith κατάφερε να αποσαφηνίσει τα πράγματα όταν εστίασε την προσοχή του στις επιθετικές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε ολόκληρα άτομα. Είναι εύκολο να μιλάμε για σταθερές αναλογίες ατόμων-γερακιών και ατόμων-περιστεριών επειδή τα σώματα των ατόμων είναι μεγάλα και μπορούμε να τα βλέπουμε. Εντούτοις, οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε γονίδια που βρίσκονται σε *διαφορετικά* σώματα είναι μόνο η κορυφή του παγόβουνου. Οι συντριπτικά περισσότερες σημαντικές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στα γονίδια σε ένα εξελικτικά σταθερό σύνολο (γονιδιακή δεξαμενή) συμβαίνουν στο εσωτερικό ξεχωριστών σωμάτων. Είναι δύσκολο να δούμε αυτές τις αλληλεπιδράσεις γιατί συμβαίνουν μέσα στα κύτταρα των αναπτυσσόμενων εμβρύων. Τα τέλεια ολοκληρωμένα σώματα υπάρχουν επειδή είναι το προϊόν ενός εξελικτικά σταθερού συνόλου εγωιστικών γονιδίων.

Πρέπει όμως να επιστρέψω στις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε ολοκληρωμένα ζώα, που είναι άλλωστε το κύριο θέμα του βιβλίου. Για να κατανοήσουμε την επιθετικότητα χρειάστηκε να θεωρήσουμε κάθε διακριτό ζώο ως ανεξάρτητη εγωιστική μηχανή. Όμως αυτό το μοντέλο δεν λειτουργεί όταν τα εν λόγω άτομα είναι στενοί συγγενείς : αδέρφια, ξαδέλφια, γονείς και παιδιά. Οι συγγενείς έχουν κοινό ένα σημαντικό ποσοστό των γονιδίων τους. Κάθε εγωιστικό γονίδιο έχει δικαιοδοσία σε πολλά διαφορετικά σώματα. Αυτό θα το εξετάσουμε στο επόμενο κεφάλαιο.

6. ΓΟΝΙΔΙΟΤΕΧΝΙΑ

Τι είναι το εγωιστικό γονίδιο ; Δεν είναι απλώς ένα ξεχωριστό φυσικό κομμάτι DNA. Όπως στην αρχέγονη σούπα, είναι *όλα τα αντίγραφα* ενός συγκεκριμένου κομματιού DNA που υπάρχουν σε όλο τον κόσμο. Αν επιτρέπαμε στον εαυτό μας να μιλά για τα γονίδια σαν να είχαν συνειδητούς σκοπούς (να είμαστε όμως σίγουροι πως αν θέλαμε θα μεταφράζαμε αυτή τη ρευστή γλώσσα σε περισσότερο αξιόπιστους όρους), θα ρωτούσαμε : Τι «θέλει» να κάνει ένα συγκεκριμένο εγωιστικό γονίδιο ; Η απάντηση είναι ότι προσπαθεί να εξαπλωθεί μέσα στη γονιδιακή δεξαμενή. Κι αυτό το κάνει με το να υποβοηθεί τον προγραμματισμό των σωμάτων, μέσα στα οποία βρίσκεται, για να διατηρούνται στη ζωή και να αναπαράγονται. Πρέπει όμως να τονίσουμε ότι όταν λέμε «το γονίδιο» εννοούμε όλα τα όμοιά του που υπάρχουν συγχρόνως σε πολλά άτομα. Η κεντρική ιδέα αυτού του κεφαλαίου είναι ότι ένα γονίδιο μπορεί να βοηθήσει τα *αντίγραφα* του εαυτού του που βρίσκονται σε άλλα σώματα. Αυτό, αν πραγματικά συμβαίνει, μοιάζει με «ατομικό» αλτρουισμό, ο οποίος όμως οφείλεται στον εγωισμό του γονιδίου.

Ας θεωρήσουμε το γονίδιο που κάνει έναν άνθρωπο αλφικό [Αλφικός ή αλβίνος ονομάζεται το άτομο με τη γενετική ανωμαλία του αλφισμού (λευκοπάθεια), η οποία εκδηλώνεται με λευκότητα του δέρματος των τριχών και ερυθρότητα των οφθαλμών (Σ.τ.μ.)]. Στην πραγματικότητα δεν υπάρχει μόνο ένα γονίδιο που προκαλεί τον αλφισμό, όμως εγώ θα μιλά μόνο για ένα από αυτά. Αυτό το γονίδιο είναι *υπολειπόμενο*, δηλαδή πρέπει να υπάρχει σε διπλή δόση για να κάνει ένα άτομο αλφικό. Αυτό συμβαίνει σε έναν στους 20.000 ανθρώπους. Ένας στους 70 έχει αυτό το γονίδιο σε απλή δόση, δεν είναι όμως αλφικός. Επειδή το αλφικό γονίδιο, όπως κάθε γονίδιο, υπάρχει σε πολλά άτομα, θεωρητικά θα υποβοηθεί την επιβίωσή του στη γονιδιακή δεξαμενή αν προγραμματίζει τα σώματα στα οποία βρίσκεται να συμπεριφέρονται αλτρουιστικά στα άλλα αλφικά σώματα, επειδή και αυτά περιέχουν το ίδιο γονίδιο. Το αλφικό γονίδιο θα ήταν πολύ «ευχαριστημένο» αν πέθαιναν μερικά σώματα που το περιέχουν, με την προϋπόθεση βέβαια ότι αυτό θα βοηθούσε να επιβιώσουν άλλα σώματα που περιέχουν το ίδιο γονίδιο. Αν το αλφικό γονίδιο μπορούσε θυσιάζοντας ένα από τα σώματα στα οποία βρίσκεται να σώσει τη ζωή 10 άλλων αλφικών σωμάτων, τότε και ο θάνατος αυτού του αλτρουιστή αντισταθμίζεται με το παραπάνω από την αύξηση του αριθμού των αλφικών γονιδίων στη γονιδιακή δεξαμενή.

Μπορούμε λοιπόν να περιμένουμε τα αλφικά γονίδια να δείχνουν ιδιαίτερα καλή συμπεριφορά το ένα στο άλλο ; Στην πραγματικότητα η απάντηση είναι μάλλον αρνητική. Για να εξηγήσουμε αυτή την απάντηση, πρέπει να σταματήσουμε προσωρινά να μιλάμε για συνειδητά γονίδια, γιατί στο τωρινό πλαίσιο συζήτησης αυτό θα μας οδηγούσε σίγουρα σε πλάνες. Πρέπει να μιλήσουμε με όρους περισσότερο αξιόπιστους, αν και περίπλοκους. Στην πραγματικότητα, τα αλφικά γονίδια δεν «θέλουν» να επιβιώσουν ή να βοηθήσουν άλλα αλφικά γονίδια. Αν όμως κάποιο αλφικό γονίδιο τύχαινε να προκαλέσει την αλτρουιστική συμπεριφορά των σωμάτων στα οποία βρίσκεται απέναντι σε άλλα αλφικά άτομα, τότε αυτόματα, θέλοντας και μη, το αποτέλεσμα θα ήταν να εξαπλωθεί στη γονιδιακή δεξαμενή. Όμως αυτό θα συμβεί αν το γονίδιο έχει δύο αποτελέσματα ανεξάρτητα μεταξύ τους. Όχι μόνο να τους προσδίδει τη γνωστή λευκότητα αλλά και να τα παρακινεί να φέρονται αλτρουιστικά στα άτομα με έντονη ωχρότητα. Ένα τέτοιο γονίδιο «διπλού αποτελέσματος», αν υπήρχε, θα ήταν πολύ επιτυχημένο μέσα στον πληθυσμό.

Όπως τόνισα στο τρίτο κεφάλαιο, στην πραγματικότητα τα γονίδια έχουν πολλαπλά αποτελέσματα. Θεωρητικά, είναι δυνατό ένα γονίδιο να δίνει στα άτομα που το περιέχουν μια ορατή ετικέτα, ας πούμε «ωχρή επιδερμίδα», «πράσινη γενειάδα» ή κάποιο άλλο ευδιάκριτο χαρακτηριστικό, αλλά και να τα παρακινεί να φέρονται ιδιαίτερα καλά στα άλλα άτομα που δείχνουν την ίδια ευδιάκριτη ετικέτα. Είναι δυνατό, αν και όχι ιδιαίτερα πιθανό. Εξίσου πιθανό είναι η πράσινη γενειάδα να συσχετίζεται με την ανάπτυξη γαμψών νυχιών ή με κάποιο άλλο χαρακτηριστικό, και η συμπάθεια για τις πράσινες γενειάδες να συμβαδίζει με μια ανικανότητα στην αναγνώριση κάποιου αρώματος. Είναι μάλλον απίθανο ένα και το αυτό γονίδιο να δίνει

ταυτόχρονα τη σωστή ετικέτα και το σωστό είδος αλτρουισμού. Εντούτοις, αποτελεί θεωρητική δυνατότητα και θα μπορούσε να ονομαστεί «Αλτρουιστικό Αποτέλεσμα της Πράσινης Γενειάδας».

Μια κάποια ετικέτα, λόγου χάρη, η πράσινη γενειάδα, είναι απλώς ένας τρόπος με τον οποίο ένα γονίδιο μπορεί να «αναγνωρίσει» σε άλλα άτομα την ύπαρξη αντιγράφων του. Μήπως όμως υπάρχουν και άλλοι τρόποι ; Ένας ιδιαίτερα άμεσος τρόπος είναι ο εξής : Ο κάτοχος ενός αλτρουιστικού γονιδίου μπορεί να αναγνωριστεί απλούστατα από το γεγονός ότι κάνει πράξεις αλτρουισμού. Ένα γονίδιο θα ενημερούσε στη γονιδιακή δεξαμενή αν «έλεγε» στη «γλώσσα» του τα εξής : «Σώμα, αν ο Α πνίγεται ενώ προσπαθεί να σώσει κάποιον άλλον που πνίγεται, πέσε στο νερό και σώσε τον Α». Αυτή η συμπεριφορά του γονιδίου είναι σωστή επειδή η πιθανότητα να περιέχει ο Α το ίδιο αλτρουιστικό γονίδιο που σώζει ζωές είναι μεγαλύτερη από τον μέσο όρο. Το γεγονός ότι ο Α προσπαθεί να σώσει κάποιον άλλο είναι μια ετικέτα όπως η πράσινη γενειάδα. Είναι λιγότερο αυθαίρετη, εξακολουθεί όμως να μην είναι πειστική. Αραγε υπάρχουν πειστικότεροι τρόποι με τους οποίους τα γονίδια θα μπορούσαν να «αναγνωρίσουν» τα αντίγραφα τους σε άλλα άτομα ;

Η απάντηση είναι καταφατική. Είναι εύκολο να δείξουμε ότι οι στενοί συγγενείς (γονείς και παιδιά) έχουν περισσότερες πιθανότητες από το μέσον όρο να έχουν κοινά γονίδια. Από πολύ καιρό έχει γίνει σαφές ότι αυτή είναι η αιτία του συχνά παρατηρούμενου αλτρουισμού των γονέων για τα παιδιά τους. Ο R.A. Fisher, ο J.B.S. Haldane, και ειδικότερα ο W.D. Hamilton, κατάλαβαν ότι το ίδιο γίνεται και με άλλους στενούς συγγενείς – αδελφούς και αδελφές, ανιψιούς και ανιψιές, και πρωτοξάδελφα. Αν κάποιο άτομο θυσιάσει για να σώσει 10 στενούς συγγενείς, χάνεται βέβαια ένα αντίγραφο του κοινού αλτρουιστικού γονιδίου, σώζεται όμως μεγαλύτερος αριθμός αντιγράφων αυτού του γονιδίου.

Η έκφραση «μεγαλύτερος αριθμός» είναι κάπως ασαφής, όπως και η έκφραση «στενοί συγγενείς». Ο Hamilton έδειξε ότι μπορούμε να κάνουμε κάτι καλύτερο. Οι δύο μελέτες που δημοσίευσε το 1964 συγκαταλέγονται στις σημαντικότερες συνεισφορές στην κοινωνική ηθολογία και αδυνατώ να καταλάβω γιατί οι ηθολόγοι δεν τους έδωσαν την απαιτούμενη προσοχή (το όνομα του Hamilton δεν αναγράφεται ούτε στα ευρητήρια των δύο μεγάλων εγχειριδίων ηθολογίας που εκδόθηκαν το 1970. Ευτυχώς, υπάρχουν πρόσφατες ενδείξεις αναζωπύρωσης του ενδιαφέροντος για τις ιδέες του). Οι εργασίες του Hamilton είναι μάλλον μαθηματικές αλλά είναι εύκολο να συλλάβουμε διαισθητικά τις βασικές αρχές της θεωρίας του χωρίς μαθηματικά, μολονότι η υπεραπλούστευση ζημιώνει. Αυτό που θέλουμε να υπολογίσουμε είναι η πιθανότητα δύο άτομα, ας πούμε δύο αδελφές, να έχουν κοινό ένα συγκεκριμένο γονίδιο.

Για ευκολία, θα εξετάσουμε την περίπτωση γονιδίων που σπανίζουν σε όλη τη γονιδιακή δεξαμενή. Οι περισσότεροι άνθρωποι, είτε έχουν κάποια συγγένεια μεταξύ τους είτε όχι, έχουν το γονίδιο «για να μην είναι αλφικοί». Ο λόγος για τον οποίο αυτό το γονίδιο είναι τόσο διαδεδομένο είναι ότι στη φύση οι αλφικοί έχουν μικρότερες πιθανότητες να επιβιώσουν απ' ό, τι οι μη αλφικοί. Για παράδειγμα, ο Ήλιος θαμπώνει τους αλφικούς και μειώνει την ικανότητά τους να δουν ένα αρπακτικό που πλησιάζει. Εδώ δεν θα προσπαθήσουμε να εξηγήσουμε γιατί στη γονιδιακή δεξαμενή αφθονούν τα προφανώς «καλά» γονίδια, όπως το γονίδιο του μη αλφισμού. Σκοπός μας είναι να εξηγήσουμε την επιτυχία των γονιδίων ειδικά λόγω του αλτρουισμού τους. Μπορούμε συνεπώς να δεχτούμε ότι τέτοια γονίδια, τουλάχιστον στα πρώτα στάδια της εξελικτικής διαδικασίας, ήταν σπάνια. Τώρα, το σημαντικό σημείο είναι ότι ένα γονίδιο, ακόμη κι αν είναι σπάνιο στο σύνολο του πληθυσμού, είναι κοινό μέσα σε μια οικογένεια. Εγώ, όπως κι εσείς, έχουμε μερικά γονίδια που είναι σπάνια στον συνολικό πληθυσμό. Οι πιθανότητες όμως να έχουμε και οι δύο τα ίδια σπάνια γονίδια είναι πραγματικά πολύ μικρές. Εντούτοις, οι πιθανότητες να έχει η αδελφή μου κάποιο συγκεκριμένο σπάνιο γονίδιο που το έχω και εγώ είναι μεγάλες, όπως υπάρχει εξίσου μεγάλη πιθανότητα να έχει η αδελφή σας ένα σπάνιο γονίδιο κοινό με το δικό σας. Σ' αυτή την περίπτωση η πιθανότητα είναι 50% κι αυτό εξηγείται εύκολα.

Ας υποθέσουμε ότι έχετε ένα μόνο αντίγραφο του γονιδίου Γ. Αυτό το γονίδιο το κληρονομήσατε από τον πατέρα ή τη μητέρα σας (για ευκολία, μπορούμε να αγνοήσουμε διάφορα σπάνια ενδεχόμενα όπως, λόγω χάρη, το Γ να είναι κάποια νέα μετάλλαξη ή να το είχαν και οι δύο γονείς σας ή ένας από τους γονείς σας να το είχε σε δύο αντίγραφα). Ας υποθέσουμε ότι το κληρονομήσατε από τον πατέρα σας. Συνεπώς, κάθε σωματικό κύτταρο του πατέρα σας περιείχε ένα αντίγραφο του Γ. Θυμηθείτε τώρα ότι όταν ο άντρας παράγει ένα σπερματοζώαριο, του δίνει τα μισά από τα γονιδιά του [Που υπάρχουν σε κάθε σωματικό κύτταρό του (Σ.τ.μ.)]. Υπάρχει λοιπόν μια πιθανότητα 50% το σπερματοζώαριο που «δημιούργησε» την αδελφή σας να είχε το γονίδιο Γ. Αν πάλι κληρονομήσατε το Γ από τη μητέρα σας, με την ίδια συλλογιστική βρίσκουμε ότι το Γ πρέπει να υπήρχε στα μισά ωριά της. Για μια φορά ακόμη, οι πιθανότητες να έχει να έχει η αδελφή σας το Γ είναι 50%. Αυτό σημαίνει ότι αν είχατε 100 αδελφούς και αδελφές, περίπου οι 50 θα είχαν κάποιο σπάνιο γονίδιο που ίσως έχετε κι εσείς. Σημαίνει επίσης ότι αν έχετε 100 σπάνια γονίδια, περίπου τα 50 θα υπάρχουν στο σώμα καθενός από τους αδελφούς και τις αδελφές σας.

Μπορείτε να κάνετε ανάλογους υπολογισμούς για όποιο βαθμό συγγένειας θέλετε. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η σχέση γονιού-παιδιού. Αν έχετε ένα αντίγραφο του γονιδίου Δ, η πιθανότητα ένα από τα παιδιά σας να έχει όμοιο αντίγραφο είναι 50%, γιατί τα μισά από τα γενετικά κύτταρά σας περιέχουν ένα Δ και κάθε παιδί σας έγινε από ένα γεννητικό κύτταρό σας. Αν έχετε ένα αντίγραφο του γονιδίου Ε, η πιθανότητα να είχε και ο πατέρας σας ένα Ε είναι πάλι 50% γιατί τα μισά γονιδιά σας τα κληρονομήσατε από τον πατέρα σας και τα υπόλοιπα από τη μητέρα σας. Για λόγους ευκολίας χρησιμοποιούμε ένα δείκτη συγγένειας (Δ.Σ.). Εκφράζει την πιθανότητα που έχει ένα γονίδιο να είναι κοινό σε δύο συγγενείς. Ο δείκτης συγγένειας δύο αδελφών είναι $\frac{1}{2}$ γιατί τα μισά γονίδια του ενός αδελφού μπορεί να υπάρχουν και στον άλλο. Ο αριθμός αυτός είναι μέσος όρος : επειδή στη μειωτική διαίρεση τα χρωματοσώματα χωρίζονται στην τύχη, είναι δυνατό συγκεκριμένα ζευγάρια αδελφών να έχουν κοινά περισσότερα ή λιγότερα γονίδια. Όμως ο Δ.Σ. μεταξύ πατέρα και παιδιού είναι πάντα $\frac{1}{2}$.

Η εκτέλεση τέτοιων υπολογισμών από την αρχή κάθε φορά που θα χρειαστεί είναι μάλλον κουραστική. Βρέθηκε λοιπόν ένας προσεγγιστικός, άμεσος κανόνας για να υπολογίζουμε το δείκτη συγγένειας μεταξύ δύο ατόμων Α και Β. Ίσως τον βρείτε χρήσιμο αν χρειαστεί να συντάξετε τη διαθήκη σας ή να εξηγήσετε εμφανείς ομοιότητες ανάμεσα στα μέλη της οικογένειάς σας. Ο κανόνας ισχύει για όλες τις απλές περιπτώσεις, αλλά, όπως θα δούμε, δεν εφαρμόζεται στην αιμομιξία και σε ορισμένα έντομα.

Αναζητούμε πρώτα όλους τους κοινούς προγόνους των Α και Β. Λόγου χάρη, οι κοινοί πρόγονοι δύο πρωτοξαδέλφων είναι ο κοινός παππούς και η κοινή γιαγιά τους. Όταν βρείτε έναν κοινό πρόγονο, είναι φυσικό όλοι ο πρόγονοί του να είναι και αυτοί κοινοί πρόγονοι των Α και Β. Εντούτοις, θα τους αγνοήσουμε όλους, εκτός από τους πιο κοντινούς. Μ' αυτή την έννοια, τα πρωτοξάδελφα έχουν μόνο δύο κοινούς προγόνους. Αν ο Β είναι κατευθείαν απόγονος του Α, λόγου χάρη δισέγγονός του, τότε ο Α είναι ο κοινός πρόγονος που αναζητούμε.

Έχοντας εντοπίσει τους κοινούς προγόνους (ή τον κοινό πρόγονο) των Α και Β, υπολογίζουμε τη *γενεαλογική απόσταση* τους ως εξής : Αρχίζοντας από τον Α ανεβαίνουμε στο οικογενειακό δέντρο ώσπου να βρούμε έναν κοινό πρόγονο, κατόπιν κατεβαίνουμε πάλι ως τον Β. Ο ολικός αριθμός των βημάτων κατά την άνοδο και τη κάθοδο στο δέντρο είναι η γενεαλογική απόσταση. Για παράδειγμα, αν ο Α είναι θείος του Β η γενεαλογική απόσταση είναι των Α και Β είναι 3. Ο κοινός πρόγονος είναι ο πατέρας του Α (ας πούμε), δηλαδή ο παππούς του Β. Αρχίζοντας από τον Α, για να βρούμε τον κοινό πρόγονο πρέπει να ανεβούμε μια γενεά. Κατόπιν, για να φτάσουμε στον Β πρέπει να κατεβούμε δύο γενεές. Συνεπώς η γενεαλογική απόσταση είναι $1+2=3$.

Αφού βρούμε τη γενεαλογική απόσταση των Α και Β διαμέσου ενός συγκεκριμένου κοινού προγόνου, υπολογίζουμε το ποσοστό συνεισφοράς του κοινού προγόνου στο δείκτη συγγένειάς τους. Αυτό το κάνουμε πολλαπλασιάζοντας το $\frac{1}{2}$ με τον εαυτό του για κάθε βήμα της

γενεαλογικής απόστασης. Αν αυτή η απόσταση είναι 3 θα έχουμε $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$, δηλαδή $(\frac{1}{2})$ στη τρίτη δύναμη. Αν η απόσταση γενεών διαμέσου ενός συγκεκριμένου προγόνου περιλαμβάνει n βήματα, το ποσοστό συγγένειας που οφείλεται σ' αυτόν τον πρόγονο είναι $(\frac{1}{2})^n$ στη νιοστή δύναμη.

Αυτό όμως είναι μόνο ένα μέρος της συγγένειας των Α και Β. Αν έχουν περισσότερους από έναν κοινούς προγόνους, πρέπει να προσθέσουμε τον αντίστοιχο για κάθε πρόγονο αριθμό. Συνήθως η γενεαλογική απόσταση δύο ατόμων είναι η ίδια για όλους τους κοινούς προγόνους τους. Επομένως, αν βρούμε το δείκτη συγγένειας των Α και Β που οφείλεται στον έναν πρόγονο, το μόνο που μένει να κάνουμε είναι να τον πολλαπλασιάσουμε με τον αριθμό των προγόνων. Για παράδειγμα, τα πρωτοξάδελφα έχουν δύο κοινούς προγόνους και η απόσταση γενεών διαμέσου καθενός προγόνου είναι 4. Συνεπώς ο δείκτης συγγένειάς τους θα είναι $: 2 \times (\frac{1}{2})^4$ στη τετάρτη δύναμη $= 1/8$. Αν ο Α είναι δισέγγονος του Β, η απόσταση γενεών είναι 3 και ο αριθμός των κοινών «προγόνων» είναι ένας (ο Β), τότε ο δείκτης συγγένειας είναι $: 1 \times (\frac{1}{2})^3$ στη τρίτη δύναμη $= 1/8$. Από γενετική άποψη ένας πρωτοξάδελφός σας ισοδυναμεί με έναν δισέγγονό σας. Παρομοίως, έχετε τόσες πιθανότητες να «μοιάζετε» με το θείο σας [δείκτης συγγένειας $2 \times (\frac{1}{2})^3$ στη τρίτη δύναμη $= 1/4$] όσες και με τον παππού σας [$\Delta.Σ. 1 \times (\frac{1}{2})^2$ στο τετράγωνο $= 1/4$].

Για σχέσεις τόσο μακρινές όσο ανάμεσα σε τριτοξάδελφα [$2 \times (\frac{1}{2})^6$ στην ογδόη δύναμη $= 1/128$], πλησιάζουμε την ακραία περίπτωση ένα συγκεκριμένο γονίδιο του Α να έχει τόση πιθανότητα να βρίσκεται και στον Β όση και σε ένα τυχαίο άτομο του πληθυσμού. Για ένα αλτρουνιστικό γονίδιο, το τριτοξάδελφο δεν απέχει πολύ από οποιοδήποτε φίλο μας. Λίγο πλεονεκτεί ο δευτεροξάδελφος ($\Delta.Σ. = 1/32$) και περισσότερο ο πρωτοξάδελφος ($\Delta.Σ. = 1/8$). Ειδική περίπτωση είναι οι αδελφοί και οι αδελφές, και οι γονείς με τα παιδιά τους ($\Delta.Σ. = 1/2$) και μοναδική περίπτωση οι αυθεντικοί δίδυμοι ($\Delta.Σ. = 1$). Θείοι και θείες, ανιψιοί και ανιψιές, παππούδες και εγγόνια, και ετεροθαλείς αδελφοί και αδελφές έχουν ενδιάμεσες σχέσεις με δείκτη συγγένειας $1/4$.

Τώρα μπορούμε να μιλήσουμε ακριβέστερα για τον αλτρουνισμό μεταξύ συγγενών. Ένα γονίδιο που προκαλεί την αυτοθυσία ενός ατόμου για να σώσει 5 ξαδέλφια του, δεν γίνεται πολλαριθμότερο στον πληθυσμό, πράγμα που συμβαίνει αν σώσει 5 αδέλφια του ή 10 πρωτοξάδελφα. Η ελάχιστη απαίτηση για να είναι επιτυχημένο ένα αυτοθυσιαζόμενο αλτρουνιστικό γονίδιο είναι να σώσει περισσότερα από δύο αμφιθαλή αδέλφια [Αδέλφια από τον ίδιο πατέρα και την ίδια μητέρα (Σ.τ.μ.)] ή (παιδιά ή γονείς), ή περισσότερα από 4 ετεροθαλή αδέλφια (ή θείους, θείες, ανιψιούς, ανιψιές, παππούδες, εγγόνια), ή περισσότερα από 8 πρωτοξάδελφα κλπ. Κατά μέσο όρο, ένα τέτοιο γονίδιο τείνει να συνεχίζει να ζει στα σώματα των ατόμων που έσωσε ο αλτρουνιστής, εφόσον είναι αρκετά ώστε να αντισταθμιστεί η απώλεια από το θάνατό του.

Αν κάποιος ήταν σίγουρος ότι ένα συγκεκριμένο άτομο είναι αυθεντικός δίδυμος αδελφός του, θα έπρεπε να νοιάζεται γι' αυτόν όσο ακριβώς και για τον εαυτό του. Κάθε γονίδιο για τον αλτρουνισμό μεταξύ διδύμων υπάρχει και στους δύο, οπότε αν ο ένας θυσιαστεί για να σώσει τον άλλο, το γονίδιο συνεχίζει να ζει. Οι θηλυκοί αρμαδίλλοι [Μικρά θηλαστικά ζώα που ζουν στη Ν. Αμερική, το σώμα τους καλύπτεται με φολίδες και οστέινες πλάκες. Ανήκουν στην οικογένεια των δασυποδιδών (Σ.τ.μ.)] δίνουν αυθεντικά τετράδυμα σε κάθε γέννα τους. Απ' όσο ξέρω, δεν έχει αναφερθεί κανένα περιστατικό ηρωικής αυτοθυσίας μεταξύ νεαρών αρμαδίλλων ενώ έχει τονιστεί ότι πρέπει να αναμένεται ισχυρός αλτρουνισμός και θα άξιζε να πάει κανείς στη Λατινική Αμερική για να το διαπιστώσει.

Τώρα μπορούμε να δούμε ότι η γονική φροντίδα είναι ειδική περίπτωση αλτρουνισμού μεταξύ συγγενών. Από γενετική άποψη, κάθε ενήλικο άτομο πρέπει να δείχνει τόσο ενδιαφέρον και φροντίδα για το ορφανό αδελφάκι του όσο και για το δικό του παιδί. Ο δείκτης συγγένειάς του με τα δύο παιδιά είναι ο ίδιος $: 1/2$. Με όρους γονιδιακής επιλογής, ένα γονίδιο για αλτρουνιστική συμπεριφορά της μεγαλύτερης αδελφής προς τα αδέλφια της έχει την ίδια πιθανότητα να εξαπλωθεί στον πληθυσμό με ένα γονίδιο για αλτρουνισμό των γονέων προς τα παιδιά τους. Αυτό

όμως, για διάφορους λόγους που θα δούμε αργότερα, είναι υπεραπλούστευση της πραγματικότητας. Στη φύση η φροντίδα ανάμεσα σε αδελφούς και αδελφές υστερεί πολύ της φροντίδας των γονιών προς τα παιδιά τους. Αυτό που θέλω να τονίσω εδώ είναι ότι από γενετική άποψη η σχέση γονιού-παιδιού δεν έχει τίποτε το ιδιαίτερο σε σύγκριση με τη σχέση αδελφού-αδελφής. Το ότι οι γονείς κληρονομούν τα γονίδια στα παιδιά τους εδώ είναι αδύνατο μια αδελφή να δώσει γονίδια στην αδελφή της, δεν έχει σημασία, γιατί και οι δύο αδελφές παίρνουν από τους ίδιους γονείς όμοια αντίγραφα των ίδιων γονιδίων.

Μερικοί χρησιμοποιούν τον όρο *επιλογή συγγενών* για να ξεχωρίσουν αυτό το είδος της φυσικής επιλογής από την επιλογή ομάδων (την κατ' επιλογή επιβίωση ομάδων) και την επιλογή ατόμων (την κατ' επιλογή επιβίωση ατόμων). Η επιλογή συγγενών εξηγεί τον αλτρουισμό μέσα στην οικογένεια. Όσο στενότερη είναι η συγγένεια τόσο ισχυρότερη η επιλογή. Μολονότι δεν υπάρχει κανένα λάθος στον όρο «επιλογή συγγενών», δυστυχώς πρέπει να τον εγκαταλείψουμε γιατί τελευταία έχει γίνει τόσο μεγάλη κατάχρηση του όρου ώστε είναι πιθανό να προκαλέσει σύγχυση στους βιολόγους των επόμενων χρόνων. Ο E. Wilson στο κατά τα άλλα θαυμάσιο βιβλίο του *Κοινωνιοβιολογία : Η νέα σύνθεση*, ορίζει την επιλογή συγγενών ως ειδική περίπτωση της επιλογής ομάδων. Δίνει ένα διάγραμμα που δείχνει καθαρά ότι τη θεωρεί ενδιάμεση περίπτωση μεταξύ της «επιλογής ατόμων» και της «επιλογής ομάδων» με τη συμβατική έννοια – την έννοια που χρησιμοποίησα στο πρώτο κεφάλαιο. Σήμερα, επιλογή ομάδων – ακόμη και με τον ορισμό του Wilson – σημαίνει επιλεκτική επιβίωση ομάδων ατόμων. Βέβαια, κατά κάποια έννοια η οικογένεια είναι ειδικός τύπος ομάδας. Όμως η βασική σκέψη του Hamilton είναι ότι η διάκριση ανάμεσα στην οικογένεια και τη μη οικογένεια δεν είναι αυστηρή αλλά ζήτημα μαθηματικής πιθανότητας. Στη θεωρία του Hamilton δεν αναφέρεται πουθενά ότι τα ζώα πρέπει να συμπεριφέρονται αλτρουιστικά σε όλα «τα μέλη της οικογένειας» και εγωιστικά σε όλους τους άλλους. Δεν υπάρχει σαφής διαχωριστική γραμμή ανάμεσα στην οικογένεια και τη μη οικογένεια. Δεν υπάρχει τρόπος να αποφανθούμε, λόγου χάρη, αν τα δευτεροζάδελφα εντάσσονται στην οικογένεια ή όχι : απλώς περιμένουμε ότι τα δευτεροζάδελφα τείνουν να δεχτούν 1/16 αλτρουισμού απ' όσο δέχονται και τα παιδιά ή τα αμφιθαλή αδέρφια. Είναι σίγουρο πως η επιλογή συγγενών δεν είναι ειδική περίπτωση επιλογής ομάδων αλλά ειδική συνέπεια επιλογής γονιδίων.

Όμως στον ορισμό της επιλογής συγγενών που δίνει ο Wilson υπάρχει ένα σοβαρότερο μειονέκτημα. Αποκλείονται εσκεμμένα τα παιδιά : δεν υπολογίζονται ως συγγενείς ! Φυσικά, ο Wilson ξέρει πολύ καλά ότι τα παιδιά έχουν συγγένεια με τους γονείς τους. Για να εξηγήσει όμως την αλτρουιστική φροντίδα των γονέων για τα παιδιά τους, προτιμά να μην επικαλεστεί την επιλογή συγγενών. Έχει βέβαια το δικαίωμα να δίνει στις λέξεις την έννοια που του αρέσει, αλλά ο ορισμός του δημιουργεί συγχύσεις και ελπίζω ότι θα τον αλλάξει στις μελλοντικές εκδόσεις του πραγματικού βιβλίου του. Από γενετική άποψη, η φροντίδα των γονιών και ο αλτρουισμός αδελφού/αδελφής εξελίσσονται ακριβώς για τον ίδιο λόγο : και στις δύο περιπτώσεις υπάρχει μεγάλη πιθανότητα το αλτρουιστικό γονίδιο να βρίσκεται και στο σώμα του ευεργετούμενου.

Ζητώ την επιείκεια του μέσου αναγνώστη γι' αυτή την οξεία κριτική και επιστρέφω γρήγορα στο κύριο θέμα. Ως τώρα έχω υπεραπλουστεύσει τα πράγματα αλλά ήρθε η ώρα να εισαγάγω μερικές τροποποιήσεις. Μίλησα από την άποψη θεμελιωδών στοιχείων, για γονίδια που θυσιάζονται για να σώσουν συγκεκριμένο αριθμό συγγενών με γνωστό δείκτη συγγένειας. Στην πραγματική ζωή είναι προφανές ότι τα ζώα δεν μετρούν πόσους συγγενείς σώζουν ούτε κάνουν νοερά τους υπολογισμούς του Hamilton, ακόμη κι αν είχαν κάποιο τρόπο να ξέρουν ποιοι είναι αδέρφια και ποιοι ξαδέλφια τους. Στην πραγματική ζωή η σίγουρη αυτοθυσία ή η σίγουρη «διάσωση» ζώων πρέπει να αντικατασταθεί από *στατιστικούς κινδύνους* θανάτου ή διάσωσης. Ακόμη κι ένας τριτοζάδελφός σας αξίζει να σωθεί εφόσον ο κίνδυνος που διατρέχετε για να τον σώσετε είναι πολύ μικρός. Εξάλλου, και εσείς και ο συγγενής σας που σκέφτεστε να σώσετε, σίγουρα θα πεθάνετε κάποια μέρα. Κάθε άτομο έχει μια «προσδοκία ζωής» που οποιοσδήποτε ασφαλιστής θα

μπορούσε να την υπολογίσει με κάποια πιθανότητα σφάλματος. Το να σώσει κανείς τη ζωή ενός συγγενή που σε λίγο θα πεθάνει από γεράματα, έχει μικρότερη επίπτωση για το μέλλον στη γονιδιακή δεξαμενή από το να σώσει τη ζωή ενός νεαρού επίσης στενού συγγενή που έχει μπροστά του ολόκληρη ζωή.

Πρέπει να τροποποιήσουμε τους απλούς συμμετρικούς υπολογισμούς του δείκτη συγγένειας και να λογαριάσουμε τις περίπλοκες εκτιμήσεις των ασφαλιστών. Από γενετική άποψη, οι παππούδες και τα εγγόνια έχουν τους ίδιους λόγους να συμπεριφέρονται αλτρουιστικά μεταξύ τους γιατί έχουν κοινό το $\frac{1}{4}$ των γονιδίων τους. Όμως επειδή το εγγόνι έχει μεγαλύτερη προσδοκία ζωής, τα γονίδια για τον αλτρουισμό παππού προς εγγονό έχουν μεγαλύτερο επιλεκτικό πλεονέκτημα από τα αντίστοιχα γονίδια εγγονιού προς παππού. Είναι δυνατόν το καθαρό κέρδος από τη βοήθεια που παρέχεται σε κάποιο νεαρό μακρινό συγγενή να είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο όφελος όταν βοηθιέται ένας ηλικιωμένος στενός συγγενής. (Φυσικά, δεν είναι υποχρεωτικό οι παππούδες να έχουν μικρότερη προσδοκία ζωής από τα εγγόνια τους. Σε είδη με μεγάλο δείκτη νηπιακής θνησιμότητας μπορεί να συμβεί το αντίθετο).

Επεκτείνοντας την αναφορά στα ασφαλιστικά μπορούμε να θεωρήσουμε ότι τα άτομα είναι ασφαλιστές που κάνουν ασφάλειες ζωής. Ένα άτομο μπορεί να επενδύσει ή να διακινδυνεύσει ένα μέρος της περιουσίας του πάνω στη ζωή ενός άλλου. Λογαριάζει τη συγγένεια που έχει μαζί του και το μέγεθος των κινδύνων που διατρέχει το συγγενικό άτομο, συγκρίνοντας την προσδοκία ζωής του ασφαλιζόμενου με τη δική του. Ακριβέστερα, αντί για «προσδοκία ζωής» θα ήταν καλύτερα να χρησιμοποιήσουμε τον όρο «προσδοκία αναπαραγωγής» ή, ακόμα καλύτερα, «γενετική ικανότητα να ωφελήσει τα γονιδιά του στο αναμενόμενο μέλλον». Τότε, για να εξελιχθεί η αλτρουιστική συμπεριφορά πρέπει ο καθαρός κίνδυνος του αλτρουιστή να είναι μικρότερος από το καθαρό όφελος του αποδέκτη πολλαπλασιαζόμενο επί τον δείκτη συγγένειας. Οι κίνδυνοι και τα οφέλη πρέπει να υπολογιστούν μ' αυτή την περίπλοκη μέθοδο που χρησιμοποιούν οι ασφαλιστές.

Αλήθεια, τι σύνθετους υπολογισμούς είναι υποχρεωμένη να κάνει η καμμένη μηχανή επιβίωσης, και ειδικότερα όταν βιάζεται ! Ο μεγάλος μαθηματικός βιολόγος J.B.S. Haldane (με μια εργασία του το 1955 πρόλαβε τον Hamilton, δεχόμενος ότι ένα γονίδιο που διασώζει στενούς συγγενείς από πνιγμό εξαπλώνεται στη γονιδιακή δεξαμενή), παρατήρησε ότι : «... Στις δύο περιπτώσεις που έσωσα κάποιους από ενδεχόμενο πνιγμό (με ελάχιστο δικό μου κίνδυνο) δεν είχα το χρόνο να κάνω τέτοιους υπολογισμούς». Ευτυχώς όμως, κι αυτό το ήξερε καλά ο Haldane, δεν χρειάζεται να παραδεχτούμε ότι οι μηχανές επιβίωσης κάνουν συνειδητά τέτοιους υπολογισμούς. Όπως χρησιμοποιούμε τον λογαριθμικό κανόνα χωρίς να συνειδητοποιούμε ότι ουσιαστικά χειριζόμαστε λογαρίθμους, έτσι το ζώο μπορεί να είναι από πριν προγραμματισμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να συμπεριφέρεται σαν να είχε κάνει έναν πολύπλοκο υπολογισμό.

Αυτό μπορούμε εύκολα να το καταλάβουμε με το ακόλουθο παράδειγμα. Κάποιος ρίχνει ψηλά στον αέρα μια μπάλα. Αν την πιάσει λίγο αργότερα πριν πέσει στο έδαφος, είναι σαν να είχε επιλύσει ένα σύστημα διαφορικών εξισώσεων οι οποίες περιγράφουν την τροχιά της μπάλας. Μπορεί να μην ξέρει ή να μη τον ενδιαφέρει τι είναι μια διαφορική εξίσωση, αυτό όμως δεν επηρεάζει την επιδεξιότητά του να παίζει με την μπάλα. Σε κάποιο υποσυνείδητο επίπεδο συμβαίνει κάτι που λειτουργικά ισοδυναμεί με μαθηματικούς υπολογισμούς. Παρομοίως, όταν κάποιος παίρνει μια δύσκολη απόφαση αφού προηγουμένως σταθμίσει τα «υπέρ και τα κατά» και όλες τις πιθανές συνέπειες, στην πραγματικότητα κάνει κάτι που λειτουργικά ισοδυναμεί με τους πολύπλοκους υπολογισμούς των ασφαλιστών, τους οποίους μόνον ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής θα μπορούσε να εκτελέσει.

Αν θέλαμε να προγραμματίσουμε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή για να μας δώσει με προσομοίωση ένα μοντέλο της μηχανής επιβίωσης που αποφασίζει αν θα συμπεριφερθεί αλτρουιστικά ή όχι, σε γενικές γραμμές θα ακολουθούσαμε την εξής διαδικασία : θα φτιάχναμε έναν κατάλογο όλων των εναλλακτικών κινήσεων που θα ήταν δυνατό να κάνει το ζώο. Κατόπιν

θα προγραμματίζαμε τον πολύπλοκο υπολογισμό των ασφαλιστών για κάθε εναλλακτική συμπεριφορά. Όλα τα οφέλη θα πάρουν θετικό πρόσημο και όλοι οι κίνδυνοι αρνητικό. Πριν όμως προστεθούν οι αριθμοί που παριστάνουν τα οφέλη και τους κινδύνους, θα διορθωθούν πολλαπλασιαζόμενοι με τον κατάλληλο δείκτη συγγένειας. Χάριν απλότητας μπορούμε να αγνοήσουμε άλλους παράγοντες, λόγου χάρη όσους σχετίζονται με την ηλικία ή την κατάσταση υγείας. Επειδή ο δείκτης συγγένειας ενός ατόμου με τον εαυτό του είναι 1 (προφανώς έχει 100% των γονιδίων του), στον υπολογισμό οι κίνδυνοι και τα οφέλη ως προς τον εαυτό του δεν θα τροποποιηθούν αλλά θα ληφθούν με τις κανονικές τιμές τους. Το ολικό άθροισμα για κάθε εναλλακτικό τρόπο συμπεριφοράς θα παρουσιάζεται ως εξής : Καθαρό όφελος τρόπου συμπεριφοράς = Προσωπικό όφελος – προσωπικός κίνδυνος + $\frac{1}{2}$ του οφέλους του αδελφού – $\frac{1}{2}$ του κινδύνου του αδελφού + $\frac{1}{2}$ του οφέλους του άλλου αδελφού + $\frac{1}{8}$ του οφέλους του πρωτοξάδελφου – $\frac{1}{8}$ του κινδύνου του πρωτοξάδελφου + $\frac{1}{2}$ του οφέλους του παιδιού – $\frac{1}{2}$ του κινδύνου του παιδιού + κλπ.

Το αποτέλεσμα της άθροισης θα είναι ένας αριθμός που ονομάζεται τελικό καθαρό όφελος του συγκεκριμένου τρόπου συμπεριφοράς. Κατόπιν το μοντέλο του ζώου υπολογίζει το αντίστοιχο άθροισμα για όλους τους εναλλακτικούς τρόπους συμπεριφοράς του καταλόγου μας. Τελικά επιλέγει και ακολουθεί τον τρόπο συμπεριφοράς με το μεγαλύτερο καθαρό όφελος. Ακόμη κι αν όλα τα αθροίσματα βγουν αρνητικά, θα επιλέξει τη συμπεριφορά που αντιστοιχεί στο υψηλότερο άθροισμα, δηλαδή τη λιγότερο «κακή». Θυμηθείτε ότι κάθε θετική δράση συνεπάγεται κατανάλωση ενέργειας και χρόνου, που και τα δύο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθούν για κάτι άλλο. Αν η συμπεριφορά με το μεγαλύτερο συνολικό καθαρό όφελος που θα προκύψει είναι «μη κάνεις τίποτε», το μοντέλο του ζώου δεν θα κάνει τίποτε.

Σ' αυτό το σημείο θα δώσω ένα υπεραπλουστευμένο παράδειγμα, που αυτή τη φορά δεν είναι προσομοίωση ηλεκτρονικού υπολογιστή αλλά έχει τη μορφή υποκειμένου μονολόγου. Ας πούμε ότι είμαι ένα ζώο και βρίσκω 8 μανιτάρια. Αφού υπολογίσω τη θρεπτική αξία τους και αφαιρέσω κάτι εξαιτίας της μικρής πιθανότητας να είναι δηλητηριώδη, βγάζω το συμπέρασμα ότι κάθε μανιτάρι αξίζει +6 μονάδες (οι μονάδες είναι αυθαίρετες, όπως και τα κέρδη που αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο). Τα μανιτάρια είναι τόσο μεγάλα ώστε δεν θα μπορούσα να φάω περισσότερα από τρία. Θα έπρεπε να ανακοινώσω την ανακάλυψή μου και να φωνάξω κι άλλους ότι «υπάρχει τροφή» ; Ποιος θα ερχόταν ; Ας πούμε ότι ήρθαν ένας αδελφός μου (Δ.Σ. ως προς εμένα $\frac{1}{2}$), ένας ξάδελφός μου (Δ.Σ. $\frac{1}{8}$) και ο X (ο δείκτης συγγένειάς του ως προς εμένα είναι τόσο μικρός ώστε πρακτικά μπορεί να θεωρηθεί ίσος με το μηδέν). Αν αποκρύψω την ανακάλυψή μου και φάω τα 3 μανιτάρια, το ολικό καθαρό όφελός μου την περίπτωση που θα έχω θα είναι $3 \times 6 = 18$. Για να βρω το ολικό καθαρό όφελός μου την περίπτωση που θα κάνω την «πρόσκληση για τροφή» χρειάζεται κάποιος υπολογισμός. Τα 8 μανιτάρια θα μοιραστούν στα 4. Τρώγοντας το μερίδιό μου, δηλαδή δύο μανιτάρια, θα έχω όφελος $2 \times 6 = 12$ μονάδες. Όμως επειδή έχω κοινά γονίδια με τον αδελφό μου και τον ξάδελφό μου, αν φάνε κι αυτοί από δύο μανιτάρια θα έχω συνολικό όφελος $(1 \times 12) + (\frac{1}{2} \times 12) + (\frac{1}{8} \times 12) + (0 \times 12) = 19 \frac{1}{2}$. Η αντίστοιχη τιμή για την εγωιστική συμπεριφορά ήταν 18. Η διαφορά είναι πολύ μικρή αλλά το συμπέρασμα σαφές. Πρέπει να τους φωνάξω. Σ' αυτή τη περίπτωση ο αλτρουισμός μου θα εξυπηρετούσε τα εγωιστικά μου γονίδια.

Στο παραπάνω παράδειγμα έκανα την απλουστευμένη παραδοχή ότι το μεμονωμένο ζώο ψάχνει να βρει αυτό που εξυπηρετεί καλύτερα τα γονίδιά του. Αυτό που πραγματικά συμβαίνει είναι ότι η γονιδιακή δεξαμενή γεμίζει με γονίδια, τα οποία επηρεάζουν τα σώματα κατά τέτοιον τρόπο ώστε να συμπεριφέρονται σαν να έκαναν τους υπολογισμούς που περιγράψαμε.

Όπως και να 'χουν τα πράγματα, ο υπολογισμός συνιστά μια προκαταρκτική πρώτη προσέγγιση όσων θεωρητικά έπρεπε να συμβαίνουν. Παραλείπει πολλά στοιχεία, λόγου χάρη τις ηλικίες των ατόμων για τα οποία μιλάμε. Επίσης, αν προηγουμένως είχα γευματίσει και μου έφτανε ένα μανιτάρι, το καθαρό όφελος από τη γνωστοποίηση της ανακάλυψής μου θα ήταν μεγαλύτερο απ' όσο αν πεινούσα. Είναι ατέλειωτες οι συνεχείς βελτιώσεις αυτού του υπολογισμού ο οποίος θα

ολοκληρωνόταν σ' έναν ιδανικό κόσμο. Όμως η αληθινή ζωή δεν βιώνεται σε ιδανικό κόσμο. Δεν μπορούμε να περιμένουμε ότι ένα αληθινό ζώο θα υπολογίσει και την τελευταία λεπτομέρεια για να καταλήξει στην άριστη απόφαση. Πρέπει λοιπόν να ανακαλύψουμε με την παρατήρηση και το πείραμα από πρώτο χέρι πως καταφέρνουν τα ζώα και κάνουν σωστές αναλύσεις κόστους και κερδών.

Για να βεβαιωθούμε πως δεν ξεστράτισαμε πολύ χρησιμοποιώντας υποκειμενικά παραδείγματα, ας επιστρέψουμε για λίγο στη γλώσσα των γονιδίων. Τα ζωντανά σώματα είναι μηχανές επιβίωσης προγραμματισμένες από γονίδια που έχουν επιβιώσει. Τα γονίδια που επιβίωσαν ζούσαν σε συνθήκες που έτειναν *κατά μέσον όρο* να χαρακτηρίζουν το περιβάλλον των ειδών στο παρελθόν. Κατά συνέπεια οι «εκτιμήσεις» κόστους και κερδών βασίζονται στην «εμπειρία» παρελθόντος, όπως ακριβώς και οι αποφάσεις που παίρνει ο άνθρωπος. Όμως, σ' αυτή την περίπτωση, η εμπειρία έχει την ειδική έννοια της γονιδιακής εμπειρίας ή, ακριβέστερα, των συνθηκών του παρελθόντος με τις οποίες ζούσαν τα γονίδια. (Επειδή τα γονίδια προικίζονται επιπροσθέτως τις μηχανές επιβίωσης με ικανότητα του «μανθάνειν» θα μπορούσαμε να πούμε ότι γίνονται κάποιες εκτιμήσεις κόστους-κερδών με βάση και την εμπειρία του ατόμου). Εφόσον οι συνθήκες δεν αλλάζουν δραστικά, οι εκτιμήσεις θα είναι ακριβείς και οι μηχανές επιβίωσης θα τείνουν να παίρνουν κατά μέσον όρο σωστές αποφάσεις. Αν όμως οι συνθήκες μεταβληθούν δραστικά, οι μηχανές επιβίωσης θα τείνουν να παίρνουν λαθεμένες αποφάσεις και τα γονίδια θα πληρώσουν τα λάθη. Το ίδιο συμβαίνει και στον άνθρωπο : όσες αποφάσεις του βασίζονται σε μη πρόσφατες πληροφορίες τείνουν να είναι λαθεμένες.

Αλλά και οι εκτιμήσεις του δείκτη συγγένειας υπόκεινται σε σφάλματα και αβεβαιότητες. Στους υπεραπλουστευμένους υπολογισμούς που κάναμε ως τώρα, μιλούσαμε σαν να ήξεραν οι μηχανές επιβίωσης ποιοι είναι οι συγγενείς τους και να γνώριζαν το βαθμό συγγένειάς τους. Στην αληθινή ζωή μια τέτοια ακριβής γνώση είναι δυνατή μόνο περιστασιακά, όμως και πάλι ο δείκτης συγγένειας υπολογίζεται ως αριθμητικός μέσος όρος. Λόγου χάρη, υποθέστε ότι ο Α και ο Β έχουν ίσες πιθανότητες να είναι ετεροθαλείς ή αμφιθαλείς αδελφοί. Οι αντίστοιχοι δείκτες συγγένειας είναι $\frac{1}{4}$ και $\frac{1}{2}$, επειδή όμως δεν ξέρουμε ακριβώς αν είναι ετεροθαλείς ή αμφιθαλείς, ο αριθμός που πρέπει να πάρουμε είναι ο μέσος όρος, δηλαδή $\frac{3}{8}$. Αν είναι σίγουρο ότι έχουν την ίδια μητέρα αλλά η πιθανότητα να έχουν τον ίδιο πατέρα είναι 1 προς 10, τότε είναι *κατά 90% σίγουρο* πως είναι ετεροθαλείς αδελφοί και κατά 10% αμφιθαλείς οπότε ο πραγματικός δείκτης συγγένειας θα είναι $(\frac{1}{10} \times \frac{1}{2}) + (\frac{9}{10} \times \frac{1}{4}) = 0,275$.

Όμως για ποιον είναι σίγουρο όταν λέμε «είναι κατά 90% σίγουρο» ; Εννοούμε ότι ο φυσιοδίφης ύστερα από μακρόχρονες επιτόπιες μελέτες είναι σίγουρος 90%, ή ότι τα ζώα είναι σίγουρα 90% ; Με λίγη τύχη τα δύο συμπεράσματα μπορεί να είναι σχεδόν το ίδιο πράγμα. Για να το διαπιστώσουμε πρέπει πρώτα να εξετάσουμε με ποιο τρόπο θα ήταν δυνατό τα ζώα να διακρίνουν τους στενούς συγγενείς τους.

Εμείς οι άνθρωποι ξέρουμε ποιοι είναι οι συγγενείς μας επειδή μας το είπαν, επειδή δίνουμε ονόματα στις συγγένειες, επειδή κάνουμε επίσημους γάμους, επειδή θυμόμαστε και επειδή υπάρχουν τα σχετικά έγγραφα. Πολλοί ανθρωποκοινωνιολόγοι ασχολούνται με «συγγένειες» στις κοινωνίες που μελετούν. Δεν εννοούν πραγματικές γενετικές συγγένειες αλλά υποκειμενικές και πολιτιστικές. Τα ήθη των ανθρώπων και οι τελετουργίες των διαφόρων φυλών συχνά δίνουν μεγάλη έμφαση στη συγγένεια. Η λατρεία των προγόνων είναι ευρύτατα διαδεδομένη, οι οικογενειακές υποχρεώσεις και η αφοσίωση στην οικογένεια κυριαρχούν στη ζωή μας. Οι βεντέτες και οι ενδοπατριακοί πόλεμοι ερμηνεύονται εύκολα με τη γενετική θεωρία του Hamilton. Το «ταμπού» της αιμομιξίας μαρτυρεί το μεγάλο σεβασμό που τρέφουν οι άνθρωποι προς τη συγγένεια, μολονότι το γενετικό πλεονέκτημα από το ταμπού της αιμομιξίας δεν έχει καμιά σχέση με τον αλτρουισμό. Πιθανώς σχετίζεται με τα επιβλαβή αποτελέσματα των υπολειπόμενων γονιδίων τα οποία εμφανίζονται κατά την ενδογαμία. (Για κάποιο λόγο, σε πολλούς ανθρωπολόγους δεν αρέσει αυτή η εξήγηση).

Πως θα μπορούσαν τα άγρια ζώα να «ξέρουν» ποιοι είναι οι συγγενείς τους ; Με άλλα λόγια, ποιους κανόνες συμπεριφοράς ακολουθούν οι οποίοι φανερώνουν έμμεσα ότι ξέρουν την ύπαρξη συγγένειας ; Ο κανόνας «να είσαι ευγενικός με τους συγγενείς» παρακάμπτει το πραγματικό πρόβλημα, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο θα αναγνωρίζονταν στην πράξη οι συγγενείς. Τα ζώα πρέπει να έχουν πάρει από τα γονίδια τους έναν απλό κανόνα δράσης τα τελικά αποτελέσματα της οποίας δεν είναι συνειδητά προκαθορισμένα, έναν κανόνα όμως που λειτουργεί τουλάχιστον σε ομαλές συνθήκες. Ολοι οι άνθρωποι ζούμε με κανόνες. Η δύναμή τους είναι τόσο μεγάλη ώστε αν είμαστε στενόμυαλοι ακολουθούμε έναν κανόνα ακόμη κι όταν βλέπουμε καθαρά ότι ούτε εμάς ωφελεί ούτε κανέναν άλλον. Λόγου χάρη, μερικοί φανατικοί Εβραίοι και Μουσουλμάνοι θα προτιμούσαν να λιμοκτονήσουν παρά να παραβούν τον κανόνα που απαγορεύει το χοιρινό κρέας. Όμως ποιους απλούς πρακτικούς κανόνες πρέπει να ακολουθήσουν τα ζώα, οι οποίοι σε κανονικές συνθήκες θα ωφελούσαν έμμεσα τους στενούς συγγενείς τους ;

Αν τα ζώα είχαν την τάση να συμπεριφέρονται αλτρουιστικά σε όλα τα άτομα με τα οποία έχουν φυσική ομοιότητα, θα έκαναν έμμεσα κάποιο καλό στους συγγενείς τους. Τα περισσότερα εξαρτώνται από τις λεπτομέρειες σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση. Εν γένει, ένας τέτοιος κανόνας μόνο στατιστικά θα μπορούσε να οδηγήσει σε «σωστές» αποφάσεις. Αν άλλαζαν οι συνθήκες, αν, λόγου χάρη ένα είδος άρχιζε να ζει σε πολύ μεγαλύτερες ομάδες, αυτός ο κανόνας θα οδηγούσε σε λαθεμένες αποφάσεις. Εννοείται ότι η φυλετική προκατάληψη θα μπορούσε να ερμηνευτεί ως άκριτη γενίκευση μιας τάσης επιλογής συγγενών, να συνταυτίζουμε τον εαυτό μας με άτομα με τα οποία έχουμε φυσική ομοιότητα, και να φερόμαστε άσχημα σε όσα δεν μας μοιάζουν.

Σ' ένα είδος που τα μέλη του δεν απομακρύνονται πολύ ή απομακρύνονται σε μικρές ομάδες, υπάρχουν πολλές πιθανότητες το τυχαίο άτομο που θα συναντήσετε να είναι στενός συγγενής σας. Σ' αυτή την περίπτωση ο κανόνας «να είσαι ευγενικός σε κάθε μέλος του είδους σου που θα συναντήσεις» θα είχε θετικό αποτέλεσμα στην επιβίωση, με την έννοια ότι ένα γονίδιο που προδιαθέτει τους υπηκόους του να υπακούουν σ' αυτόν τον κανόνα θα γινόταν πολυαριθμότερο στη γονιδιακή δεξαμενή. Ίσως αυτό εξηγεί την αλτρουιστική συμπεριφορά που αναφέρεται ότι παρουσιάζεται τόσο συχνά σε αγέλες πιθήκων και φαλαινών. Οι φάλαινες και τα δελφίνια πεθαίνουν από ασφυξία αν δεν αναπνεύσουν αέρα. Τα μωρά των φαλαινών ή πληγωμένα άτομα που δεν μπορούν να κολυμπήσουν ως την επιφάνεια βοηθούνται και σώζονται από συντρόφους της αγέλης. Δεν ξέρουμε αν οι φάλαινες έχουν κάποιο τρόπο να ξεχωρίζουν τους στενούς συγγενείς τους, αλλά αυτό ίσως δεν έχει σημασία. Η πιθανότητα δύο τυχαία άτομα της αγέλης να έχουν κάποια συγγένεια μεταξύ τους είναι τόσο μεγάλη ώστε ο αλτρουισμός να αξίζει τον κόπο. Παρεμπιπτόντως, αναφέρουμε ότι υπάρχει τουλάχιστον μία αυθεντική ιστορία ενός κολυμβητή που κινδύνευε να πνιγεί και τον έσωσε ένα άγριο δελφίνι. Αυτό θα μπορούσε να θεωρηθεί παρανόηση του κανόνα «να σώζεις μέλη της αγέλης». Ο ορισμός ενός μέλους της αγέλης που κινδυνεύει ίσως να είχε κάπως έτσι : «ένα μακρύ πράγμα που σφαδάζει και χτυπιέται στην επιφάνεια του νερού».

Έχει αναφερθεί ότι ενήλικοι αρσενικοί βαβουίνοι υπερασπίζονται με κίνδυνο της ζωής τους την αγέλη εναντίον αρπακτικών, όπως οι λεοπαρδάλεις. Είναι πολύ πιθανό κάθε ενήλικος αρσενικός βαβουίνος να έχει κατά μέσο όρο πολλά κοινά γονίδια με τα άλλα μέλη της αγέλης. Ένα γονίδιο που στην πραγματικότητα «λέει» : «Σώμα, αν είσαι ενήλικο αρσενικό υπερασπίσου την αγέλη από τις λεοπαρδάλεις», θα γινόταν πολυαριθμότερο στη γονιδιακή δεξαμενή. Πριν όμως αφήσουμε αυτό το συχνά αναφερόμενο παράδειγμα, είναι δίκαιο να προσθέσουμε ότι τουλάχιστον μια μεγάλη αυθεντία έχει αναφέρει πολύ διαφορετικά γεγονότα. Σύμφωνα μ' αυτήν, μόλις εμφανιστεί μια λεοπάρδαλη, οι πρώτοι που εξαφανίζονται από τον ορίζοντα είναι τα ενήλικα αρσενικά.

Τα κλωσσόπουλα μεγαλώνουν σε οικογενειακές ομάδες και ακολουθούν παντού τη μητέρα τους. Βγάζουν δύο είδη φωνών. Εκτός από τα διαπεραστικά τσιρίγματα που ήδη ανέφερα, όταν τρώνε βγάζουν σύντομα μελωδικά τιτιβίσματα. Τα τσιρίγματα με τα οποία επιζητείται η συνδρομή της

μητέρας αγνοούνται από τα άλλα κλωσσόπουλα. Τα τιτιβίσματα όμως προσελκύουν και τα άλλα στο μέρος της τροφής : σύμφωνα με το προηγούμενο υποθετικό παράδειγμά μας, τα τιτιβίσματα είναι «κάλεσμα για τροφή». Όπως και εκεί, ο προφανής αλτρουισμός που δείχνουν τα κλωσσόπουλα μπορεί εύκολα να εξηγηθεί ως «επιλογή συγγενών». Επειδή στη φύση όλα τα κλωσσόπουλα μιας κλώσσας είναι κανονικά αδέρφια, το γονίδιο που προκαλεί τα τιτιβίσματα για τροφή θα απλωνόταν, υπό τον όρο ότι το κόστος του κλωσσόπουλου που τιτιβίζει είναι μικρότερο από το μισό του οφέλους που έχουν τα άλλα κλωσσόπουλα. Επειδή το όφελος μοιράζεται σε όλα τα μέλη της ομάδας, που κατά κανόνα είναι περισσότερα από δύο, δεν είναι δύσκολο να δούμε ότι η συγκεκριμένη απαίτηση ικανοποιείται. Φυσικά, ο κανόνας δεν ισχύει σε οικιακές αγροτικές περιπτώσεις, όπου βάζουν την κλώσσα να επωάσει όχι μόνο δικά της αυγά αλλά και πάπιας ή γαλοπούλας. Δεν περιμένουμε βέβαια να το ξέρουν η κλώσσα ή τα κλωσσόπουλα. Η συμπεριφορά τους έχει διαμορφωθεί σύμφωνα με τις συνθήκες που ισχύουν στη φύση, όπου κανονικά δεν υπάρχουν παρείσακτοι στις φωλιές.

Εντούτοις, στη φύση συμβαίνουν περιστασιακά σφάλματα αυτού του τύπου. Στα είδη που ζουν σε κοπάδια ή σε αγέλες, ένα μικρό ορφανό μπορεί να υιοθετηθεί από ένα παράξενο θηλυκό, πιθανότατα από κάποια μητέρα που έχασε το παιδί της. Οσοι ασχολούνται με τους πιθήκους χρησιμοποιούν συχνά τη λέξη «θεία» για το θηλυκό που υιοθετεί κάποιο ορφανό. Στις περισσότερες περιπτώσεις δεν υπάρχει καμία ένδειξη ότι είναι πραγματική θεία ή ότι έχει κάποια άλλη συγγένεια. Αν αυτοί οι ερευνητές ήξεραν για τα γονίδια όσα έπρεπε να ξέρουν, δεν θα χρησιμοποιούσαν τόσο άκριτα τη λέξη «θεία». Οσο συγκινητική κι αν φαίνεται η υιοθεσία, στις περισσότερες περιπτώσεις πρέπει να θεωρείται εκτροπή από έναν θεμελιακό κανόνα, κι αυτό γιατί το γενναϊόδωρο θηλυκό όταν φροντίζει το ορφανό δεν ευνοεί τα δικά του γονίδια. Χάνει χρόνο και ενέργεια που θα μπορούσε να τα επενδύσει στη ζωή των συγγενών της, και ειδικότερα των μελλοντικών παιδιών της. Ίσως πρόκειται για ένα σφάλμα που συμβαίνει τόσο σπάνια ώστε δεν μπορεί να αλλάξει τους κανόνες κάνοντας το μητρικό ένστικτο περισσότερο επιλεκτικό. Όμως, κατά κανόνα, τέτοιες υιοθεσίες δεν συμβαίνουν και τα ορφανά αφήνονται να πεθάνουν.

Υπάρχει ένα τόσο ακραίο παράδειγμα σφάλματος ώστε θα ήταν προτιμότερο να μην το θεωρούμε καθόλου σφάλμα αλλά μαρτυρία εναντίον της θεωρίας του εγωιστικού γονιδίου. Έχουν δει μητέρες πιθηκίνες που είχαν χάσει το μωρό τους να κλέβουν το μωρό κάποιας άλλης και να το φροντίζουν σαν δικό τους. Αυτό το θεωρώ διπλό σφάλμα γιατί η θετή μητέρα όχι μόνο χάνει το χρόνο της αλλά απαλλάσσει ένα ανταγωνιστικό θηλυκό από το βάρος της ανατροφής του παιδιού της, επιτρέποντάς της να αποκτήσει γρήγορα άλλο παιδί. Νομίζω πως πρόκειται για κρίσιμο παράδειγμα που απαιτεί ενδελεχή έρευνα. Πρέπει να μάθουμε πόσο συχνά συμβαίνει κάτι τέτοιο, ποιος είναι ο μέσος δείκτης συγγένειας της θετής μητέρας και του παιδιού, και ποια είναι η στάση της αληθινής μητέρας του παιδιού – σε τελευταία ανάλυση το να υιοθετηθεί το παιδί της είναι προς όφελός της. Μήπως αυτές οι μητέρες προσπαθούν εσκεμμένα να εξαπατήσουν αφελή νεαρά θηλυκά για να υιοθετήσουν τα παιδιά τους ; (Έχει διατυπωθεί η γνώμη ότι οι θετές μητέρες και οι απαγωγείς βρεφών ίσως ωφελούνται, με την έννοια ότι αποκτούν πολύτιμη πείρα στην τέχνη της παιδοκομίας).

Παραδείγματα για τη σκόπιμη άμβλυση του μητρικού ενστίκτου μας δίνουν οι κούκοι και άλλα πουλιά «παρασιτικά της επώασης», που αφήνουν τα αυγά τους στη φωλιά κάποιου άλλου. Οι κούκοι εκμεταλλεύονται τον κανόνα «να φέρεσαι φιλικά σε κάθε μικρό που βρίσκεται στη φωλιά που έχτισες», ο οποίος είναι εγγενής στους γονιούς-πουλιά. Με εξαίρεση τους κούκους, ο κανόνας έχει πάντα το επιθυμητό αποτέλεσμα να περιορίζει τον αλτρουισμό στους άμεσους συγγενείς, επειδή κατά κανόνα οι φωλιές των πουλιών είναι τόσο απομονωμένες μεταξύ τους ώστε σχεδόν σίγουρα περιέχουν τα μικρά των γονιών. Οι ενήλικοι γλάροι δεν αναγνωρίζουν τα αυγά τους και κάθονται άνετα πάνω στα αυγά άλλων γλάρων ή και σε ψεύτικα αυγά τοποθετημένα από κάποιο φυσιοδίφη. Στη φύση, η αναγνώριση των αυγών δεν είναι πρόβλημα για τους γλάρους επειδή τα αυγά τους δεν μπορεί να κυλήσουν τόσο πολύ ώστε να πλησιάσουν σε κάποια άλλη φωλιά.

Εντούτοις, οι γλάροι αναγνωρίζουν τα μικρά τους γιατί τα μικρά, αντίθετα με τα αυγά, μπορεί να απομακρυνθούν και να φτάσουν σε μια γειτονική φωλιά με συχνά μοιραία αποτελέσματα, όπως είδαμε στο πρώτο κεφάλαιο.

Από την άλλη μεριά, οι ουρίες [Εύσωμα στεγανόποδα που ζουν στις ψυχρές χώρες του βόρειου ημισφαιρίου. Βαδίζουν δύσκολα στο έδαφος, είναι καλοί κολυμβητές και φωλιάζουν κατά αποικίες στα χείλη απόκρημνων βράχων, κατά μήκος των ακτών (Σ.τ.μ.)] αναγνωρίζουν τα αυγά τους από τα πιτσιλωτά σχέδια που έχουν, και όταν πρόκειται να τα επωάσουν, πετούν τα ξένα. Αυτό κατά πάσα πιθανότητα συμβαίνει γιατί αυτά τα πουλιά κάνουν τις φωλιές τους σε ομαλούς βράχους και υπάρχει κίνδυνος να κυλήσουν και να μπερδευτούν με άλλα. Θα μπορούσε λοιπόν να ρωτήσει κανείς : γιατί μπαίνουν στο κόπο να ξεχωρίζουν τα ξένα και να κάθονται μόνο στα δικά τους ; Προφανώς θα ήταν δυνατό κάθε θηλυκό να επωάζει οποιοδήποτε αυγό, οπότε δεν θα υπήρχε θέμα αν είναι δικό της ή ξένο. Κι αυτό ακριβώς υποστηρίζουν οι οπαδοί της επιλογής ομάδων. Αλλά ας εξετάσουμε τι θα συνέβαινε αν εξελισσόταν ένας τέτοιος κύκλος ομαδικής επώασης. Ο μέσος αριθμός παιδιών για τις ουρίες είναι ένα. Αυτό σημαίνει ότι για να δουλέψει αποτελεσματικά ο κύκλος της αμοιβαίας επώασης, κάθε ενήλικο θηλυκό πρέπει να επωάσει κατά μέσο όρο ένα αυγό. Ας υποθέσουμε πως κάποια έκανε την κατεργαριά και δεν καθόταν σε ένα αυγό. Αντί να χάνει χρόνο στην επώαση ξόδευε τον καιρό της να γεννά περισσότερα αυγά και για μεγάλη της χαρά άλλα περισσότερα αλτρουιστικά θηλυκά τα φρόντιζαν για λογαριασμό της. Αυτά τα θηλυκά θα συνέχιζαν να υπακούουν πιστά στον κανόνα : «Αν δεις κάποιο παρατημένο αυγό κοντά στη φωλιά σου, να το μαζέψεις και να το επωάσεις». Σ' αυτή την περίπτωση το γονίδιο για την κατεργαριά θα απλωνόταν στον πληθυσμό, οπότε θα έσπαγε ο όμορφος κύκλος της φιλικής επώασης.

Θα μπορούσε όμως κάποιος να διερωτηθεί τι θα γινόταν αν τα έντιμα θηλυκά ανταπέδιδαν και δεν υπέκυπταν στον εκβιασμό επωάζοντας ένα και μόνο αυγό ; Αυτό θα ανέτρεπε τα σχέδια των «κατεργάρικων» γιατί θα έβλεπαν τα αυγά τους παρατημένα στους βράχους να μην τα επωάζει κανείς. Μήπως αυτό θα τα επανέφερε σε τάξη ; Δυστυχώς όχι. Εφόσον δεχθήκαμε ότι τα θηλυκά δεν ξεχωρίζουν το ένα αυγό από το άλλο, αν τα έντιμα πουλιά εφάρμοζαν την παραπάνω τακτική, πιθανώς και τα δικά τους αυγά να είχαν την ίδια τύχη με αυτά των κατεργάρικων. Ομως τα κατεργάρικα θα εξακολουθούσαν να πλεονεκτούν. Θα γεννούσαν περισσότερα αυγά και θα επιβίωναν περισσότερα μικρά τους. Τα έντιμα θηλυκά για να εξουδετερώσουν τα κατεργάρικα δεν έχουν άλλο τρόπο από το να ξεχωρίζουν με σιγουριά τα αυγά τους. Με άλλα λόγια, να πάψουν να είναι αλτρουιστικά και να ενδιαφέρονται μόνο για το δικό τους συμφέρον.

Για να χρησιμοποιήσω τη γλώσσα του Maynard Smith, η αλτρουιστική στρατηγική της υιοθεσίας δεν είναι εξελικτικά σταθερή. Είναι ασταθής, με την έννοια ότι μπορεί να βελτιωθεί με την εγωιστική αντιστρατηγική το θηλυκό να γεννά περισσότερα αυγά απ' όσα πρέπει και να μην τα επωάζει. Αλλά και αυτή η εγωιστική αντιστρατηγική είναι με τη σειρά της ασταθής, γιατί η αλτρουιστική στρατηγική στην οποία στηρίζεται είναι ασταθής, συνεπώς θα εξαφανιστεί και αυτή. Η μόνη εξελικτικά σταθερή στρατηγική για την ουρία είναι να αναγνωρίζει το αυγό της και να επωάζει αποκλειστικά το δικό της. Κι αυτό ακριβώς συμβαίνει.

Τα είδη των ωδικών πτηνών που εκμεταλλεύονται οι κούκοι αντέδρασαν : δεν έμαθαν να αναγνωρίζουν τα αυγά τους και να ευνοούν όσα αυγά έχουν ειδικά στίγματα. Αυτή η στρατηγική είναι αποτελεσματική γιατί τα θηλυκά δεν διατρέχουν τον κίνδυνο να τα εκμεταλλευτούν άλλα άτομα του είδους τους. Αλλά και οι κούκοι αντεπιτέθηκαν με τη σειρά τους, κάνοντας αυγά που μοιάζουν όλο και περισσότερο ως προς το μέγεθος, το χρώμα και τα στίγματα με εκείνα των ξενιστών τους. Αυτό αποτελεί παράδειγμα μιας απάτης που συχνά αποδίδει. Το αποτέλεσμα αυτού του συγκεκριμένου εξελικτικού ανταγωνισμού ήταν η αξιοσημείωτη τελειότητα μίμησης που παρατηρείται στα αυγά του κούκου. Μπορούμε να υποθέσουμε ότι ένας αριθμός αυγών και νεοσσών του κούκου «ανακαλύπτεται». Όσα όμως δεν ανακαλύπτονται, επιζούν και γεννούν την επόμενη γενεά. Μ' αυτόν τον τρόπο στο γονιδιακό απόθεμα του κούκου εξαπλώνονται τα γονίδια

για αποτελεσματικότερη εξαπάτηση. Με τον ίδιο τρόπο, και τα πουλιά-ξενιστές, που έχουν αρκετή παρατηρητικότητα ώστε να διακρίνουν την παραμικρή ατέλεια στην απομίμηση των αυγών τους, είναι αυτά που συνεισφέρουν τα περισσότερα στο δικό τους γονιδιακό απόθεμα. Έτσι, τα παρατηρητικά και δύσπιστα μάτια περνούν στην επόμενη γενεά τους. Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο η φυσική επιλογή οξύνει την αντίληψη λεπτών διαφορών : σ' αυτή την περίπτωση, των διαφορών εναντίον ειδών που τα μέλη τους κάνουν τα πάντα για να τις εξαφανίσουν.

Ας επιστρέψουμε τώρα στην σύγκριση της «εκτίμησης» που κάνει ένα ζώο για τη συγγένειά του με άλλα μέλη της ομάδας του και της αντίστοιχης εκτίμησης που κάνει ένας έμπειρος ερευνητής φυσιοδίφης. Ο Brian Bertram ξόδεψε πολλά χρόνια μελετώντας στο εθνικό πάρκο του Serengeti [Έκταση 13.000 τ.χλμ. στο βόρειο τμήμα της Τανζανίας και νοτιοανατολικά της Λίμνης Βικτώριας (Σ.τ.μ.)] τη βιολογία των λιονταριών. Στηριζόμενος στις γνώσεις του για τις αναπαραγωγικές συνήθειές τους, εκτίμησε τον μέσο δείκτη συγγένειας ανάμεσα στα άτομα μιας τυπικής αγέλης. Τα γεγονότα στα οποία στηρίχθηκε για να κάνει τις εκτιμήσεις του είναι τα εξής : Μια τυπική αγέλη λιονταριών περιλαμβάνει περίπου 7 ενήλικα θηλυκά, που είναι και τα μονιμότερα μέλη της, και 2 αδέσποτα αρσενικά. Περίπου τα μισά ενήλικα θηλυκά γεννούν σχεδόν ταυτόχρονα και μεγαλώνουν από κοινού τα μικρά τους, έτσι ώστε είναι δύσκολο να ξέρει κανείς τη μητέρα κάθε μικρού. Ο τυπικός αριθμός νεογνών σε κάθε γέννα είναι 3. Η πατρότητα των μικρών μοιράζεται εξίσου στα ενήλικα αρσενικά της αγέλης. Τα νεαρά θηλυκά παραμένουν στην αγέλη και αντικαθιστούν τα γέρικά θηλυκά που πεθαίνουν ή που φεύγουν. Τα νεαρά αρσενικά εγκαταλείπουν την ομάδα όταν φτάσουν στην εφηβεία. Όταν είναι μεγάλα περιπλανώνται από ομάδα σε ομάδα κατά μικρές συγγενικές «συμμορίες» ή σε ζεύγη, και είναι απίθανο να επιστρέψουν στην αρχική οικογένεια.

Με τις παραπάνω και άλλες παραδοχές είναι δυνατό να βρεθεί μια μέση τιμή του δείκτη συγγένειας δύο ατόμων μιας τυπικής αγέλης λιονταριών. Ο Bertram για ένα τυχαίο ζευγάρι αρσενικών βρίσκει τη τιμή 0,22 και για ένα ζευγάρι θηλυκών 0,15. Είναι σαν να λέμε ότι τα αρσενικά ενός κοπαδιού κατά μέσο όρο είναι κάτι λιγότερο από ετεροθαλή αδέρφια, και τα θηλυκά κάτι περισσότερο από πρωτοξάδελφα.

Φυσικά, είναι δυνατό κάποιο συγκεκριμένο ζευγάρι ατόμων να είναι πραγματικά αδέρφια αλλά ο Bertram δεν μπορούσε να το ξέρει, και είναι σίγουρο πως και τα λιοντάρια δεν το ξέρουν. Από την άλλη μεριά, και οι μέσες τιμές συγγένειάς τους που βρήκε είναι κατά κάποιο τρόπο «γνωστές» και στα λιοντάρια. Αν αυτοί οι αριθμοί είναι αντιπροσωπευτικοί για μια μέση αγέλη, τότε κάθε γονίδιο που θα προδιέθετε τα αρσενικά να συμπεριφέρονται στα άλλα αρσενικά στα άλλα αρσενικά σαν να ήταν σχεδόν ετεροθαλή αδέρφια, θα είχε θετική αξία για την επιβίωση. Κάθε γονίδιο που θα προχωρούσε περισσότερο και θα έκανε τα αρσενικά να συμπεριφέρονται με φιλικότερο τρόπο απ' ό, τι στα κανονικά αδέρφια, κατά μέσο όρο θα τιμωρούνταν όπως ακριβώς κι αν δεν φερόταν αρκετά φιλικά (αν, λόγου χάρη, συμπεριφερόταν στα άλλα αρσενικά σαν να ήταν δευτεροξάδελφα). Αν τα γεγονότα στη ζωή των λιονταριών έχουν όπως λέει ο Bertram, και αν είχαν έτσι για πολλές γενεές, τότε μπορούμε να περιμένουμε ότι η φυσική επιλογή θα είχε ευνοήσει ένα βαθμό αλτρουισμού σύμφωνα με τη μέση τιμή του δείκτη συγγένειας μιας τυπικής αγέλης. Αυτό ακριβώς εννοούσα όταν έλεγα ότι οι εκτιμήσεις για τις συγγένειες που κάνουν ένα ζώο και ένας καλός ερευνητής φυσιοδίφης πρέπει τελικά να είναι οι ίδιες.

Έτσι φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι στην εξέλιξη του αλτρουισμού η «πραγματική» συγγένεια μπορεί να είναι λιγότερο σημαντική από μια καλή *εκτίμηση* που κάνει ένα ζώο για τη συγγένεια. Αυτό αποτελεί πιθανώς το κλειδί για να καταλάβουμε γιατί στη φύση η φροντίδα των γονιών για τα παιδιά τους είναι πολύ περισσότερο διαδεδομένη και πολύ εντονότερη από τον αλτρουισμό αδελφού/αδελφής, και γιατί τα ζώα δίνουν πολύ μεγαλύτερη αξία στους εαυτούς τους απ' όση στα αδέρφια τους. Εν συντομία, θέλω να τονίσω ότι εκτός από το δείκτη συγγένειας πρέπει να εξετάζουμε και κάτι που θα το λέγαμε δείκτη «βεβαιότητας». Μολονότι από γενετική άποψη η

σχέση γονιού/παιδιού δεν είναι στενότερη από τη σχέση αδελφού/αδελφής, η «βεβαιότητά» της είναι μεγαλύτερη. Κανονικά, είστε πολύ πιο σίγουροι ποια είναι παιδιά σας παρά ποια είναι αδέρφια σας. Και ακόμη πιο σίγουροι ότι είστε ο εαυτός σας !

Μιλήσαμε για κατεργάρικα θαλασσοπούλια και στα επόμενα κεφάλαια θα πούμε περισσότερα για ψεύτες, κατεργάρηδες και εκμεταλλευτές. Σ' έναν κόσμο όπου πάντα βρίσκονται άτομα έτοιμα να εκμεταλλευτούν τις ευκαιρίες που προσφέρει ο μεταξύ συγγενών αλτρουισμός και να τον χρησιμοποιήσουν προς όφελός τους, μια μηχανή επιβίωσης πρέπει να εξετάζει ποιον μπορεί να εμπιστευτεί, για ποιον μπορεί να είναι σίγουρη. Αν ο Β είναι πραγματικά ένα μικρότερο αδελφάκι μου, τότε πρέπει να νοιάζομαι γι' αυτό το μισό απ' όσο για τον εαυτό μου και ακριβώς όσο για το παιδί μου. Όμως μπορώ να είμαι τόσο σίγουρος γι' αυτό όσο για το παιδί μου ; Πως μπορώ να ξέρω ότι είναι αδελφάκι μου ;

Αν ο Δ είναι αυθεντικός δίδυμος αδελφός μου, θα έπρεπε να νοιάζομαι γι' αυτόν διπλάσια απ' όσο για το παιδί μου, δηλαδή να θεωρώ τη ζωή του το ίδιο πολύτιμη με τη δική μου. Όμως μπορώ να είμαι σίγουρος γι' αυτόν ; Είναι βέβαιο πως μου μοιάζει αλλά αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι έχουμε κοινά μόνο όσα γονίδια αφορούν τα χαρακτηριστικά του προσώπου. Οχι, δεν θα θυσιάσω τη ζωή μου για χάρη του γιατί αν υπάρχει *μόνο κάποια πιθανότητα* να έχει το 100% των γονιδίων μου, εγώ είμαι απόλυτα σίγουρος πως έχω 100% των γονιδίων μου, οπότε αξίζω περισσότερο από αυτόν. Είμαι το μόνο άτομο για το οποίο είναι σίγουρο το καθένα από τα εγωιστικά μου γονίδια. Μολονότι θεωρητικά ένα γονίδιο για ατομικό αλτρουισμό θα μπορούσε να εκτοπιστεί από κάποιο ανταγωνιστικό γονίδιο «για αλτρουιστική διάσωση» τουλάχιστον ενός αυθεντικού διδύμου, δύο παιδιών ή αδελφών ή τουλάχιστον 4 εγγονιών κλπ., το γονίδιο του ατομικού εγωισμού έχει το τεράστιο πλεονέκτημα ότι είναι βέβαιο για την ταυτότητα του ατόμου. Το ανταγωνιστικό γονίδιο για τον αλτρουισμό προς τους συγγενείς διατρέχει τον κίνδυνο να κάνει λάθη ως προς την ταυτότητα των ατόμων είτε πραγματικά τυχαία είτε γιατί τα προκάλεσαν σκόπιμα κατεργάρηδες και παράσιτα. Συνεπώς, στη φύση πρέπει να περιμένουμε τον ατομικό εγωισμό σε βαθμό μεγαλύτερο από αυτόν που θα προβλέπαμε αν υπολογίζαμε μόνο τη γενετική συγγένεια.

Σε πολλά είδη του ζωικού βασιλείου η μητέρα είναι περισσότερο σίγουρη από τον πατέρα ότι τα παιδιά είναι δικά της. Η μητέρα γεννά ορατά, χειροπιαστά αυγά ή κουβαλά μέσα της το παιδί. Έχει μεγάλη πιθανότητα να ξέρει τους φορείς των γονιδίων της. Ο ατυχής πατέρας μπορεί να απατηθεί πολύ εύκολα. Πρέπει λοιπόν να περιμένουμε οι πατέρες να καταβάλλουν μικρότερη προσπάθεια από τις μητέρες για τη φροντίδα των παιδιών. Στο ένατο κεφάλαιο, που ασχολείται με τον ανταγωνισμό των φύλων, θα δούμε ότι συντρέχουν και άλλοι λόγοι που οδηγούν στο ίδιο συμπέρασμα. Για τον ίδιο λόγο οι «εκ μητρός» γιαγιάδες είναι πιο σίγουρες για τα εγγόνια τους συγκριτικά με τις «εκ πατρός» γιαγιάδες και πρέπει να περιμένουμε να δείχνουν μεγαλύτερο αλτρουισμό. Κι αυτό γιατί οι εκ μητρός γιαγιάδες είναι σίγουρες ότι τα παιδιά των θυγατέρων τους είναι δικά τους, ενώ για τις εκ πατρός γιαγιάδες υπάρχει το ενδεχόμενο να απατήθηκε ο γιος τους. Οι εκ μητρός παππούδες έχουν τόση σιγουριά για τα εγγόνια τους όση και οι εκ πατρός γιαγιάδες, επειδή και οι δύο υπολογίζουν μια γενεά βεβαιότητας και μια αβεβαιότητας. Παρομοίως, οι θείοι από τη μεριά της μητέρας θα έπρεπε να ενδιαφέρονται περισσότερο για τους ανιψιούς και τις ανιψιές τους συγκριτικά με τους θείους από τη μεριά του πατέρα, και γενικά να δείχνουν τον ίδιο αλτρουισμό με τις θείες. Πραγματικά, σε μια κοινωνία με υψηλό δείκτη συζυγικής απιστίας, οι εκ μητρός θείοι έπρεπε να είναι περισσότερο αλτρουιστές από τους «πατέρες», επειδή *έχουν περισσότερα* ερείσματα για τη συγγενεία τους με το παιδί [Η παρατήρηση προστέθηκε το 1978. Παρέβλεψα το γεγονός ότι ο R.D. Alexander είχε αναφερθεί στο θέμα το 1974]. Ξέρουν ότι η μητέρα του παιδιού είναι τουλάχιστον ετεροθαλής αδελφή τους. Ο «νόμιμος» πατέρας δεν ξέρει τίποτε. Δεν γνωρίζω αν υπάρχουν στοιχεία που να στηρίζουν αυτές τις προβλέψεις, τις δίνω όμως με την ελπίδα ότι άλλοι θα ψάξουν ή θα αρχίσουν να ψάχνουν να τα βρουν. Ειδικότερα, οι ανθρωποκοινωνιολόγοι ίσως μας έλεγαν ενδιαφέροντα πράγματα.

Το γεγονός ότι ο αλτρουισμός των γονέων είναι συνηθέστερος από τον αδελφικό αλτρουισμό εξηγείται λογικά με βάση το «πρόβλημα της ταυτότητας». Εντούτοις, με αυτό δεν εξηγείται η θεμελιώδης ασυμμετρία που υπάρχει στη σχέση ανάμεσα στον πατέρα και το παιδί. Οι γονείς φροντίζουν περισσότερο τα παιδιά τους απ' όσο τα παιδιά τους γονείς τους, μολονότι η γενετική σχέση είναι συμμετρική και η βεβαιότητα συγγένειας ίδια και προς τις δύο κατευθύνσεις. Ένας λόγος αυτής της ασυμμετρίας είναι ότι οι γονείς, από πρακτική άποψη, βρίσκονται σε καλύτερη θέση να βοηθήσουν τα παιδιά τους, γιατί είναι μεγαλύτεροι και πιο έμπειροι στα προβλήματα της ζωής. Ακόμη κι αν ήθελε ένα μωρό να θρέψει τους γονείς του, δεν έχει τα κατάλληλα εφόδια να το κάνει.

Στη σχέση πατέρα/παιδιού υπάρχει μια ακόμη ασυμμετρία που δεν απαντάται στη σχέση αδελφού/αδελφής. Τα παιδιά έχουν πάντα μικρότερη ηλικία από τους γονείς τους. Αυτό σημαίνει ότι συχνά, όχι πάντα βέβαια, περιμένουν να ζήσουν περισσότερο. Όπως τόνισα παραπάνω, η προσδοκία ζωής είναι σημαντικός παράγοντας ο οποίος, και στον καλύτερο από τους δυνατούς κόσμους υπεισέρχεται στον «υπολογισμό» που κάνει ένα ζώο όταν «αποφασίζει» αν θα συμπεριφερθεί αλτρουιστικά ή εγωιστικά. Σ' ένα είδος στο οποίο τα παιδιά έχουν μεγαλύτερη μέση διάρκεια ζωής από τους γονείς, κάθε γονίδιο για αλτρουιστική συμπεριφορά του παιδιού προς τον πατέρα θα λειτουργούσε μειονεκτικά. Θα ήταν μια αφύσικη αλτρουιστική αυτοθυσία προς όφελος ατόμων που βρίσκονται πλησιέστερα στο θάνατο από γηρατειά απ' όσο ο αλτρουιστής. Από την άλλη μεριά, ένα γονίδιο για αλτρουιστική συμπεριφορά του πατέρα προς το παιδί θα λειτουργούσε πλεονεκτικά στο πλαίσιο των προσδοκιών ζωής.

Μερικοί εκφράζουν τη γνώμη ότι η επιλογή συγγενών είναι πολύ καλή ως θεωρία αλλά στην πράξη λίγα μόνο παραδείγματα δείχνουν ότι λειτουργεί. Όμως αυτή η κριτική γίνεται μόνο απ' όσους δεν κατανοούν την πραγματική σημασία της επιλογής συγγενών. Η αλήθεια είναι ότι όλα τα παραδείγματα προστασίας του παιδιού και γονικής φροντίδας, και όλα τα σχετικά σωματικά όργανα, π.χ. γαλακτογόνοι αδένες, μάρσιποι των καγκουρά κ.ά., είναι παραδείγματα λειτουργίας στη φύση της αρχής της επιλογής συγγενών. Βέβαια, οι επικριτές είναι εξοικειωμένοι με την απανταχού παρατηρούμενη γονική φροντίδα αλλά δεν καταλαβαίνουν ότι, όπως και ο αλτρουισμός αδελφού/αδελφής, είναι και αυτή παράδειγμα επιλογής συγγενών. Όταν λένε ότι θέλουν παραδείγματα, εννοούν ότι θέλουν παραδείγματα διαφορετικά από τη γονική φροντίδα, και είναι αλήθεια πως αυτά είναι λιγότερο συνηθισμένα. Εχω υποδείξει μερικές αιτίες αυτής της κατάστασης. Όμως θα ξεστράτιζα αν ανέφερα παραδείγματα αλτρουισμού μεταξύ αδελφού/αδελφής – πραγματικά υπάρχουν λίγα. Εντούτοις, δεν θα το κάνω γιατί θα ενίσχυα τη λαθεμένη ιδέα (προσφιλή στον Wilson, όπως είδαμε) ότι η επιλογή συγγενών εφαρμόζεται ειδικά σε σχέσεις διαφορετικές από αυτή του πατέρα/παιδιού.

Οι λόγοι που οδήγησαν σ' αυτό το σφάλμα είναι κυρίως ιστορικοί. Το εξελικτικό πλεονέκτημα της γονικής φροντίδας είναι τόσο προφανές ώστε δεν χρειαζόταν να περιμένουμε τον Hamilton να το επισημάνει. Είχε κατανοηθεί ήδη από την εποχή του Δαρβίνου. Όταν ο Hamilton αποδείκνυε τη γενετική σημασία τους, ήταν φυσικό να δίνει βαρύτητα ακριβώς στις άλλες σχέσεις. Ειδικότερα, πήρε παραδείγματα από τη ζωή κοινωνικών εντόμων, όπως τα μυρμήγκια και οι μέλισσες, στα οποία, καθώς θα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο, η σχέση αδελφής/αδελφής είναι ιδιαίτερα σημαντική. Άκουσα μάλιστα μερικούς να λένε ότι η θεωρία του Hamilton εφαρμόζεται *μόνο* στα κοινωνικά έντομα !

Αν κάποιος αρνείται να παραδεχτεί ότι η γονική φροντίδα είναι ενεργό παράδειγμα επιλογής συγγενών, είναι ενεργό παράδειγμα επιλογής συγγενών, είναι υποχρεωμένος να διατυπώσει μια γενική θεωρία φυσικής επιλογής η οποία να προβλέπει τον αλτρουισμό των γονιών στα παιδιά τους αλλά να *μη προβλέπει* αλτρουιστική συμπεριφορά μεταξύ πλάγιων συγγενών. Πιστεύω ότι θα αποτύχει.

7. ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Είναι εύκολο να καταλάβουμε γιατί μερικοί θέλησαν να ξεχωρίσουν τη φροντίδα των γονέων για τα παιδιά τους από τα άλλα είδη αλτρουισμού μεταξύ συγγενών. Η γονική φροντίδα φαίνεται ανυπόσπαστα συνδεδεμένη με την αναπαραγωγή, ενώ ο αλτρουισμός, λόγου χάρη, για ένα ανίψι δεν είναι. Νομίζω πως πραγματικά υπάρχει κάποια σημαντική μη εμφανής διαφορά, αλλά πολλοί κάνουν λάθος ως προς τη φύση της. Έχουν τοποθετήσει από τη μια μεριά την αναπαραγωγή και τη γονική φροντίδα, και από την άλλη όλα τα άλλα είδη αλτρουισμού. Εγώ όμως θα κάνω διάκριση ανάμεσα στη *γένεση νέων ατόμων* και τη *φροντίδα για άτομα που ήδη υπάρχουν*. Αυτές τις δύο δραστηριότητες θα τις ονομάσω αντίστοιχα «τεκνοποιία» και «παιδοκομία». Κάθε μηχανή επιβίωσης μπορεί να πάρει δύο εντελώς διαφορετικού είδους αποφάσεις : αποφάσεις για τη γένεση παιδιών και αποφάσεις για τη φροντίδα ατόμων. Με τη λέξη «απόφαση» εννοώ μη συνειδητή στρατηγική κίνηση. Οι αποφάσεις για φροντίδες έχουν τη μορφή : «Υπάρχει ένα παιδί. Ο βαθμός συγγενείας του με μένα είναι αυτός. Αν δεν του δώσω τροφή, οι πιθανότητες να πεθάνει είναι αυτές κι αυτές. Τι θα κάνω ;». Από την άλλη μεριά οι αποφάσεις για τεκνοποιία αναφέρονται στο ερώτημα : «Θα κάνω τα βήματα που χρειάζονται για να φέρω στον κόσμο ένα νέο άτομο ;». Ως ένα σημείο, η παιδοκομία και η τεκνοποιία είναι ανταγωνιστικές αφού και οι δύο απαιτούν χρόνο και άλλους πόρους. Το άτομο πρέπει να αποφασίσει : «Θα φροντίσω αυτό το παιδί ή θα φέρω στον κόσμο ένα νέο ;».

Διάφορες μικτές στρατηγικές παιδοκομίας και τεκνοποιίας μπορεί να είναι εξελικτικά σταθερές ανάλογα με τις συγκεκριμένες οικολογικές λεπτομέρειες του είδους. Το μόνο που δεν είναι εξελικτικά σταθερό είναι η *καθαρή* στρατηγική παιδοκομίας. Αν όλα τα άτομα αφιέρωναν τους εαυτούς τους να φροντίζουν παιδιά (που ήδη υπάρχουν) σε τέτοιο βαθμό ώστε να μην έφερναν στον κόσμο νέα άτομα, τότε στον πληθυσμό γρήγορα θα εμφανίζονταν μεταλλαγμένα άτομα ειδικευμένα στην τεκνοποιία. Η φροντίδα για τα παιδιά μπορεί να είναι εξελικτικά σταθερή μόνον ως μέρος μιας μικτής στρατηγικής – τουλάχιστον μερικές γεννήσεις πρέπει να γίνονται.

Τα είδη με τα οποία είμαστε περισσότερο εξοικειωμένοι – τα θηλαστικά και τα πτηνά – τείνουν να φροντίζουν πολύ τα παιδιά τους. Η απόφαση να γεννηθεί ένα παιδί ακολουθείται κατά κανόνα από την απόφαση να φροντιστεί αυτό το παιδί. Επειδή στην πράξη αυτά τα δύο συμβαδίζουν, οι άνθρωποι τα συγχέουν. Από την άποψη όμως των εγωιστικών γονιδίων, καθώς είδαμε, δεν υπάρχει καταρχήν καμιά διαφορά ανάμεσα στη φροντίδα για το μικρό αδελφό και τη φροντίδα για το μικρό γιο. Και τα δύο μικρά έχουν την ίδια στενή συγγένεια. Αν επρόκειτο να διαλέξω να θρέψω ένα από αυτά, δεν υπάρχει κανένας γενετικός λόγος να προτιμήσω το ένα και όχι το άλλο. Από την άλλη μεριά όμως, εκ των πραγμάτων δεν μπορώ να γεννήσω ένα μωρό-αδελφό. Αυτό που μπορώ να κάνω είναι να φροντίζω το αδελφάκι μου, που το έφερε στον κόσμο κάποιος άλλος. Στο προηγούμενο κεφάλαιο είδαμε τον τρόπο με τον οποίο οι μηχανές επιβίωσης, θεωρητικά, αποφασίζουν αν θα συμπεριφερθούν αλτρουιστικά σε άτομα που ήδη υπάρχουν. Σ' αυτό το κεφάλαιο θα δούμε κάτω από ποιες συνθήκες αποφασίζουν αν θα φέρουν στον κόσμο νέες υπάρξεις.

Το ζήτημα αυτό υπήρξε αιτία διαμάχης που ξέσπασε σχετικά με την «επιλογή ομάδων» που ανέφερα στο πρώτο κεφάλαιο. Κι αυτό γιατί ο Wynne-Edwards, που πρώτος διέδωσε την ιδέα της επιλογής ομάδων, στοχαζόταν στο πλαίσιο μιας θεωρίας «ρυθμιζόμενου πληθυσμού». Υποστήριξε ότι κάθε ζώο ξεχωριστά, σκόπιμα και αλτρουιστικά, κάνει λιγότερα παιδιά για το καλό της ομάδας ως συνόλου.

Η υπόθεση αυτή είναι ελκυστική επειδή ταιριάζει θαυμάσια με ό, τι πρέπει να κάνει κάθε άνθρωπος ξεχωριστά, γιατί η ανθρωπότητα περιλαμβάνει πάρα πολλά παιδιά. Το μέγεθος ενός πληθυσμού εξαρτάται από 4 πράγματα : τις γεννήσεις, τους θανάτους, τις μεταναστεύσεις και τις αποδημίες. Αν θεωρήσουμε τον παγκόσμιο πληθυσμό ως ένα σύνολο, οι μεταναστεύσεις και οι αποδημίες δεν λαμβάνονται υπόψη, οπότε απομένουν οι γεννήσεις και οι θάνατοι. Εφόσον ο μέσος

αριθμός παιδιών ανά ζεύγος που θα επιβιώνουν και θα αναπαράγονται είναι μεγαλύτερος από δύο, τα παιδιά που θα γεννιούνται με την πάροδο του χρόνου τείνουν να γίνονται περισσότερα με επιταχυνόμενο ρυθμό. Σε κάθε γενεά ο πληθυσμός αντί να μεγαλώνει κατά ένα σταθερό ποσό αυξάνεται κατά ένα ποσό ανάλογο του μεγέθους στο οποίο έχει ήδη φτάσει. Επειδή αυτό το μέγεθος γίνεται ολοένα μεγαλύτερο ο ρυθμός της αύξησης γίνεται κι αυτός μεγαλύτερος. Αν η αύξηση αυτού του τύπου συνεχιζόταν ανεξέλεγκτα, ο πληθυσμός θα έφτανε με εκπληκτική ταχύτητα σε αστρονομικούς αριθμούς.

Συμπτωματικά αναφέρουμε κάτι που μερικές φορές δεν το αναγνωρίζουν ακόμη και όσοι ανησυχούν για τα πληθυσμιακά προβλήματα, ότι δηλαδή η πληθυσμιακή αύξηση εξαρτάται όχι μόνο από τον αριθμό των παιδιών που κάνουν οι άνθρωποι αλλά και από το *πότε* τα κάνουν. Επειδή οι πληθυσμοί τείνουν να αυξάνονται κατά ορισμένο ποσοστό *ανά γενεά*, γίνεται φανερό ότι αν μεγάλωνε η απόσταση ανάμεσα στις διαδοχικές γενεές, ο πληθυσμός θα αυξανόταν με βραδύτερο ετήσιο ρυθμό. Το σύνθημα «Σταματήστε στα δύο» θα μπορούσε να αλλάξει και να γίνει «Αρχίστε στα 30!» Ομως, σε κάθε περίπτωση, επιταχυνόμενη πληθυσμιακή αύξηση σημαίνει σοβαρά προβλήματα.

Ίσως όλοι έχουμε παραδείγματα εντυπωσιακών υπολογισμών που γίνονται για να μας κάνουν να καταλάβουμε το πρόβλημα. Για παράδειγμα, ο σημερινός πληθυσμός της Λατινικής Αμερικής είναι 300.000.000 (1976) περίπου, και πολλοί κάτοικοι αυτής της ηπείρου υποσιτιζονται. Αν ο πληθυσμός συνέχιζε να μεγαλώνει με τον σημερινό ρυθμό, σε λιγότερο από 500 χρόνια οι άνθρωποι θα ήταν τόσο πολλοί ώστε αν στέκονταν όρθιοι ο ένας δίπλα στον άλλο θα σχημάτιζαν ένα ανθρώπινο χαλί που θα κάλυπτε όλη την ήπειρο. Αυτό θα συνέβαινε ακόμη κι αν δεχτούμε ότι ήταν πολύ αδύνατοι – κάτι που δεν είναι εξωπραγματικό. Σε 1000 χρόνια από σήμερα, περισσότεροι από 1.000.000 άνθρωποι θα έπρεπε να κάθονται ο ένας πάνω στους ώμους του άλλου. Σε 2.000 χρόνια το ανθρώπινο «βουνό» επεκτεινόμενο προς τα έξω θα έφτανε στις άκρες του γνωστού Σύμπαντος.

Δεν σας διέφυγε βέβαια ότι αυτοί οι υπολογισμοί είναι καθαρά θεωρητικοί. Για κάποιους πολύ απλούς λόγους είναι αδύνατο να συμβούν τέτοια πράγματα. Μερικοί απ' αυτούς είναι η πείνα, οι επιδημίες και οι πόλεμοι, ή, αν είμαστε τυχεροί, ο έλεγχος των γεννήσεων. Δεν μπορούμε να στηριχτούμε στις προόδους των γεωπονικών επιστημών, σε «πράσινες επαναστάσεις» και τα παρόμοια. Αυξήσεις στην παραγωγή τροφίμων μπορεί να αμβλύνουν το πρόβλημα μόνο προσωρινά αλλά είναι μαθηματικά σίγουρο ότι μακροπρόθεσμα δεν το επιλύουν. Πραγματικά, όπως οι πρόοδοι της ιατρικής επιτάχυναν την κρίση [Διατηρώντας στη ζωή υπερήλικους ή βαριά ασθενείς και τραυματίες με σωτήριες επεμβάσεις και φάρμακα, αλλά και με τη δυνατότητα να κάνουν παιδιά ζευγάρια που δεν έκαναν (π.χ. με εξωσωματική γονιμοποίηση) (Σ.τ.μ.)] έτσι και η αύξηση τροφίμων θα επιδείνωνε το πρόβλημα, επιταχύνοντας το ρυθμό της πληθυσμιακής αύξησης. Αν εξαιρεθεί η ομαδική μετανάστευση στο Διάστημα με πυραύλους που θα έδιωχναν τους ανθρώπους με ρυθμό μερικών εκατομμυρίων ανά δευτερόλεπτο, η απλή αναμφισβήτητη αλήθεια είναι ο ανεξέλεγκτος ρυθμός γεννήσεων οδηγεί αναπόφευκτα σε φοβερή αύξηση του ρυθμού θανάτων. Είναι δύσκολο να πιστέψουμε ότι αυτήν την απλή αλήθεια δεν μπόρεσαν να την καταλάβουν οι ηγέτες που απαγορεύουν στους οπαδούς τους τη χρησιμοποίηση αποτελεσματικών αντισυλληπτικών μεθόδων. Προτιμούν τις «φυσικές» μεθόδους περιορισμού του πληθυσμού και μια τέτοια φυσική μέθοδος λειτουργεί ακριβώς μπροστά στα μάτια μας. Ονομάζεται θάνατος από αστία.

Φυσικά οι ανησυχίες που προκαλούν τέτοιοι μακροπρόθεσμοι υπολογισμοί αφορούν τη μελλοντική ευημερία του είδους μας ως συνόλου. Οι άνθρωποι – τουλάχιστον μερικοί – έχουν τη συνειδητή ικανότητα να προβλέπουν τις καταστρεπτικές συνέπειες του υπερπληθυσμού. Βασική άποψη αυτού του βιβλίου είναι ότι οι μηχανές επιβίωσης σε γενικές γραμμές καθοδηγούνται από εγωιστικά γονίδια, τα οποία, ασφαλώς, δεν περιμένουμε να προβλέπουν το μέλλον ούτε να ενδιαφέρονται για την προκοπή του είδους στο σύνολό του. Σ' αυτό το σημείο ο Wynne-Edwards

διαχωρίζει τη θέση του από τους υποστηρικτές της ορθόδοξης εξελικτικής θεωρίας. Φαντάζεται ότι υπάρχει τρόπος να εξελιχθεί ένας αυθεντικός αλτρουιστικός έλεγχος των γεννήσεων.

Στα κείμενα του Wynne-Edwards ή στις εκλαϊκεύσεις των απόψεών του από τον Ardrey δεν τονίζονται πολλά αναμφισβήτητα γεγονότα. Ένα προφανές γεγονός είναι ότι οι πληθυσμοί των ζώων στη φύση δεν αυξάνονται σύμφωνα με τους θεωρητικά δυνατούς αστρονομικούς ρυθμούς. Μερικές φορές οι πληθυσμοί των ζώων στη φύση παραμένουν μάλλον σταθεροί και οι ρυθμοί των γεννήσεων συμβαδίζουν με τους ρυθμούς των θανάτων. Σε πολλές περιπτώσεις, όπως στο περίφημο παράδειγμα των λέμμων [Λέμμοι ή λέμμικ : τρωκτικά των βόρειων χωρών (Σ.τ.μ.)], ο πληθυσμός κυμαίνεται σε ευρύτατα όρια. Εκρηκτικές πληθυσμιακές αυξήσεις εναλλάσσονται με απότομες μειώσεις σχεδόν ως την εξαφάνιση. Περιστασιακά μπορεί να παρατηρηθεί ολοσχερής εξαφάνιση τουλάχιστον ενός τοπικού πληθυσμού. Μερικές φορές, όπως στην περίπτωση του καναδικού λύγκα, ο πληθυσμός, σύμφωνα με τις στατιστικές πωλήσεων δερμάτων της εταιρίας Hudson's Bay, παρουσιάζει ρυθμική διακύμανση. Το μόνο που δεν κάνουν οι πληθυσμοί των ζώων είναι να αυξάνονται απεριόριστα.

Τα άγρια ζώα σχεδόν ποτέ δεν πεθαίνουν από γεράματα : η πείνα, οι αρρώστιες και οι εχθροί τους, τα θανατώνουν πολύ πριν γεράσουν. Τα περισσότερα ζώα πεθαίνουν σε νεαρή ηλικία και πολλά δεν ξεπερνούν το στάδιο του αυγού. Η πείνα και άλλες αιτίες θανάτου είναι οι έσχατοι λόγοι που οι πληθυσμοί δεν αυξάνονται απεριόριστα. Όπως είδαμε, δεν υπάρχει κανένας αναγκαστικός λόγος να φτάσει το είδος μας σ' αυτό το σημείο. Αν τα ζώα ρυθμίζουν από μόνα τους τις γεννήσεις τους, ουδέποτε θα πεινούσαν. Θεμελιώδης άποψη του Wynne-Edwards είναι ότι αυτό ακριβώς κάνουν. Όμως και σ' αυτό το σημείο υπάρχει κάποια διαφωνία, μικρότερη όμως απ' αυτή που θα μπορούσατε να φανταστείτε διαβάζοντας αυτό το βιβλίο. Οι υποστηρικτές της θεωρίας του εγωιστικού γονιδίου θα συμφωνούσαν πρόθυμα ότι τα ζώα ελέγχουν *πραγματικά* τους ρυθμούς γεννήσεών τους. Κάθε είδος τείνει να έχει έναν μάλλον σταθερό αριθμό νεογνών. Κανένα ζώο δεν κάνει άπειρα παιδιά. Η διαφωνία δεν προκύπτει από το αν ελέγχονται οι ρυθμοί των γεννήσεων αλλά από το *γιατί* ελέγχονται : με ποια διαδικασία της φυσικής επιλογής εξελίχθηκε ο οικογενειακός προγραμματισμός ; Με λίγα λόγια, η διαφωνία είναι αν ο έλεγχος των γεννήσεων είναι αλτρουιστικός, για το καλό της ομάδας ως συνόλου, ή εγωιστικός, δηλαδή για το καλό του ατόμου που κάνει την αναπαραγωγή. Θα ασχοληθώ διαδοχικά και με τις δύο θεωρίες.

Ο Wynne-Edwards υπέθεσε ότι τα άτομα κάνουν λιγότερα παιδιά απ' όσα θα μπορούσαν μόνο για το καλό της ομάδας ως συνόλου. Κατάλαβε ότι η κανονική φυσική επιλογή δεν μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη ενός τέτοιου αλτρουισμού : η φυσική επιλογή με ρυθμούς αναπαραγωγής κάτω του μέσου όρου και ο αλτρουισμός είναι αντιφατικά πράγματα. Επικαλέστηκε λοιπόν – όπως είδαμε στο πρώτο κεφάλαιο – την ιδέα της επιλογής ομάδων. Κατά την άποψή του, οι ομάδες που τα μεμονωμένα άτομά τους περιορίζουν τους ρυθμούς γεννήσεών τους έχουν μικρότερες πιθανότητες να εξαφανιστούν συγκριτικά με ανταγωνιστικές ομάδες που τα μέλη τους αναπαράγουν τόσο γρήγορα ώστε να προκύψει πρόβλημα διατροφής. Συνεπώς, ο κόσμος με τον καιρό θα κατοικείται από ομάδες με περιορισμένη αναπαραγωγή. Ο ατομικός περιορισμός που δέχεται ο Wynne-Edwards ισοδυναμεί από γενετική άποψη με έλεγχο των γεννήσεων, έχει όμως μια ειδικότερη σημασία ότι φτάνει σε μια μεγάλη ιδέα : ότι ολόκληρη η κοινωνική ζωή είναι ένας μηχανισμός προορισμένος να ρυθμίζει τον πληθυσμό. Για παράδειγμα, σε πολλά ζωικά είδη δύο βασικά χαρακτηριστικά της κοινωνικής ζωής τους είναι η εδαφική κυριαρχία και η κοινωνική ιεράρχηση, που αναφέρθηκαν στο πέμπτο κεφάλαιο.

Πολλά ζώα αφιερώνουν πολύ χρόνο και ενέργεια για να υπερασπίζονται μια περιοχή εδάφους που οι φυσιόδιφες την ονομάζουν *επικράτεια*. Το φαινόμενο συναντάται ευρύτατα στο ζωικό βασίλειο, όχι μόνο στα πτηνά και στα θηλαστικά, τα ψάρια, τα έντομα, ακόμη και στις θαλάσσιες ανεμώνες. Η επικράτεια μπορεί να είναι κάποια μεγάλη δασική έκταση που αποτελεί το βασικό τόπο ανεύρεσης τροφής για κάθε ζεύγος που μεγαλώνει παιδιά, όπως στην περίπτωση των κοκκινολαίμηδων. Μπορεί όμως να είναι και κάποια μικρή περιοχή, όπως λόγου χάρη για τους

γλάρους, στην οποία δεν υπάρχει καθόλου τροφή αλλά μόνο μια φωλιά στο κέντρο της. Ο Wynne-Edwards πιστεύει ότι τα ζώα που υπερασπίζονται κάποια επικράτεια αγωνίζονται μάλλον για ένα *συμβολικό* βραβείο παρά για ουσιαστικό κέρδος, π.χ. για λίγη τροφή. Σε πολλές περιπτώσεις τα θηλυκά αρνούνται να ζευγαρώσουν με αρσενικά που δεν έχουν δική τους επικράτεια. Πραγματικά, συχνά ένα θηλυκό που ο σύντροφός του νικήθηκε και η επικράτειά του καταπατήθηκε, προσφέρεται με προθυμία στο νικητή. Ακόμη και σε εμφανώς πιστά μονογαμικά είδη, το θηλυκό συνδέεται στενά μάλλον με την επικράτεια του αρσενικού παρά με τον ίδιο.

Αν ο πληθυσμός αυξηθεί υπερβολικά, μερικά άτομα δεν θα έχουν επικράτειες και συνεπώς δεν θα αναπαραχθούν. Σύμφωνα με τον Wynne-Edwards, η απόκτηση επικράτειας μοιάζει με την απόκτηση ενός δελτίου ή άδειας αναπαραγωγής. Επειδή όμως ο αριθμός των διαθέσιμων επικρατειών είναι περιορισμένος, το ίδιο θα συμβαίνει και με τον αριθμό των αδειών αναπαραγωγής. Τα άτομα θα αγωνίζονται για να αποκτήσουν τις άδειες, αλλά ο συνολικός αριθμός παιδιών που μπορεί να έχει ο πληθυσμός περιορίζεται από τον αριθμό των διαθέσιμων επικρατειών. Σε μερικές περιπτώσεις, λόγω χάρη στους αγριόγαλους, τα άτομα εκ πρώτης όψεως φαίνονται δειλά, επειδή όσα δεν καταφέρνουν να κερδίσουν μια επικράτεια όχι μόνο δεν αναπαράγονται, αλλά φαίνεται να εγκαταλείπουν και τον αγώνα για να διεκδικήσουν κάποια επικράτεια. Είναι σαν να έχουν αποδεχτεί όλοι τους κανόνες του παιχνιδιού : ότι δηλαδή, αν στο τέλος της περιόδου ανταγωνισμού δεν εξασφαλίσετε μια από τις άδειες αναπαραγωγής, απέχετε εθελοντικά από την αναπαραγωγή και αφήνετε τους τυχερούς να αναλάβουν ανενόχλητοι τη διαίωξη του είδους.

Με παρόμοιο τρόπο, ο Wynne-Edwards ερμηνεύει την ιεραρχημένη κοινωνία. Σε πολλές ομάδες ζώων, ειδικά όταν βρίσκεται σε αιχμαλωσία, αλλά σε μερικές περιπτώσεις και σε άγρια κατάσταση, τα άτομα μαθαίνουν να αναγνωρίζουν το ένα το άλλο και ξέρουν ποιο θα νικήσουν σε μια αναμέτρηση και από ποιο μπορεί να νικηθούν. Όπως είδαμε στο πέμπτο κεφάλαιο, τα άτομα που «ξέρουν» ότι είναι πιθανό να νικηθούν, τείνουν να ενδώσουν χωρίς να αγωνιστούν. Συνεπώς, ο φυσιολόγος μπορεί να μιλήσει για ιεραρχία κυριαρχίας ή «ιεραρχία ραμφισμών» (ονομάστηκε έτσι επειδή παρατηρήθηκε για πρώτη φορά στις κόττες), δηλαδή για κοινωνική διαστρωμάτωση στην οποία κάθε άτομο ξέρει τη θέση του και φέρεται ανάλογα. Φυσικά, μερικές φορές γίνονται πραγματικές μάχες και είναι δυνατόν οι νικητές να καταλάβουν θέση ανώτερη από τους προηγουμένως άμεσους αφέντες τους. Όμως, όπως είδαμε στο πέμπτο κεφάλαιο, το τελικό αποτέλεσμα της αυτόματης υποταγής των κατώτερων στην ιεραρχία ατόμων, είναι ότι στην πραγματικότητα γίνονται ελάχιστοι παρατεταμένοι αγώνες και οι σοβαροί τραυματισμοί είναι σπάνιοι.

Πολλοί θεωρούν κάπως αόριστα αυτή την κατάσταση σαν «καλό πράγμα», από την άποψη της επιλογής ομάδων. Ο Wynne-Edwards έδωσε μια τολμηρότερη εξήγηση. Τα ανώτερα στην ιεραρχία άτομα έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να αναπαραχθούν συγκριτικά με τα κατώτερα, είτε γιατί τα προτιμούν τα θηλυκά είτε γιατί παρεμποδίζουν δια της βίας τα κατώτερα στην ιεραρχία αρσενικά να πλησιάσουν τα θηλυκά. Ο Wynne-Edwards θεωρεί την υψηλή κοινωνική θέση σαν άλλη «άδεια» που επιτρέπει την αναπαραγωγή. Αντί να αγωνίζονται άμεσα για τα θηλυκά, τα άτομα παλεύουν για κοινωνικό κύρος και κατόπιν αποδέχονται, αν τελικά δεν βρεθούν στα υψηλά σκαλοπάτια της κοινωνικής κλίμακας, ότι δεν έχουν το δικαίωμα της αναπαραγωγής. Μένουν άτολμα μπροστά στα θηλυκά, αν και περιστασιακά προσπαθούν ν' ανέβουν στην κοινωνική ιεραρχία. Συνεπώς θα μπορούσαμε να πούμε ότι αγωνίζονται *έμμεσα* για τα θηλυκά. Όμως, όπως και στην περίπτωση της συμπεριφοράς για εδαφική κυριαρχία, το αποτέλεσμα της «εθελοντικής» αποδοχής του κανόνα ότι πρέπει να αναπαράγονται μόνο τα υψηλής κοινωνικής στάθμης αρσενικά, σύμφωνα με τον Wynne-Edwards, είναι να μην αυξάνονται οι πληθυσμοί πολύ γρήγορα. Οι πληθυσμοί, αντί πρώτα να αποκτούν πολλά παιδιά και κατόπιν να διαπιστώνουν με λύπη ότι ήταν λάθος τους, χρησιμοποιούν τυπικούς αγώνες για την κατάκτηση υψηλής κοινωνικής

θέσης και επικράτειας ως μέσα περιορισμού του μεγέθους τους σε επίπεδο λίγο χαμηλότερο από αυτό που θα οδηγούσε σε λιμό.

Ίσως η εκπληκτικότερη από τις ιδέες του Wynne-Edwards είναι εκείνη για την «επιδεικτική» συμπεριφορά, λέξη που την έπλασε ο ίδιος [Στο κείμενο : epideictic, βέβαια δεν την έπλασε, απλώς τη δανείστηκε (Σ.τ.μ.)]. Πολλά ζώα περνούν τον περισσότερο καιρό τους σε μεγάλες αγέλες, κοπάδια ή σμήνη. Έχουν υποδειχθεί διάφορες περισσότερες ή λιγότερες κοινότητες αιτίες για να εξηγηθεί γιατί η φυσική επιλογή ευνόησε αυτή την εμφάνιση σε ομάδες. Για μερικές από αυτές θα μιλήσω στο δέκατο κεφάλαιο. Η εξήγηση του Wynne-Edwards είναι εντελώς διαφορετική. Παραδέχεται ότι τα τεράστια σμήνη από ψαρόνια [Μέσου μεγέθους πουλιά με μακρύ ράμφος και κοντό λαιμό. Στεγανόποδα που ζουν κυρίως στις ακτές της Β. Σκωτίας (Σ.τ.μ.)] που μαζεύονται τις απογευματινές ώρες ή τα σύννεφα χειρονόμων [Δίπτερα έντομα που μοιάζουν με κουνούπια (Σ.τ.μ.)] που στροβιλίζονται γύρω από τις λάμπες, στην πραγματικότητα κάνουν απογραφή του πληθυσμού τους. Επειδή υποθέτει ότι τα άτομα περιορίζουν τους ρυθμούς των γεννήσεων τους για το συμφέρον ολόκληρης της ομάδας, και κάνουν λιγότερα παιδιά όταν η πυκνότητα πληθυσμού είναι μεγάλη, είναι λογικό να έχουν κάποιο τρόπο να μετρούν την πυκνότητα. Κι αυτό ακριβώς γίνεται. Διαθέτουν το θερμόμετρο που χρειάζεται για να λειτουργήσει ο θερμοστάτης. Για τον Wynne-Edwards η «επιδεικτική» συμπεριφορά είναι η σκόπιμη μαζική συγκέντρωση που διευκολύνει την εκτίμησή του μεγέθους του πληθυσμού. Δεν υποστηρίζει ότι πρόκειται για συνειδητή εκτίμηση αλλά για έναν αυτόματο νευρικό ή ορμονικό μηχανισμό που συνδέει τα συστήματα αναπαραγωγής με την ικανότητα των ατόμων να αντιλαμβάνονται διαμέσου των αισθήσεων την πυκνότητα του πληθυσμού.

Προσπάθησα, αν και εν συντομία, να αποδείξω τα θετικά στοιχεία της θεωρίας του Wynne-Edwards. Αν τα πέτυχα πρέπει να έχετε πειστεί ότι είναι μάλλον αληθοφανής. Εντούτοις, σύμφωνα με όσα είπαμε στα προηγούμενα κεφάλαια, πρέπει να είστε πάντα επιφυλακτικοί και να πείτε ότι όσο αληθοφανής κι αν φαίνεται, χρειάζονται καλύτερα αποδεικτικά στοιχεία αλλιώς... Και δυστυχώς τα αποδεικτικά στοιχεία δεν είναι ισχυρά. Περιλαμβάνουν πολλά παραδείγματα που ερμηνεύονται με τη θεωρία, τα οποία όμως θα μπορούσε επίσης να ερμηνευτούν με την πιο ορθόδοξη θεωρία του εγωιστικού γονιδίου.

Ο κύριος αρχιτέκτονας της θεωρίας του εγωιστικού γονιδίου για τον οικογενειακό προγραμματισμό ήταν ο μεγάλος οικολόγος David Lack, αν και ουδέποτε χρησιμοποίησε αυτόν τον όρο. Μελέτησε επισταμένως τους αριθμούς των αυγών που επωάζουν τα πουλιά όταν ζουν σε φυσική κατάσταση. Οι θεωρίες και τα συμπεράσματά του όμως έχουν το προσόν να εφαρμόζονται γενικότερα. Κάθε είδος πουλιών τείνει να επωάζει έναν τυπικό αριθμό αυγών. Για παράδειγμα, οι σούλες [Θαλασσοπούλια που ζουν σε απόκρημνες ακτές νησιών της Βόρειας Ευρώπης (Σ.τ.μ)] και οι ουρίες επωάζουν κάθε φορά μόνο ένα αυγό, τα πετροχελίδονα τρία, οι αιγίθαλοι έξι ή περισσότερα. Εντούτοις, οι αριθμοί δεν είναι απόλυτα σταθεροί : μερικά πετροχελίδονα επωάζουν μόνο δύο αυγά τη φορά, και οι αιγίθαλοι μπορεί να επωάσουν δώδεκα. Είναι λοιπόν λογικό να υποθέσουμε ότι ο αριθμός των αυγών που γεννά και επωάζει ένα θηλυκό, όπως και κάθε άλλο ειδικό χαρακτηριστικό, βρίσκεται εν μέρει υπό γενετικό έλεγχο. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να υπάρχει ένα γονίδιο που προσδιορίζει τη γέννηση δύο αυγών, ένα ανταγωνιστικό αλληλόμορφο για τη γέννηση τριών, άλλο αλληλόμορφο για τέσσερα κ.ο.κ., αν και στην πράξη είναι απίθανο να είναι τόσο απλά τα πράγματα. Η θεωρία του εγωιστικού γονιδίου απαιτεί να ρωτήσουμε ποιο απ' αυτά τα γονίδια θα εξαπλωθεί περισσότερο στη γονιδιακή δεξαμενή. Εκ πρώτης όψεως φαίνεται πως το γονίδιο για τη γέννηση τεσσάρων αυγών πλεονεκτεί έναντι των γονιδίων για τρία ή δύο αυγά. Εντούτοις, αν σκεφτούμε λιγάκι θα δούμε ότι ο συλλογισμός «περισσότερα σημαίνει καλύτερα» δεν μπορεί να είναι σωστός, γιατί οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα πέντε αυγά είναι καλύτερα από τέσσερα, τα δέκα ή τα εκατό ακόμη καλύτερα, και άπειρος αριθμός αυγών το καλύτερο απ' όλα. Με άλλα λόγια, οδηγεί σε παραλογισμό. Προφανώς, η γέννηση πολλών αυγών έχει πλεονεκτήματα, συνεπάγεται όμως και δαπάνες. Η αύξηση των γεννήσεων πληρώνεται με

ελάττωση των φροντίδων για τα μικρά. Το ουσιαστικό στην άποψη του Lack είναι ότι για κάθε συγκεκριμένο είδος και σε κάθε δεδομένο περιβάλλον πρέπει να υπάρχει ένας άριστος αριθμός των επωαζόμενων αυγών. Η διαφορά με την άποψη του Wynne-Edwards βρίσκεται στην απάντηση που δίνουν στο ερώτημα : «Από ποια άποψη άριστος ;». Ο Wynne-Edwards θα έλεγε ότι ο άριστος αριθμός αυγών στον οποίο θα απέβλεπαν όλα τα άτομα είναι εκείνος που κάνει καλό στην ομάδα ως σύνολο. Όμως ο Lack θα έλεγε ότι κάθε εγωιστικό άτομο επιλέγει τον αριθμό των αυγών ο οποίος μεγιστοποιεί τον αριθμό των παιδιών που μπορεί να αναθρέψει. Αν για τα πετρογελίδονα ο άριστος αριθμός είναι τρία, αυτό για τον Lack σημαίνει ότι κάθε άτομο που επιχειρεί να αναθρέψει τέσσερα μικρά μπορεί στο τέλος να έχει λιγότερα παιδιά από τα προσεχτικότερα ανταγωνιστικά άτομα που ανατρέφουν μόνο τρία. Αυτό εξηγείται εύκολα γιατί η τροφή θα μοιραζόταν στα τέσσερα μικρά και δεν θα κατάφερναν να επιβιώσουν όλα. Το ίδιο ισχύει και για τον αρχικό καταμερισμό της λεκίθου στα τέσσερα αυγά και για την τροφή που παίρνουν οι νεοσσοί μετά την εκκόλαψη. Κατά συνέπεια, σύμφωνα με τον Lack, τα άτομα καθορίζουν τον αριθμό των αυγών που θα επωάσουν βασιζόμενα σε λόγους άσχετους με τον αλτρουισμό. Δεν ελέγχουν τις γεννήσεις με σκοπό να αποφύγουν την εξάντληση των πόρων της ομάδας. Ο έλεγχος των γεννήσεων γίνεται για να μεγιστοποιηθεί ο αριθμός των παιδιών τους που είναι ικανά να επιβιώσουν. Φυσικά, αυτός ο στόχος είναι ακριβώς αντίθετος από εκείνον που κανονικά εννοούμε όταν μιλάμε για έλεγχο των γεννήσεων.

Η ανατροφή νεοσσών έχει μεγάλο κόστος. Η μητέρα πρέπει να διαθέσει μεγάλες ποσότητες τροφής και ενέργειας για να κατασκευάσει τα αυγά. Ενδεχομένως, με τη βοήθεια του συντρόφου της, καταβάλλει μεγάλη προσπάθεια για να χτίσει τη φωλιά όπου θα τοποθετήσει και θα προφυλάξει τα αυγά της. Οι γονείς θα ξοδέψουν εβδομάδες υπομονετικής επώασης. Κατόπιν, όταν εκκολαφθούν οι νεοσσοί, οι γονείς θα μοχθούν σκληρά για να τους φέρουν τροφή σχεδόν όλη τη μέρα χωρίς διακοπή. Όπως είδαμε, ένας γονιός αιγίθαλος μεταφέρει κατά μέσο όρο ένα κομματάκι τροφής κάθε 30 δευτερόλεπτα όλη τη μέρα. Τα θηλαστικά, όπως εμείς, κάνουν το ίδιο πράγμα αλλά κάπως διαφορετικά. Όμως η βασική ιδέα ότι η αναπαραγωγή είναι επίπονη υπόθεση, ειδικότερα για τη μητέρα, είναι εξίσου αληθινή. Είναι προφανές ότι αν μια μητέρα επιχειρήσει να μοιράσει τους περιορισμένους πόρους τροφής και τις φροντίδες της σε πάρα πολλά παιδιά, τελικά θα μεγαλώσει λιγότερα παιδιά απ' όσα θα μεγάλωνε αν είχε μικρότερες φιλοδοξίες. Πρέπει να διατηρήσει μια ισορροπία ανάμεσα στις γεννήσεις και τις φροντίδες. Η ολική ποσότητα τροφής και άλλων αγαθών που μπορεί να συγκεντρώσει η μητέρα ή ένα ζεύγος αποτελεί τον καθοριστικό παράγοντα ο οποίος περιορίζει τον μέγιστο αριθμό παιδιών που μπορούν να μεγαλώσουν. Σύμφωνα με τη θεωρία του Lack, η φυσική επιλογή ρυθμίζει τον αρχικό αριθμό των επωαζόμενων αυγών (τον αριθμό των νεοσσών κλπ.), έτσι ώστε αυτοί οι περιορισμένοι πόροι να χρησιμοποιηθούν με τον επωφελέστερο τρόπο.

Τα άτομα που έχουν πάρα πολλά παιδιά τιμωρούνται όχι επειδή εξαφανίζεται όλος ο πληθυσμός αλλά επειδή απλώς επιβιώνουν λιγότερα παιδιά τους. Τα γονίδια «για πολλά παιδιά» δεν περνούν στην επόμενη γενεά σε μεγάλους αριθμούς, αφού ελάχιστα παιδιά που έχουν αυτά τα γονίδια φτάνουν σε ηλικία αναπαραγωγής. Στον σύγχρονο πολιτισμό ο αριθμός των μελών μιας οικογένειας δεν περιορίζεται πλέον από το πεπερασμένο των πόρων που μπορούν να εξασφαλίσουν οι γονείς από μόνοι τους. Αν ένα ζευγάρι έχει περισσότερα παιδιά απ' όσα μπορεί να συντηρήσει, επεμβαίνει το κράτος, δηλαδή ο υπόλοιπος πληθυσμός, και εξασφαλίζει την υγεία και τη ζωή του πλεονάσματος των παιδιών. Έτσι, τίποτε δεν εμποδίζει ένα ζευγάρι χωρίς καθόλου υλικά εφόδια να αποκτήσει και να μεγαλώσει τόσα παιδιά όσα φυσιολογικά μπορεί να γεννήσει η μητέρα. Όμως το κράτος προνοίας είναι μη φυσικό πράγμα. Στη φύση, οι γονείς που έχουν περισσότερα παιδιά απ' όσα μπορούν να αναθρέψουν δεν έχουν πολλά εγγόνια και τα γονίδια τους δεν περνούν στις μελλοντικές γενεές. Δεν υπάρχει καμιά ανάγκη αλτρουιστικού περιορισμού των γεννήσεων γιατί στη φύση δεν υπάρχει κράτος προνοίας. Κάθε γονίδιο για αλτρουισμό τιμωρείται αμέσως : τα παιδιά που φέρουν τέτοια γονίδια θα πεινάσουν. Επειδή εμείς δεν θέλουμε να

επιστρέψουμε στην παλιά εγωιστική συμπεριφορά να αφήνουμε τα παιδιά πολυμελών οικογενειών να πεθάνουν από πείνα, καταργήσαμε την οικογένεια ως αυτοτελή οικονομική μονάδα και την αντικαταστήσαμε με το κράτος. Δεν πρέπει όμως να γίνεται κατάχρηση του προνομίου της εξασφαλισμένης παιδικής προστασίας.

Η εφαρμογή αντισυλληπτικών μεθόδων κατηγορήθηκε πολλές φορές ως κάτι το «μη φυσικό». Κι αυτό είναι αλήθεια. Όμως, επίσης «μη φυσικό» είναι και το κράτος προνοίας. Φαντάζομαι πως οι περισσότεροι θεωρούν το κράτος προνοίας άκρως επιθυμητό. Δεν μπορείτε όμως να έχετε ένα μη φυσικό κράτος προνοίας αν δεν έχετε επίσης έναν μη φυσικό έλεγχο γεννήσεων, γιατί αλλιώς το τελικό αποτέλεσμα θα είναι αθλιότητα μεγαλύτερη από εκείνη που επικρατεί στη φύση. Το κράτος προνοίας είναι ίσως το μεγαλύτερο αλτρουιστικό σύστημα που φανερώθηκε ποτέ στο βασίλειο των ζώων. Όμως κάθε αλτρουιστικό σύστημα είναι από τη φύση του ασταθές, επειδή είναι πολύ ευάλωτο σε κακή χρήση του από εγωιστικά άτομα έτοιμα να το εκμεταλλευτούν. Τα ζευγάρια με περισσότερα παιδιά απ' όσα έχουν τη δυνατότητα να μεγαλώσουν, αγνοούν στις περισσότερες περιπτώσεις ότι μπορεί να κατηγορηθούν για συνειδητή κακόβουλη εκμετάλλευση. Νομίζω ότι από αυτή την κατηγορία δεν απαλλάσσονται ιδρύματα και ηγέτες που ενθαρρύνουν συνειδητά τα ζευγάρια να κάνουν πολλά παιδιά.

Ξαναγυρίζοντας στα ζώα που ζουν ελεύθερα στη φύση, μπορούμε να γενικεύσουμε της συλλογιστική του Lack για τον αριθμό των επωαζόμενων αυγών σε όλα τα άλλα παραδείγματα που αναφέρει ο Wynne-Edwards : τη συμπεριφορά για την κατοχή εδάφους, την κοινωνική ιεραρχία κ.ο.κ. Ας πάρουμε το παράδειγμα των αγριόγαλων που μελέτησαν ο Wynne-Edwards και οι συνεργάτες του. Αυτά τα πουλιά τρέφονται με ρείκια. Διαμοιράζουν τα βαλτοτόπια σε επικράτειες οι οποίες περιέχουν εμφανώς περισσότερη τροφή απ' όση χρειάζονται οι κάτοχοί τους. Στις πρώτες μέρες της άνοιξης μάχονται για τις επικράτειες αλλά λίγο αργότερα οι χαμένοι φαίνεται πως αποδέχονται την ήττα τους και εγκαταλείπουν τον αγώνα. Γίνονται απόκληροι χωρίς καμιά επικράτεια. Ως το τέλος της περιόδου οι περισσότεροί τους θα έχουν πεθάνει από πείνα. Μόνο οι κάτοχοι επικρατειών αναπαράγονται. Το ότι οι «απόκληροι» έχουν τη φυσική ικανότητα αναπαραγωγής, αποδεικνύεται από το ότι αν σκοτωθεί ένας κάτοχος επικράτειας, η θέση του συμπληρώνεται από κάποιον απόκληρο, ο οποίος ακολούθως αναπαράγεται. Η εξήγηση που δίνει ο Wynne-Edwards σ' αυτό το ακραίο παράδειγμα συμπεριφοράς είναι ότι οι απόκληροι «αποδέχονται» πως έχασαν στη μάχη το δικαίωμα αναπαραγωγής, και γι' αυτό δεν προσπαθούν να αναπαραχθούν.

Η θεωρία του εγωιστικού γονιδίου φαίνεται πως δύσκολα εξηγεί το παραπάνω παράδειγμα. Γιατί οι απόκληροι δεν αγωνίζονται ξανά και ξανά ως την τελευταία ικμάδα των δυνάμεών τους ώστε να εκδιώξουν έναν κάτοχο επικράτειας ; Αλλωστε φαίνεται πως δεν έχουν τίποτε να χάσουν. Όμως, μη βιάζεστε, ίσως υπάρχει κάτι που μπορεί να χάσουν. Είδαμε παραπάνω ότι αν συμβεί να πεθάνει ένας κάτοχος επικράτειας, κάποιος απόκληρος έχει μια πιθανότητα να πάρει τη θέση του και συνεπώς να αναπαραχθεί. Αν ο απόκληρος έχει μεγαλύτερες πιθανότητες να κερδίσει μ' αυτό τον τρόπο μια επικράτεια απ' όσες αν αγωνιζόταν, τότε ως εγωιστικό άτομο θα προτιμήσει να περιμένει, ελπίζοντας ότι κάποιος θα πεθάνει και δεν θα σπαταλήσει τις λίγες δυνάμεις του σε μάταιους αγώνες. Για τον Wynne-Edwards, ο ρόλος των απόκληρων στην ευημερία της ομάδας είναι να περιμένουν στα παρασκήνια έτοιμοι να εμφανιστούν στη σκηνή της αναπαραγωγής κάθε φορά που πεθαίνει ένας κάτοχος επικράτειας. Τώρα βλέπουμε ότι αυτό ίσως αποτελεί και την καλύτερη στρατηγική καθαρά εγωιστικών ατόμων. Όπως είδαμε στο τέταρτο κεφάλαιο, μπορούμε να θεωρήσουμε τα ζώα ως παίκτες. Για έναν παίκτη, μερικές φορές, η καλύτερη στρατηγική είναι «να περιμένεις και να ελπίζεις» και όχι «όλα για όλα».

Με τον ίδιο τρόπο, η θεωρία του εγωιστικού γονιδίου μπορεί να εξηγήσει ευκολότατα όλα τα άλλα παραδείγματα όπου τα ζώα φαίνεται να «αποδέχονται» παθητικά την κατάσταση της μη αναπαραγωγής. Γενικά, η εξήγηση είναι πάντα η ίδια : η καλύτερη τακτική για ένα νέο άτομο είναι να συγκρατείται επί του παρόντος, με την ελπίδα ότι στο μέλλον θα παρουσιαστούν

καλύτερες ευκαιρίες. Η φώκια, που αφήνει ανενόχλητους τους κατόχους χαρεμιών, δεν το κάνει για το καλό της ομάδας. Ξοδεύει το χρόνο της περιμένοντας την κατάλληλη στιγμή. Ακόμη κι αν δεν έρθει ποτέ αυτή η στιγμή και τελικά δεν δώσει απογόνους, υπήρχε εντούτοις η πιθανότητα να κερδίσει το παιχνίδι, έστω κι αν *εκ των υστέρων* έγινε φανερό πως δεν κέρδισε. Και όταν ο λέμμοι απομακρύνονται από την περιοχή όπου έγινε μια πληθυσμιακή έκρηξη, δεν το κάνουν για να μειώσουν την πυκνότητα του πληθυσμού στον τόπο που αφήνουν πίσω τους ! Ο καθένας τους φερόμενος εγωιστικά, αναζητεί κάποιο λιγότερο πυκνοκατοικημένο μέρος για να ζήσει. Το γεγονός ότι κάποιο συγκεκριμένο άτομο χάνεται και πεθαίνει είναι κάτι που το βλέπουμε εκ των υστέρων. Δεν αλλάζει λοιπόν την πιθανότητα η παραμονή του στην πυκνοκατοικημένη περιοχή να αποτελούσε χειρότερη στρατηγική.

Ένα καλά τεκμηριωμένο γεγονός είναι ότι ο υπερπληθυσμός μερικές φορές μειώνει τους ρυθμούς γεννήσεων. Αυτό συχνά εκλαμβάνεται ως μαρτυρία υπέρ της θεωρίας του Wynne-Edwards. Σίγουρα όμως δεν είναι. Αυτό το γεγονός συμβιβάζεται με τη θεωρία του, εξηγείται όμως και με τη θεωρία του εγωιστικού γονιδίου. Για παράδειγμα, σε κάποιο πείραμα έβαλαν ποντικούς σε υπαίθριο περιφραγμένο χώρο με άφθονη τροφή και νερό και τους άφησαν να αναπαράγονται ελεύθερα. Ο πληθυσμός αυξήθηκε ως ένα σημείο, ύστερα όμως σταμάτησε να αυξάνεται. Αποδείχτηκε ότι ο λόγος της ισορρόπησης ήταν ότι τα θηλυκά έγιναν λιγότερο γόνιμα εξαιτίας του υπερπληθυσμού : έκαναν λιγότερα μικρά. Αυτό το αποτέλεσμα έχει αναφερθεί αρκετές φορές. Η άμεση αιτία του ονομάζεται συχνά «στρες», αν και η λέξη δεν αποτελεί εξήγηση από μόνη της. Πάντως, όποια κι αν είναι η άμεση αιτία, εμείς πρέπει να αναζητήσουμε την τελική ή εξελικτική εξήγηση. Για ποιο λόγο η φυσική επιλογή ευνοεί τα θηλυκά που μειώνουν το ρυθμό γεννήσεων τους όταν αυξάνεται πολύ ο πληθυσμός τους ;

Η απάντηση του Wynne-Edwards είναι ξεκάθαρη. Η φυσική επιλογή ευνοεί ομάδες στις οποίες τα θηλυκά «μετρούν» τον πληθυσμό και προσαρμόζουν τους ρυθμούς γεννήσεων τους, έτσι ώστε να μη γίνεται υπερβολική εκμετάλλευση των πηγών τροφής. Στις συνθήκες του πειράματος η τροφή ήταν πάντα άφθονη αλλά δεν περιμένουμε να το ξέρουν τα ποντίκια. Αυτά είναι προγραμματισμένα να ζουν ελεύθερα στη φύση, και είναι πιθανό σε φυσικές συνθήκες ο υπερπληθυσμός να συνιστά ασφαλή ένδειξη μελλοντικής πείνας.

Τι μπορεί να πει η θεωρία του εγωιστικού γονιδίου ; Σχεδόν ακριβώς τα ίδια αλλά με μια ουσιώδη διαφορά. Θα θυμάστε ότι σύμφωνα με τη θεωρία του Lack τα ζώα τείνουν να έχουν τον άριστο αριθμό παιδιών, αλλά από τη δική τους εγωιστική άποψη. Είτε γεννήσουν πολύ λίγα είτε πάρα πολλά, τελικά θα *μεγαλώσουν* λιγότερα απ' όσα θα είχαν αν γεννούσαν ακριβώς τον σωστό αριθμό παιδιών. Όμως είναι πιθανό, ο «σωστός αριθμός» να είναι μικρότερος σε καιρούς υπερπληθυσμού απ' ό, τι όταν ο πληθυσμός είναι αραιός. Έχουμε ήδη συμφωνήσει ότι ο υπερπληθυσμός πιθανώς προμηνύει πείνα. Προφανώς, αν ένα θηλυκό έχει σοβαρές ενδείξεις ότι αναμένεται πείνα, πρέπει να ελαττώσει το ρυθμό γεννήσεων της για λόγους εγωιστικού συμφέροντος. Τα ανταγωνιστικά θηλυκά που δεν αποκρίνονται στα σήματα κινδύνου μ' αυτόν τον τρόπο, τελικά θα μεγαλώσουν λιγότερα παιδιά, έστω κι αν γεννήσουν περισσότερα. Καταλήγουμε λοιπόν στο ίδιο ακριβώς συμπέρασμα με τον Wynne-Edwards, αλλά με εντελώς διαφορετικού τύπου συλλογιστική για την εξέλιξη.

Η θεωρία του εγωιστικού γονιδίου δεν συναντά δυσκολίες ούτε με τις «επιδεικτικές» εκδηλώσεις. Θα θυμάστε ότι ο Wynne-Edwards έκανε την υπόθεση πως τα ζώα συγκεντρώνονται σκόπιμα σε μεγάλες ομάδες για να μπορεί κάθε άτομο να κάνει απογραφή και να ρυθμίσει ανάλογα τις γεννήσεις του. Δεν υπάρχει καμιά άμεση απόδειξη ότι κάθε συγκέντρωση έχει πραγματικά επιδεικτικό χαρακτήρα, αλλά ας υποθέσουμε ότι βρέθηκαν τέτοιες μαρτυρίες. Σε μια τέτοια περίπτωση, η θεωρία του εγωιστικού γονιδίου θα αντιμετώπιζε δυσκολίες ; Όχι, καθόλου.

Τα ψαρόνια κουρνιάζουν μαζί σε τεράστια πλήθη. Υποθέστε πως είχε αποδειχθεί ότι ο συνωστισμός το χειμώνα όχι μόνο μειώνει τη γονιμότητα την επόμενη άνοιξη αλλά και ότι αυτό οφειλόταν άμεσα στο θόρυβο των φωνών τους. Αυτό θα μπορούσε να αποδειχθεί πειραματικά αν

τα θηλυκά που άκουγαν από μαγνητοταινία πυκνούς και δυνατούς θορύβους συγκεντρωμένων πουλιών γεννούσαν λιγότερα αυγά σε σύγκριση με όσα άκουγαν λιγότερους και πιο αδύναμους θορύβους. Εξ ορισμού, οι φωνές των ψαρονιών συνιστούν «επιδεικτικές» εκδηλώσεις. Η θεωρία του εγωιστικού γονιδίου μπορεί να το εξηγήσει με τον ίδιο τρόπο όπως και στην περίπτωση των ποντικών.

Και πάλι, ξεκινάμε παραδεχόμενοι ότι τα γονίδια που κάνουν να έχετε οικογένεια πολυμελέστερη από εκείνη που μπορείτε να συντηρήσετε, τιμωρούνται αυτόματα και γίνονται λιγότερα στη γονιδιακή δεξαμενή. Η προσπάθεια ενός καλού ωοτόκου, ως εγωιστικού ατόμου, είναι να προβλέψει ποιος είναι για το συμφέρον του ο άριστος αριθμός αυγών στην ερχόμενη περίοδο αναπαραγωγής. Θα θυμάστε από το τέταρτο κεφάλαιο την ειδική έννοια που αποδώσαμε στη λέξη «πρόβλεψη». Πως όμως ένα θηλυκό πουλί μπορεί να προβλέψει τον άριστο αριθμό αυγών που πρέπει να γεννήσει ; Ποιες μεταβλητές θα επηρέαζαν την πρόβλεψή του ; Πολλά είδη θα μπορούσαν να κάνουν κάποια σταθερή πρόβλεψη που να μην αλλάζει από χρόνο σε χρόνο. Ένα τέτοιο παράδειγμα μας δίνει το θαλασσοπούλι σούλα, για το οποίο ο άριστος μέσος όρος είναι ένα αυγό. Είναι δυνατό ορισμένα χρόνια που υπάρχουν άφθονα ψάρια ο πραγματικά άριστος αριθμός για ένα άτομο να αυξηθεί περιστασιακά σε δύο. Εφόσον οι σούλες δεν έχουν τον τρόπο να ξέρουν από πριν αν η χρονιά θα έχει άφθονα ψάρια, δεν μπορούμε να περιμένουμε από τα μεμονωμένα θηλυκά να αναλάβουν τον κίνδυνο να σπαταλήσουν τους πόρους τους σε δύο αυγά όταν αυτό θα έβλαπτε την αναπαραγωγή τους κατά μέσο όρο στα επόμενα χρόνια.

Ίσως όμως υπάρχουν άλλα είδη, πιθανώς τα ψαρόνια, τα οποία είναι καταρχήν δυνατό να προβλέψουν από το χειμώνα αν την ερχόμενη άνοιξη θα υπάρχει άφθονη συγκομιδή κάποιου είδους τροφής. Οι χωρικοί διηγούνται πολλές παλιές ιστορίες που λένε ότι ενδείξεις, λόγω χάρη η αφθονία καρπών του μηλοπούρναρου, συνιστούν αξιόπιστες προβλέψεις για τον καιρό της ερχόμενης άνοιξης. Ανεξάρτητα από το αν ένα συγκεκριμένο παραμύθι κάποιας γριούλας είναι αληθινό ή όχι, είναι λογικά πιθανό να υπάρχουν τέτοια σημάδια, και ότι αν ένα θηλυκό μάντεψε σωστά, θεωρητικά θα μπορούσε να προσαρμόζει προς όφελός του τον αριθμό των αυγών του από χρόνο σε χρόνο. Μπορεί η αφθονία των καρπών του μηλοπούρναρου να είναι αξιόπιστη ένδειξη ή όχι, αλλά, όπως και στην περίπτωση των ποντικών, φαίνεται πολύ πιθανό πως η πυκνότητα του πληθυσμού συνιστά καλή πρόβλεψη. Θεωρητικά, το θηλυκό ψαρόνι ξέρει ότι για να θρέψει τα μικρά της την επόμενη άνοιξη θα ανταγωνιστεί για την τροφή με αντίπαλα θηλυκά του ίδιου είδους. Αν κατόρθωνε με κάποιον τρόπο να εκτιμήσει την τοπική πυκνότητα του είδους της το χειμώνα, θα μπορούσε να κάνει σωστές προβλέψεις ως προς τις δυσκολίες που θα συναντούσε για να θρέψει τα νεογνά της την επόμενη άνοιξη. Αν διαπίστωνε ότι ο πληθυσμός το χειμώνα είναι ιδιαίτερα υψηλός, η φρόνιμη πολιτική της, ως εγωιστικό άτομο, θα ήταν να γεννήσει σχετικά λιγότερα αυγά. Θα κατέληγε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι ο δικός της άριστος αριθμός αυγών είναι μικρότερος.

Αν είναι αλήθεια ότι τα άτομα γεννούν λιγότερα αυγά με βάση την εκτίμηση που κάνουν για την πληθυσμιακή πυκνότητα, θα πλεονεκτήσουν αμέσως τα εγωιστικά άτομα που θα πείσουν τους ανταγωνιστές τους ότι ο πληθυσμός είναι μεγάλος, είτε αυτό συμβαίνει αληθινά είτε όχι. Αν τα ψαρόνια εκτιμούν το μέγεθος του πληθυσμού τους από την ένταση του θορύβου που κάνουν όταν κουρνιάζουν, θα είχε σημασία αν ένα άτομο φώναζε όσο δυνατώτερα μπορούσε ώστε να δίνει την εντύπωση ότι είναι δύο. Η ιδέα ότι τα ζώα υποκρίνονται πως είναι περισσότερα απ' όσα είναι πραγματικά έχει διατυπωθεί, σε κάποια άσχετη με το θέμα μας περίπτωση, από τον J. R. Krebs. Ονομάστηκε μάλιστα «αποτέλεσμα σωστών κινήσεων» από μια νουβέλα στην οποία περιγράφεται μια παρόμοια τακτική που τη χρησιμοποίησε κάποια μονάδα της Λεγεώνας των Ξένων. Στην περίπτωσή μας, η ιδέα συνίσταται στο να πειστούν τα γειτονικά ψαρόνια να μειώσουν τον αριθμό των αυγών τους σε επίπεδα κάτω από τον αριθμό που είναι άριστος. Αν είστε ψαρόνι καταφέρατε κάτι τέτοιο βρίσκεστε σε πλεονεκτική θέση, γιατί έτσι μειώνετε τον αριθμό των ατόμων που δεν έχουν τα γονιδιά μας. Συμπεραίνω λοιπόν ότι οι «επιδεικτικές» εκδηλώσεις

του Wynne-Edwards μπορεί πραγματικά να είναι καλή ιδέα : ίσως είναι ολόσωστη αλλά η ερμηνεία της δεν είναι σωστή. Γενικότερα, η υπόθεση με τη μορφή που της δίνει ο Lack είναι αρκετά ισχυρή ώστε να εξηγεί με όρους του εγωιστικού γονιδίου όλες τις περιπτώσεις που φαίνονται να στηρίζουν τη θεωρία επιλογής ομάδων.

Το συμπέρασμα του κεφαλαίου είναι ότι οι μεμονωμένοι γονείς κάνουν οικογενειακό προγραμματισμό, με την έννοια ότι επιδιώκουν να μεγιστοποιήσουν τους ρυθμούς γεννήσεων τους και όχι να τους περιορίσουν για το κοινό καλό. Προσπαθούν να μεγιστοποιήσουν τον αριθμό των παιδιών τους που θα επιβιώσουν, κι αυτό σημαίνει να μην κάνουν πάρα πολλά παιδιά ούτε όμως πολύ λίγα. Τα γονίδια που κάνουν ένα άτομο να έχει πάρα πολλά παιδιά τείνουν να εξαλειφθούν από τη γονιδιακή δεξαμενή επειδή τα παιδιά που έχουν τέτοια γονίδια τείνουν να μην επιβιώνουν ως την ηλικία της ωρίμανσης.

Αυτά λοιπόν ως προς την ποσοτική εξέταση του μεγέθους της οικογένειας. Ερχόμαστε τώρα στις συγκρούσεις συμφερόντων μέσα στην οικογένεια. Μία μητέρα φροντίζει πάντα εξίσου όλα τα παιδιά της ή μήπως κάνει διακρίσεις ; Η οικογένεια λειτουργεί ως ενιαίο συνεργαζόμενο σύνολο ή μπορεί να συναντήσουμε εγωισμούς και απάτες ανάμεσα στα μέλη της ; Όλα τα μέλη μιας οικογένειας εργάζονται για τον ίδιο βέλτιστο σκοπό ή «διαφωνούν» ως προς τι είναι βέλτιστο ; Σ' αυτά τα ερωτήματα θα προσπαθήσουμε να απαντήσουμε στο επόμενο κεφάλαιο. Το ειδικό πρόβλημα της σύγκρουσης συμφερόντων ανάμεσα σε συζύγους θα το εξετάσουμε στο 9^ο κεφ.

8. Η ΣΥΓΚΡΟΥΣΗ ΤΩΝ ΓΕΝΕΩΝ

Ας αρχίσουμε τη συζήτηση με το πρώτο από τα ερωτήματα που θέσαμε στο τέλος του προηγούμενου κεφαλαίου. Μια μητέρα μπορεί να μη συμπεριφέρεται εξίσου αλτρουιστικά σε όλα τα παιδιά της αλλά να ευνοεί μερικά ; Με κίνδυνο να γίνω κουραστικός πρέπει ακόμη μια φορά να κάνω τις συνηθισμένες διασαφηνίσεις. Δεν υπάρχει κανένα υποκειμενικό συναισθηματικό περιεχόμενο στη λέξη «ευνοεί» ούτε στοιχείο ηθικής στη λέξη «μπορεί». Εξετάζω τη μητέρα σαν μηχανή προγραμματισμένη να κάνει ό, τι μπορεί για να διαδώσει αντίγραφα των γονιδίων που μεταφέρει. Επειδή εσείς και εγώ είμαστε άνθρωποι που ξέρουμε τι σημαίνει συνειδητός σκοπός, με βολεύει να χρησιμοποιήσω μεταφορικά τη λέξη «σκοπός» για να εξηγήσω τη συμπεριφορά των μηχανών επιβίωσης.

Τι θα σήμαινε στην πράξη αν λέγαμε ότι μια μητέρα έχει ένα ευνοούμενο παιδί ; Θα σήμαινε ότι επενδύει άνισα τους πόρους της στα παιδιά της. Οι πόροι που διαθέτει μια μητέρα για επένδυση περιλαμβάνουν διάφορα πράγματα. Προφανώς, ένα απ' αυτά είναι η τροφή, στην οποία όμως συμπεριλαμβάνονται και οι προσπάθειες που καταβάλλονται για την αναζήτησή της, οι οποίες κοστίζουν στη μητέρα. Ένας άλλος πόρος που μπορεί να «ξοδέψει» ή να αρνηθεί να ξοδέψει είναι η προστασία που παρέχει στα μικρά από τον κίνδυνο των εχθρών. Η ενέργεια και ο χρόνος που ξοδεύονται στην κατασκευή της φωλιάς ή τη διατήρηση της κατοικίας ή την προστασία από τα στοιχεία της φύσης, και σε μερικά είδη ο χρόνος που δαπανάται στη διδασχία των παιδιών, είναι πολύτιμοι πόροι που ο γονιός μπορεί να τους μοιράσει εξίσου ή άνισα στα παιδιά του όπως «επιθυμεί».

Δύσκολα βρίσκουμε ένα κοινό νόμισμα για να μετράμε όλους τους πόρους που μπορεί να επενδύσει ο γονέας. Όπως οι ανθρώπινες κοινωνίες χρησιμοποιούν το χρήμα, το οποίο παντού μπορεί να μεταφραστεί σε τροφή, σε γη ή σε χρόνο εργασίας, έτσι και εδώ χρειαζόμαστε μια νομισματική μονάδα για να μετρούμε τους πόρους που επενδύει μια μεμονωμένη μηχανή επιβίωσης στη ζωή ενός άλλου ατόμου, και ειδικότερα στη ζωή ενός παιδιού. Η θερμίδα, ως μονάδα μέτρησης της ενέργειας, είναι ελκυστική και μερικοί οικολόγοι ενασχολήθηκαν με τη μέτρηση των ενεργειακών μεταβολών στη φύση. Η θερμίδα όμως είναι ανεπαρκής μονάδα γιατί δεν μπορεί να μετατραπεί με ακρίβεια στο μόνο νόμισμα που έχει πραγματική σημασία, στο «χρυσό μέτρο» της εξέλιξης, που είναι η επιβίωση του γονιδίου. Το 1972 ο Trivers έλυσε σαφώς το πρόβλημα με την ιδέα της «Γονικής Επένδυσης» (μολονότι διαβάζοντας κανείς προσεχτικά το πυκνογραμμένο βιβλίο του Sir Ronald Fisher, του μέγιστου βιολόγου του 20^{ου} αιώνα, θα αντιληφθεί ότι με τη φράση του, στα 1930, «γονική δαπάνη» υπονοεί ακριβώς το ίδιο πράγμα).

Γονική επένδυση ονομάζεται «κάθε επένδυση των γονιών σε ένα παιδί, η οποία μεγαλώνει την πιθανότητα επιβίωσής του (και συνεπώς την αναπαραγωγική επιτυχία του) εις βάρος της ικανότητας των γονιών να επενδύσουν σε άλλα παιδιά». Η γονική επένδυση του Trivers διαθέτει το σοβαρό πλεονέκτημα να μπορεί να μετρηθεί σε μονάδες που έχουν πραγματική πέραση. Όταν κάποιο παιδί πίνει ένα μέρος από το γάλα της μητέρας του, η ποσότητα που καταναλώνει δεν μετριέται σε λίτρα ή θερμίδες αλλά σε μονάδες προκαλούμενης ζημιάς στα άλλα παιδιά της ίδιας μητέρας. Για παράδειγμα, αν η μητέρα έχει δύο μωρά, X και Ψ, και το X πει ένα ποτήρι γάλα, ένα μεγάλο μέρος της γονικής επένδυσης που αντιπροσωπεύει αυτό το γάλα μετριέται με τον αριθμό που εκφράζει πόσο αυξήθηκε η πιθανότητα να πεθάνει το Ψ επειδή δεν ήπιε το γάλα. Η γονική επένδυση μετριέται με τον αριθμό που εκφράζει τη μείωση της προσδοκίας ζωής των άλλων παιδιών, δηλαδή όσων έχουν ήδη γεννηθεί και όσων θα γεννηθούν.

Η γονική επένδυση δεν είναι εντελώς ιδανικό μέτρο γιατί υπερτονίζεται η σημασία της γονικής συγγένειας εις βάρος των άλλων γενετικών σχέσεων. Το ιδεώδες θα ήταν να χρησιμοποιήσαμε ένα γενικότερο μέτρο, την «αλτρουιστική επένδυση». Θα μπορούσαμε να πούμε ότι το άτομο A επενδύει στο άτομο B όταν το A μεγαλώνει τις πιθανότητες επιβίωσης του B εις βάρος της ικανότητας του A να επενδύσει σε άλλα άτομα, συμπεριλαμβανομένου και του εαυτού του. Στους

υπολογισμούς συνυπολογίζονται οι βαθμοί συγγένειας. Συνεπώς, η επένδυση ενός γονιού σε κάποιο παιδί του, θεωρητικά θα μπορούσε να μετρηθεί με βάση τη ζημιά που προκαλείται στην προσδοκία ζωής όχι μόνο των άλλων παιδιών του αλλά και των ανιψιών του, του εαυτού του κ.ά. Εντούτοις, από πολλές απόψεις αυτό θα ήταν ασήμαντη λεπτομέρεια. Ο τρόπος μέτρησης του Trivers, μπορεί ωραιότατα να εφαρμόζεται στην πράξη.

Κάθε συγκεκριμένο ενήλικο άτομο σε όλη τη διάρκεια της ζωής του διαθέτει κάποιο ολικό ποσό γονικής επένδυσης που μπορεί να το επενδύσει στα παιδιά (και σε άλλους συγγενείς ή στον εαυτό του, για ευκολία λογαριάζουμε μόνο τα παιδιά). Αυτό το ποσόν αντιπροσωπεύει το σύνολο της τροφής που μπορεί να συλλέξει ή να κατασκευάσει δουλεύοντας σε όλη τη ζωή του, καθώς και όλους τους κινδύνους που είναι διατεθειμένο να αναλάβει και όλη την ενέργεια και τις προσπάθειες που είναι σε θέση να καταβάλλει για το καλό των παιδιών. Με ποιον τρόπο ένα νεαρό θηλυκό που αρχίζει την ενήλικη ζωή του επενδύει τους πόρους της ζωής του ; Ποια επενδυτική πολιτική θα ήταν φρόνιμο να ακολουθήσει ; Σύμφωνα με τη θεωρία του Lack, δεν πρέπει να διασκορπίσει τις επενδύσεις της σε πάρα πολλά παιδιά. Μ' αυτόν τον τρόπο θα έχανε πολλά γονίδια : δεν θα αποκτούσε πολλά εγγόνια. Από την άλλη μεριά, δεν πρέπει να αφιερώνει όλες τις επενδύσεις της σε πολύ λίγα (κακομαθημένα...) παιδιά. Ίσως να εξασφαλίσει μερικά εγγόνια, αλλά οι ανταγωνιστές της που επενδύουν στον άριστο αριθμό παιδιών θα έχουν τελικά πολύ περισσότερα εγγόνια. Αυτά αφορούν τις αμερόληπτες επενδυτικές πολιτικές. Εκείνο που μας ενδιαφέρει τώρα είναι αν συμφέρει καμιά φορά τη μητέρα να επενδύει μεροληπτικά στα παιδιά της, δηλαδή να ευνοεί κάποια.

Η απάντηση είναι ότι κανένας γενετικός λόγος δεν ωθεί τη μητέρα σε εύνοιες. Έχει τον ίδιο δείκτη συγγένειας με όλα τα παιδιά της : $\frac{1}{2}$. Η άριστη στρατηγική γι' αυτήν είναι να επενδύσει *εξίσου* στον μεγαλύτερο αριθμό παιδιών που μπορεί να μεγαλώσει ως την ηλικία όπου κι αυτά θα κάνουν δικά τους παιδιά. Όμως, όπως είδαμε, για μερικά οι κίνδυνοι ζωής είναι μεγαλύτεροι. Ένα καχεκτικό μικρό φέρει τόσα από τα γονίδια της μητέρας του όσα ακριβώς και τα πιο ανεπτυγμένα αδέρφια του από την ίδια γέννα. Όμως η προσδοκία ζωής του είναι μικρότερη. Αυτό μπορεί να διατυπωθεί και διαφορετικά, αν πούμε ότι για να φτάσει στο μέγεθος των αδελφών του *χρειάζεται* περισσότερο από το κανονικό μερίδιο γονικής επένδυσης. Ανάλογα με τις περιστάσεις συμφέρει στη μητέρα να αρνηθεί να διαθρέψει το καχεκτικό παιδί της και να μοιράσει το μερίδιό του στα αδέρφια του. Πραγματικά, συμφέρει να το χρησιμοποιήσει για να θρέψει τα αδέρφια του ή για να κάνει γάλα. Οι μητέρες-χοίροι μερικές φορές τρώνε τα μικρά τους, αλλά δεν ξέρω αν διαλέγουν ειδικά τα καχεκτικά.

Τα καχεκτικά ζώα συνιστούν ειδική περίπτωση. Μπορούμε να κάνουμε μερικές γενικότερες προβλέψεις για την επίδραση της ηλικίας του παιδιού στην επένδυση που θα κάνει σ' αυτό η μητέρα του. Αν αντιμετωπίζει το δίλημμα να σώσει τη ζωή ενός παιδιού της με σίγουρη συνέπεια το θάνατο ενός αδελφού του, πρέπει να προτιμήσει να σώσει το μεγαλύτερο. Κι αυτό γιατί αν πέθαινε το μεγαλύτερο θα χανόταν μεγαλύτερο μέρος της γονικής επένδυσης. Αυτό διατυπώνεται ίσως καλύτερα αν πούμε ότι αν σώσει το μικρότερο θα είναι υποχρεωμένη να επενδύσει επιπλέον πολύτιμους πόρους για να το μεγαλώσει ως την ηλικία του μεγαλύτερου αδελφού του.

Από την άλλη μεριά, αν η επιλογή δεν είναι ζήτημα ζωής ή θανάτου, το καλύτερο «ποντάρισμα» θα ήταν να προτιμήσει το μικρότερο. Ας υποθέσουμε, προς στιγμήν, ότι το δίλημά της είναι αν θα δώσει κάποια ποσότητα τροφής που διαθέτει στο μικρότερο ή το μεγαλύτερο παιδί. Το μεγαλύτερο είναι πιθανό να βρει τροφή χωρίς βοήθεια. Συνεπώς δεν είναι σίγουρο πως θα πεθάνει αν δεν του δοθεί τροφή. Το μικρότερο όμως δεν μπορεί να βρει μόνο του τροφή. Είναι λοιπόν πολύ πιθανότερο να πεθάνει αν η μητέρα του δώσει την τροφή στο μεγαλύτερο αδελφό του. Μολονότι η μητέρα θα «προτιμούσε» να χάσει το μικρότερο παρά το μεγαλύτερο, εντούτοις δίνει τροφή στο μικρότερο επειδή είναι απίθανο να πεθάνει οπωσδήποτε το μεγαλύτερο. Αυτός είναι ο λόγος που τα θηλαστικά απογαλακτίζουν τα παιδιά τους και δεν συνεχίζουν να τα τρέφουν συνεχώς σε όλη τους τη ζωή. Ερχεται μια στιγμή της ζωής ενός παιδιού όπου συμφέρει τη μητέρα

να εκτρέψει την επένδυσή της από αυτό σε άλλα παιδιά, που θα κάνει αργότερα. Όταν έρθει αυτή η στιγμή θα σταματήσει να το θηλάζει. Αν η μητέρα ήξερε κατά κάποιον τρόπο ποιο είναι το τελευταίο παιδί της, θα περιμέναμε να συνεχίσει να επενδύει σ' αυτό όλους τους πόρους της για το υπόλοιπο της ζωής της, και ίσως να το θηλάζει ακόμη και όταν είναι ενήλικο. Οπωσδήποτε, θα στάθμιζε αν ήταν περισσότερο ωφέλιμο να επενδύσει στα εγγόνια ή τα ανίψια της γιατί μολονότι έχει μισή συγγένεια μ' αυτά συγκριτικά με το παιδί της, το κέρδος από ανάλογη επένδυση μπορεί να είναι μεγαλύτερο από το διπλάσιο του κέρδους που θα προκύψει φροντίζοντας το παιδί της.

Εδώ είναι η κατάλληλη στιγμή να μιλήσω για το αιτιγματικό φαινόμενο της εμμηνόπαυσης, δηλαδή για την εντελώς απότομη διακοπή της αναπαραγωγικής ικανότητας στη μέση της ζωής της γυναίκας. Αυτό μπορεί να μη συνέβαινε τόσο συχνά στους άγριους προγόνους μας, γιατί πολλές γυναίκες σίγουρα δεν θα έφταναν ως αυτή την ηλικία. Όμως η διαφορά ανάμεσα στην απότομη αλλαγή της ζωής της γυναίκας και τη βαθμιαία εξασθένηση της γονιμότητας του άνδρα δείχνει ότι στην εμμηνόπαυση υπάρχει κάτι το γενετικά «σκόπιμο»: δηλαδή μια «προσαρμογή». Αυτό είναι κάπως δύσκολο να εξηγηθεί. Εκ πρώτης όψεως θα περιμέναμε η γυναίκα να συνεχίζει να κάνει παιδιά ως το τέλος της ζωής της, ακόμη κι όταν η μεγάλη ηλικία της μειώνει προοδευτικά τις πιθανότητες επιβίωσης των παιδιών. Είναι όμως σίγουρο πως θα άξιζε να συνεχίσει; Γιατί δεν πρέπει να ξεχνάμε και τη συγγένεια με τα εγγόνια της, η οποία είναι βέβαια η μισή συγκριτικά με τα παιδιά της.

Για διάφορους λόγους, οι οποίοι πιθανώς έχουν σχέση με τη θεωρία του Medawar για τη γήρανση που αναφέραμε στο τρίτο κεφάλαιο, οι γυναίκες της πρωτόγονης εποχής σιγά σιγά όταν μεγάλωναν γίνονταν λιγότερο αποτελεσματικές στην περιποίηση των παιδιών τους. Συνεπώς, η προσδοκία της ζωής ενός παιδιού από ηλικιωμένη μητέρα ήταν μικρότερη από αυτήν ενός παιδιού από νέα μητέρα. Αυτό σημαίνει ότι αν μια γυναίκα αποκτούσε την ίδια μέρα παιδί και εγγόνι, θα περιμέναμε ότι το εγγόνι θα ζούσε περισσότερο από το παιδί της. Όταν η γυναίκα έφτανε στην ηλικία όπου η κατά μέσο όρο πιθανότητα να φτάσουν στην εφηβεία όλα τα παιδιά της είναι μικρότερη από το μισό της πιθανότητας να φτάσουν στην εφηβεία τα εγγόνια της, τότε θα έτεινε να ευημερήσει κάθε γονίδιο «για επένδυση» σε εγγόνια και όχι σε παιδιά. Κάθε τέτοιο γονίδιο υπάρχει μόνο ένα στα 4 εγγόνια, ενώ το ανταγωνιστικό γονίδιο ένα στα δύο παιδιά. Όμως η μεγαλύτερη προσδοκία ζωής των εγγονών αντισταθμίζει τη διαφορά, και το γονίδιο «για αλτρουισμό προς τα εγγόνια» επικρατεί στη γονιδιακή δεξαμενή. Η γυναίκα που θα συνέχιζε να κάνει παιδιά δεν θα μπορούσε να επενδύσει ολοκληρωτικά στα εγγόνια της. Συνεπώς, τα γονίδια για να καταστεί η γυναίκα αναπαραγωγικά άγονη στο μισό της ζωής της έγιναν πολυάριθμα επειδή βρίσκονταν στα σώματα των εγγονών την επιβίωση των οποίων βοηθούσε ο αλτρουισμός γιαγιάς.

Αυτό εξηγεί πιθανώς την εξέλιξη της εμμηνόπαυσης στις γυναίκες. Η γονιμότητα των ανδρών ελαττώνεται βαθμιαία και όχι απότομα επειδή ίσως τα αρσενικά δεν επενδύουν τόσο πολλά στα παιδιά τους συγκριτικά με τα θηλυκά. Εφόσον ένας άνδρας σε προχωρημένη ηλικία μπορεί να αποκτήσει παιδιά με νεαρή γυναίκα, έχει συμφέρον να επενδύσει σε παιδιά και όχι σε εγγόνια.

Ως τώρα, σε τούτο το κεφάλαιο και στο προηγούμενο, βλέπαμε τα πάντα από τη σκοπιά των γονιών, και κυρίως της μητέρας. Ρωτήσαμε αν αναμένεται οι γονείς να κάνουν διακρίσεις ανάμεσα στα παιδιά τους, και γενικότερα ποια είναι η καλύτερη επενδυτική πολιτική για το γονιό. Είναι όμως δυνατό ένα παιδί να μπορεί να επηρεάσει τους γονείς του για να επενδύσουν σ' αυτό περισσότερο απ' όσα στους αδελφούς και τις αδελφές του; Ακόμη κι όταν οι γονείς δεν «θέλουν» να δείξουν προτίμηση μεταξύ των παιδιών τους, θα ήταν άραγε δυνατό κάποια από αυτά να υπαρπάξουν ευνοϊκότερη μεταχείριση για τον εαυτό τους; Θα τα συνέφερε να το κάνουν; Πιο συγκεκριμένα, τα γονίδια για εγωιστική υπαρπαγή της γονικής φροντίδας από μερικά παιδιά θα γίνονταν πολυαριθμότερα στη γονιδιακή δεξαμενή συγκριτικά με τα γονίδια για αποδοχή κανονικού μεριδίου; Ο Trivers ανέλυσε θαυμάσια το εν λόγω ζήτημα το 1974 στην εργασία του «Σύγκρουση γονέων-παιδιών».

Η μητέρα έχει την ίδια συγγένεια με όλα τα παιδιά της, όσα έχει και όσα πρόκειται να αποκτήσει. Όπως είδαμε, εξετάζοντας τα πράγματα μόνο από γενετική άποψη, δεν πρέπει να κάνει διακρίσεις. Αν τις κάνει, πρέπει να βασίζεται σε διαφορές ως προς την ηλικία και άλλους παράγοντες. Η μητέρα, όπως και κάθε άτομο, έχει διπλάσια συγγένεια με τον εαυτό της απ' όση με κάθε παιδί της. Αυτό ότι αν οι άλλες συνθήκες είναι οι ίδιες, πρέπει να επενδύσει εγωιστικά τους περισσότερους πόρους της στον εαυτό της. Όμως οι άλλες συνθήκες δεν είναι οι ίδιες. Μπορεί να κάνει μεγαλύτερο καλό στα γονιδιά της αν επενδύσει ένα δίκαιο μερίδιο των πόρων της στα παιδιά της. Αυτό οφείλεται στο ότι τα παιδιά της είναι μικρότερα και πιο αδύναμα από αυτήν, συνεπώς κάθε επενδυόμενη μονάδα θα τα ωφελήσει περισσότερο απ' όσο την ίδια. Τα γονίδια «για επένδυση σε πιο αδύναμα άτομα» θα επικρατήσουν στη γονιδιακή δεξαμενή ακόμη κι αν οι ευεργετούμενοι μοιράζονται μόνο ένα ποσοστό των γονιδίων του ευεργέτη. Γι' αυτό ακριβώς τα ζώα δείχνουν γονικό αλτρουισμό και γενικότερα κάθε είδους συγγενικό αλτρουισμό.

Ας δούμε τώρα το θέμα από τη σκοπιά ενός συγκεκριμένου παιδιού. Έχει την ίδια συγγένεια με τους αδελφούς και τις αδελφές του όση και με τη μητέρα του. Και στις δύο περιπτώσεις ο δείκτης συγγένειας είναι $\frac{1}{2}$. Κατά συνέπεια, «επιθυμεί» να επενδύσει η μητέρα του ένα μέρος των πόρων της στους αδελφούς και τις αδελφές του. Από γενετική άποψη έχει την ίδια με τη μητέρα του αλτρουιστική διάθεση για τα αδέρφια του. Έχει όμως διπλάσια συγγένεια με τον εαυτό του ($\Delta.Σ.=1$), γι' αυτό και θέλει η μητέρα του να επενδύσει σ' αυτόν περισσότερα απ' όσα σε οποιοδήποτε άλλο αδελφό ή αδελφή του. Σ' αυτή την περίπτωση οι άλλες συνθήκες θα μπορούσε πραγματικά να είναι οι ίδιες. Αν έχετε την ίδια ηλικία με τον αδελφό σας και η ωφέλεια από το γάλα της μητέρας σας είναι η ίδια, ο καθένας σας θα προσπαθούσε να υφαρπάξει για λογαριασμό του μεγαλύτερο μερίδιο από το κανονικό. Έχετε ακούσει πως στριγκλίζουν τα μικρά γουρουνάκια προσπαθώντας να περάσουν πρώτα μόλις ξαπλώσει η μητέρα τους για να τα θηλάσει; Είδατε πως τσακώνονται τα μικρά αδελφάκια για το τελευταίο κομμάτι μιας πίτας; Φαίνεται ότι η εγωιστική απληστία προσδιορίζει κατά μεγάλο μέρος τη συμπεριφορά των παιδιών.

Όμως υπάρχει κάτι παραπάνω. Αν εγώ και ο αδελφός μου διεκδικούμε μια μερίδα τροφής και ο αδελφός μου είναι μικρότερός μου οπότε ωφελείται περισσότερο από την τροφή, τα γονιδιά μου θα κέρδιζαν αν του την εκχωρούσα. Ο μεγαλύτερος αδελφός έχει ακριβώς τους ίδιους λόγους με το γονιό να επιδείξει αλτρουισμό: και τις δύο περιπτώσεις ο δείκτης συγγένειας είναι $\frac{1}{2}$, και τις δύο περιπτώσεις το νεαρότερο άτομο θα χρησιμοποιήσει επωφελέστερα τους πόρους απ' ό,τι το μεγαλύτερο. Αν έχω ένα γονίδιο για να παραιτούμαι από την τροφή, υπάρχει 50% πιθανότητα το ίδιο γονίδιο να το έχει και το μικρότερο αδελφάκι του. Μολονότι αυτό το γονίδιο έχει διπλάσια πιθανότητα να υπάρχει στο δικό του σώμα (100%, πραγματικά βρίσκεται στο σώμα μου), η δική μου ανάγκη για τροφή μπορεί να είναι λιγότερο από το μισό επιτακτική. Γενικά, ένα παιδί «θα μπορούσε» να υφαρπάξει περισσότερο από το μερίδιο της γονικής επένδυσης που του αναλογεί, αλλά ως ένα ορισμένο σημείο. Σε ποιο σημείο; Σ' αυτό όπου η καθαρή ζημιά που προκύπτει για τους αδελφούς και τις αδελφές του, όσων ζουν και όσων πρόκειται να γεννηθούν, είναι ακριβώς διπλάσια από το όφελος που αποκομίζει για λογαριασμό του ο άρπαγας.

Ας εξετάσουμε πότε πρέπει να γίνει ο απογαλακτισμός. Η μητέρα θέλει να σταματήσει να θηλάζει το μωρό της ώστε να προετοιμαστεί για το επόμενο παιδί. Από την άλλη μεριά, το μωρό δεν θέλει να σταματήσει να θηλάζει γιατί το γάλα είναι βολική τροφή χωρίς μπελάδες, και δεν θέλει να βγει έξω και να αγωνιστεί για να ζήσει. Ακριβέστερα, ενδεχομένως θέλει να βγει και να δουλέψει για να ζήσει, με την προϋπόθεση ότι το όφελος των γονιδίων του θα ήταν μεγαλύτερο: αν άφηγε τη μητέρα του ελεύθερη να μεγαλώσει τα μικρότερα αδέρφια του παρά αν έμενε μαζί της. Όσο μεγαλύτερο είναι ένα παιδί τόσο μικρότερο είναι σχετικά το όφελός του, ας πούμε από ένα ποτήρι γάλα. Κι αυτό επειδή ένα ποτήρι γάλα αποτελεί μικρό μόνο ποσοστό των αναγκών ενός μεγάλου, ενώ, από την άλλη μεριά, αν εξαναγκαστεί ένας μεγάλος είναι σε θέση να βρει μόνος του την τροφή του. Συνεπώς, όταν ένα μεγάλο παιδί πίνει το γάλα που θα μπορούσε να επενδυθεί στο μικρότερο αδελφάκι του, καρπώνεται σχετικά μεγαλύτερο μέρος της γονικής επένδυσης απ' όση

το μικρό παιδί που θα έπινε αυτό το γάλα. Καθώς το παιδί μεγαλώνει, θα έρθει μια στιγμή όπου θα συμφέρει στη μητέρα του να σταματήσει να το τρέφει και να επενδύσει σε ένα νέο παιδί. Λίγο αργότερα θα έρθει η στιγμή που το μεγαλύτερο παιδί θα ωφελήσει περισσότερο τα γονιδιαία του αν σταματήσει να θηλάζει. Είναι η στιγμή όπου ένα ποτήρι γάλα ωφελεί περισσότερο τα αντίγραφα των γονιδίων του που *μπορεί* να είναι παρόντα στα αδέρφια του, απ' όσο τα *δικά του* γονιδιαία.

Η διαφωνία ανάμεσα στη μητέρα και το παιδί δεν είναι απόλυτη αλλά έχει ποσοτικό χαρακτήρα, και στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι μια διαφωνία στην εκτίμηση του χρόνου απογαλακτισμού. Η μητέρα θέλει να συνεχίσει να θηλάζει το παιδί της ως τη στιγμή που η επένδυσή της σ' αυτό θα φτάσει στο «κανονικό» μερίδιό του, συνεκτιμώντας την προσδοκία ζωής του και την ποσότητα που έχει ήδη επενδύσει σ' αυτό. Ως αυτό το σημείο δεν υπάρχει καμία διαφωνία. Παρομοίως, μητέρα και παιδί συμφωνούν να διακοπεί ο θηλασμός όταν το επενδυτικό κόστος σε μελλοντικά παιδιά είναι μεγαλύτερο από το διπλάσιο του κέρδους του τωρινού παιδιού. Υπάρχει όμως διαφωνία στην ενδιάμεση περίοδο, τότε που από τη σκοπιά της μητέρας το παιδί παίρνει περισσότερο από το κανονικό του μερίδιο αλλά το κόστος για τα άλλα παιδιά εξακολουθεί να είναι μικρότερο από το διπλάσιο του οφέλους που αποκομίζει αυτό που θηλάζει.

Ο χρόνος απογαλακτισμού είναι μόνο ένα παράδειγμα διένεξης μητέρας και παιδιού. Αυτό θα μπορούσε επίσης να θεωρηθεί ως διένεξη μεταξύ ενός ατόμου και όλων των αδελφών του που θα γεννηθούν στο μέλλον, στην οποία η μητέρα παίρνει το μέρος των αγέννητων παιδιών. Μπορεί να υπάρξει αμεσότερος ανταγωνισμός ανάμεσα σε σύγχρονους διεκδικητές των επενδύσεών της, λόγου χάρη σε μωρά από μια γέννα ή τους νεοσσούς σε μια φωλιά. Εδώ, για μια φορά ακόμη, η μητέρα κανονικά θα ήθελε να δει να παίζεται τίμιο παιχνίδι.

Πολλά πουλιά τρέφουν τα μικρά τους μέσα στις φωλιές τους. Οι νεοσσοί ανοίγουν τα στόματά τους και ξεφωνίζουν και οι γονείς ρίχνουν ένα σκουλήκι ή λίγη τροφή στο στόμα κάποιου από αυτούς. Θεωρητικά, η ένταση της φωνής των νεοσσών είναι ανάλογη με την πείνα τους. Αν λοιπόν η τροφή δίνεται πάντα σε όποιους φωνάζουν δυνατότερα, στο τέλος θα πάρουν όλοι το δίκαιο μερίδιό τους, γιατί μόλις κάποιο χορτάσει θα πάψει να φωνάζει τόσο δυνατά. Αυτό φυσικά θα συνέβαινε σ' έναν ιδανικό κόσμο όπου δεν θα υπήρχαν απατεώνες. Όμως, κάτω από το φως της θεωρίας του εγωιστικού γονιδίου πρέπει να περιμένουμε ότι τα άτομα *θα* εξαπατούν, *θα* ψεύδονται ως προς το βαθμό της πείνας τους. Αυτό θα κλιμακωθεί, προφανώς άσκοπα, γιατί αν όλα ψεύδονται φωνάζοντας πολύ δυνατά, η κατάσταση θορύβου θα γίνει κανόνας και στην πραγματικότητα θα πάψει να είναι ψέμα. Ούτε μπορεί να αποκλιμακωθεί, επειδή κάθε άτομο που θα κάνει το πρώτο βήμα μειώνοντας την ένταση των κραυγών του θα τιμωρηθεί παίρνοντας λιγότερη τροφή, οπότε είναι πιθανό να πεθάνει από πείνα. Όμως η ένταση των φωνών των νεοσσών δεν αυξάνεται απεριόριστα για άλλους λόγους. Λόγου χάρη, οι δυνατές φωνές όχι μόνο προσελκύουν την προσοχή των αρπακτικών αλλά και καταναλώνουν ενέργεια.

Μερικές φορές, όπως είδαμε, κάποιο από τα μικρά μιας γέννας είναι καχεκτικό, πολύ πιο μικρόσωμο από τα άλλα. Δεν είναι σε θέση να αγωνιστεί με τις δικές του δυνάμεις για την τροφή του όπως τα άλλα αδέρφια του και συχνά πεθαίνει. Εχουμε δει με ποιες προϋποθέσεις θα συνέφερε τη μητέρα να αφήσει το καχεκτικό μικρό να πεθάνει. Διαισθητικά, θα μπορούσαμε να υποθέσουμε ότι το καχεκτικό θα συνέχιζε να αγωνίζεται ως τα τελευταία του. Η θεωρία όμως δεν προβλέπει ρ ότι κάτι τέτοιο θα συμβεί υποχρεωτικά. Αν είναι τόσο μικρό και αδύναμο ώστε η προσδοκία ζωής του να έχει ελαττωθεί στο σημείο όπου το όφελός του από τη γονική επένδυση σ' αυτό υπολείπεται του μισού οφέλους που θα έχουν τα άλλα μικρά από την ίδια επένδυση, το καχεκτικό ζώο θα πεθάνει ήσυχα και με τη θέλησή του. Μ' αυτή την πράξη του ωφελεί πολύ τα γονιδιαία του. Αυτό σημαίνει ότι ένα γονίδιο που δίνει την οδηγία «σώμα, αν είσαι πολύ πιο αδύναμο από τα αδέρφια σου της ίδιας γέννας, παράτησε τον αγώνα και πέθανε», θα είναι επιτυχημένο στη γονιδιακή δεξαμενή γιατί υπάρχει 50% πιθανότητα να βρίσκεται στο σώμα κάθε αδελφού και αδελφής που σώζεται, ενώ οι πιθανότητες να επιβιώσει στο σώμα του καχεκτικού είναι οπωσδήποτε πολύ μικρές. Στη ζωή ενός καχεκτικού είναι οπωσδήποτε πολύ μικρές. Στη ζωή ενός

καχεκτικού πρέπει να υπάρχει ένα σημείο χωρίς επιστροφή. Πριν φτάσει σ' αυτό, θα μπορούσε να συνεχίσει να παλεύει. Μόλις όμως φτάσει, πρέπει να παραιτηθεί και, καλύτερα, να αφηθεί να φαγωθεί από τα αδέρφια του ή τους γονείς του.

Όταν συζητούσαμε τη θεωρία του Lack για τον άριστο αριθμό παιδιών μιας γέννας, δεν μίλησα για τη λογική στρατηγική που πρέπει να ακολουθήσει μια μητέρα η οποία δεν έχει αποφασίσει πόσα αυγά θα γεννήσει αυτό το χρόνο. Αυτή η στρατηγική θα ήταν να κάνει ένα περισσότερο απ' όσα «φαντάζεται» ότι είναι ο άριστος αριθμός. Κατόπιν, αν η συγκομιδή της χρονιάς είναι καλύτερη από την προβλεπόμενη, θα μεγαλώσει ένα επιπλέον μικρό. Αν όχι, μπορεί να περιορίσει τις ζημιές. Αν, λόγω χάρη, φροντίζει πάντα να ταΐζει προσεχτικά τα μικρά με την ίδια σειρά, ας πούμε κατά σειρά μεγέθους, βλέπει ότι ένα από αυτά, πιθανώς το μικρόσωμο, δεν αργεί να πεθάνει, οπότε δεν ξοδεύεται άλλη τροφή γι' αυτό εκτός από την αρχική επένδυση για τη λέκιθο του αυγού του ή για κάτι ισοδύναμο. Από την άποψη της μητέρας, αυτό ερμηνεύει το φαινόμενο της παρουσίας του καχεκτικού, η οποία είναι το αντίκρισμα του τζόγου της μητέρας κι έχει παρατηρηθεί σε πολλά πουλιά.

Χρησιμοποιώντας την παρουσίασή μας ότι ένα συγκεκριμένο ζώο είναι μια μηχανή επιβίωσης που συμπεριφέρεται σαν να είχε «σκοπό» να διατηρεί τα γονίδια του, μπορούμε να μιλάμε για σύγκρουση ανάμεσα σε γονείς και παιδιά, για τη μάχη των γενεών. Η μάχη είναι λεπτή, και οι δύο πλευρές χρησιμοποιούν όλα τα μέσα. Το παιδί δεν χάνει καμιά ευκαιρία να εξαπατήσει. Θα προσποιηθεί ότι πεινάει περισσότερο απ' όσο πραγματικά, ότι είναι μικρότερο απ' όσο είναι ή ότι κινδυνεύει περισσότερο απ' όσο στ' αλήθεια. Είναι πολύ μικρό και αδύναμο για να επιβληθεί με τη βία στους γονείς του, χρησιμοποιεί όμως κάθε ψυχολογικό όπλο που έχει στη διάθεσή του : λέει ψέματα, δολιεύεται, εξαπατά, εκμεταλλεύεται φτάνοντας στο σημείο όπου αρχίζει να ζημιώνει τους συγγενείς του περισσότερο απ' όσο θα επέτρεπε η γενετική του συγγένεια μ' αυτούς. Από την άλλη πλευρά, οι γονείς πρέπει να βρίσκονται σε επιφυλακή ώστε να μην ξεγελαστούν από την κοροϊδία και την απάτη. Αυτό φαίνεται πως είναι εύκολο. Αν ο γονιός ξέρει ότι πιθανώς το παιδί του ψεύδεται ως προς το πόσο πεινάει, μπορεί να εφαρμόσει την τακτική να το τρέφει με σταθερές ποσότητες χωρίς να του δίνει περισσότερη τροφή, ακόμη κι αν συνεχίζει να φωνάζει. Εντούτοις, η δυσκολία μ' αυτή την τακτική είναι ότι το παιδί μπορεί να μην ψεύδεται. Αν λοιπόν πεθάνει επειδή δεν τράφηκε επαρκώς, ο γονιός θα χάσει μερικά από τα πολύτιμα γονίδια του. Τα άγρια πουλιά μπορεί να πεθάνουν αν μείνουν χωρίς τροφή έστω και για λίγες ώρες.

Ο A. Zahavi ανέφερε έναν σατανικό τύπο εκβιασμού : το παιδί ξεφωνίζει κατά τέτοιο τρόπο ώστε να προσελκύσει σκόπιμα τα αρπακτικά στο μέρος όπου βρίσκεται η φωλιά. Το μικρό πουλί λέει : «Αλεπού, αλεπού, έλα και πάρε με». Ο μόνος τρόπος για το γονιό να σταματήσει τα ξεφωνητά είναι να του δώσει τροφή. Έτσι το μικρό κερδίζει περισσότερη τροφή από το κανονικό μερίδιό του, με αντάλλαγμα κάποιο κίνδυνο τη ζωής του. Αυτή η σκληρή τακτική είναι η ίδια με εκείνη των αεροπειρατών που απειλούν να ανατινάξουν το αεροπλάνο, και μαζί μ' αυτό να ανατιναχθούν και οι ίδιοι αν δεν τους δοθεί κάποιο αντάλλαγμα. Αμφιβάλλω αν η εξέλιξη μπορούσε ποτέ να ευνοήσει μια τέτοια τακτική, όχι επειδή είναι πολύ σκληρή αλλά επειδή δεν πιστεύω ότι συμφέρει τον μικρό εκβιαστή. Αν πραγματικά έρθει το αρπακτικό, θα χάσει πάρα πολλά. Αυτό είναι ξεκάθαρο όταν πρόκειται για ένα μόνο μικρό, που είναι η περίπτωση του παραδείγματος του Zahavi. Ανεξάρτητα από το ποσό που έχει επενδύσει σ' αυτό η μητέρα του, πρέπει να αποτιμά τη ζωή του περισσότερο απ' όσο την αποτιμά η μητέρα του, γιατί αυτή έχει τα μισά από τα γονίδια του. Αλλά η τακτική αυτή δεν θα απέδιδε και στην περίπτωση που ο εκβιαστής δεν ήταν μόνος του αλλά ένα από τα εύτρωτα μικρά που βρίσκονται στην ίδια φωλιά, γιατί ο εκβιαστής «διακυβεύει» 50% του γενετικού υλικού που υπάρχει στον κάθε αδελφό του που επίσης κινδυνεύουν, και 100% του δικού του. Υποθέτω ότι η θεωρία θα μπορούσε να λειτουργήσει αν το πιθανότερο αρπακτικό είχε τη συνήθεια να αρπάζει μόνο τον μεγαλύτερο νεοσσό μιας φωλιάς. Τότε θα συνέφερε τον μικρότερο να χρησιμοποιήσει την απειλή του καλέσματος του αρπακτικού, επειδή δεν θα κινδύνευε πολύ το ίδιο. Αυτό είναι ανάλογο με το να

στρέψετε ένα πιστόλι στο κεφάλι του αδελφού σας αντί να απειλήσετε ότι θα πυροβολήσετε το δικό σας.

Η τακτική του εκβιασμού είναι πιθανότερο να συμφέρει έναν μικρό κούκο. Είναι γνωστό ότι τα θηλυκά των κούκων γεννούν από ένα αυγό σε ξένες φωλιές και αφήνουν στους ανυποψίαστους θετούς γονείς, που ανήκουν σε εντελώς διαφορετικά είδη, τη φροντίδα να μεγαλώσουν τον μικρό κούκο. Συνεπώς, ο μικρός κούκος δεν διακυβεύει κανένα γονίδιο του στα θετά αδέρφια του. (Σε μερικά είδη κούκων τα μικρά, εξαιτίας κάποιου καταχθόνιου λόγου που θα δούμε αργότερα, δεν έχουν καθόλου θετά αδέρφια. Προς το παρόν θα ασχοληθούμε με εκείνα τα είδη όπου συνυπάρχουν θετά αδέρφια με τον μικρό κούκο). Αν ένας νεοσσός κούκος φώναζε τόσο δυνατά ώστε να προσελκύσει αρπακτικά, μπορεί να έχανε βέβαια πολλά – τη ζωή του – αλλά η θετή μητέρα του θα έχανε πολύ περισσότερα, ίσως και 4 μικρά της. Θα τη συνέφερε επομένως να του δώσει μεγαλύτερο μερίδιο τροφής, και αυτό το κέρδος του κούκου θα αντιστάθμιζε τον κίνδυνο.

Σ' αυτό το σημείο θα ήταν χρήσιμο να επανέλθουμε στην αξιόπιστη γλώσσα των γονιδίων για να σιγουρευτούμε ότι οι υποκειμενικές παρομοιώσεις δεν μας απομάκρυναν από το θέμα μας. Τι εννοούμε πραγματικά όταν λέμε ότι οι νεοσσοί κούκοι «εκβιάζουν» τους θετούς γονείς τους φωνάζοντας : «Αρπακτικό, αρπακτικό, έλα να με πάρεις μαζί με τα θετά αδέρφια μου ;». Στη γλώσσα των γονιδίων σημαίνει τα εξής :

Τα γονίδια του κούκου για δυνατές κραυγές έγιναν πολυάριθμα στη γονιδιακή δεξαμενή του κούκου, επειδή με τις δυνατές φωνές μεγάλωσαν οι πιθανότητες να τρέφουν οι θετοί γονείς τους μικρούς κούκους. Ο λόγος που οι θετοί γονείς αποκρίθηκαν στις κραυγές μ' αυτόν τον τρόπο ήταν ότι τα γονίδια για την απόκριση στις φωνές διαδόθηκαν στη γονιδιακή δεξαμενή των θετών ειδών. Τα συγκεκριμένα γονίδια διαδόθηκαν επειδή οι θετοί γονείς που δεν έδιναν επιπλέον τροφή στους κούκους, μεγάλωναν λιγότερα δικά τους παιδιά – λιγότερα από τους ανταγωνιστές γονείς που έδιναν μεγαλύτερο μερίδιο στους κούκους. Κι αυτό γιατί τα αρπακτικά προσελκύονταν στις φωλιές από τις κραυγές του μικρού κούκου. Μολονότι τα γονίδια του κούκου για να μην τσιρίζουν είχαν μικρότερες πιθανότητες να καταλήγουν στο στομάχι του αρπακτικού συγκριτικά με τα γονίδια «για» τις φωνές, οι κούκοι που δεν τσιρίζουν τιμωρήθηκαν περισσότερο αφού δεν τρέφονταν επιπλέον. Συνεπώς τα «φωνασκούντα» γονίδια διαδόθηκαν στη γονιδιακή δεξαμενή του κούκου.

Παρόμοια αλυσίδα γενετικών συλλογισμών σύμφωνη με την παραπάνω μάλλον υποκειμενική επιχειρηματολογία, θα έδειχνε ότι μολονότι ένα εκβιαστικό γονίδιο θα μπορούσε να εξαπλωθεί στη γονιδιακή δεξαμενή του κούκου, είναι απίθανο να εξαπλωνόταν στη γονιδιακή δεξαμενή ενός κοινού είδους, τουλάχιστον όχι εξαιτίας του ειδικού λόγου ότι προσελκύονται τα αρπακτικά. Φυσικά, όπως είδαμε, σε ένα κοινό είδος μπορεί να υπάρχουν άλλοι λόγοι για την εξάπλωση των φωνασκούντων γονιδίων και παρεμπιπτόντως να έχουν αποτέλεσμα την περιστασιακή προσέλκυση αρπακτικών. Όμως, εδώ, η επιλεκτική επίδραση της αρπαγής, αν υπήρχε, θα ήταν προς την κατεύθυνση να μειωθεί η ένταση των φωνών. Στην υποθετική περίπτωση των κούκων, η καθαρή επίδραση των αρπακτικών, όσο παράδοξο και αν φαίνεται εκ πρώτης όψεως, θα ήταν να κάνει δυνατότερες τις φωνές.

Δεν υπάρχει καμιά ένδειξη, θετική ή αρνητική ότι οι κούκοι και άλλα πουλιά με ανάλογες συνήθειες «παρασιτικής επώασης» ακολουθούν πραγματικά την τακτική του εκβιασμού. Σίγουρα όμως δεν τους λείπει η σκληρότητα. Για παράδειγμα, υπάρχουν μελισσοουργοί που, όπως οι κούκοι, γεννούν τα αυγά τους σε φωλιές άλλων ειδών. Ο νεοσσός μελισσοουργός διαθέτει ράμφος αιχμηρό σαν άγκιστρο. Μόλις εκκολαφθεί και ενώ ακόμη είναι τυφλός, γυμνός και γενικά αδύναμος, ραμφίζει και τραυματίζει μέχρι θανάτου τα θετά αδέρφια του : τα νεκρά αδέρφια δεν ανταγωνίζονται για τροφή ! Ο κοινός βρετανικός κούκος φτάνει στο ίδιο αποτέλεσμα με κάπως διαφορετικό τρόπο. Ο χρόνος επώασης του είναι μικρός και εκκολάπτεται πριν από τα θετά αδέρφια του. Μόλις εκκολαφθεί, τυφλά και μηχανικά αλλά με καταστροφική αποτελεσματικότητα πετά τα άλλα αυγά έξω από τη φωλιά. Τρυπώνει κάτω από ένα αυγό και το φέρνει σε μια

κοιλότητα στη ράχη του. Κατόπιν σέρνεται αργά ως το χείλος της φωλιάς, ισορροπώντας το αυγό ανάμεσα στα υποτυπώδη φτερά του, και το ρίχνει έξω στο έδαφος. Κι αυτό το επαναλαμβάνει με όλα τα αυγά ώσπου τελικά γίνεται ο μοναδικός κάτοικος της φωλιάς, κερδίζοντας έτσι την αποκλειστική φροντίδα των θετών γονιών του.

Οι Ισπανοί F. Alvarez, L. Agias de Reyna και H. Segura ανακοίνωσαν ένα από τα σημαντικότερα γεγονότα που έμαθα στα τελευταία χρόνια. Ερευνούσαν την ικανότητα των δυνητικών θετών γονέων – δυνητικών θυμάτων των κούκων – στην αναγνώριση παρείσακτων αυγών ή νεοσσών κούκων. Στην πορεία των πειραμάτων τους τοποθετούσαν σε φωλιές κίσσας αυγά και νεοσσούς κούκων, και, για σύγκριση, αυγά και νεοσσούς άλλων ειδών, π.χ. χελιδονιών. Σε μια περίπτωση έβαλαν στη φωλιά μιας κίσσας ένα μικρό χελιδονάκι. Την επόμενη μέρα παρατήρησαν ότι ένα από τα αυγά της κίσσας ήταν στο έδαφος ακριβώς κάτω από τη φωλιά. Δεν είχε σπάσει, κι έτσι το μάζεψαν και το ξανάβαλαν στη φωλιά και περίμεναν να δουν τι θα γίνει. Αυτό που παρατήρησαν έχει μεγάλη σημασία. Το χελιδονάκι συμπεριφερόμενο ακριβώς σαν μικρός κούκος ξαναπέταξε έξω το αυγό. Το ξανάβαλαν και επανελήφθη η ίδια ιστορία. Το χελιδονάκι χρησιμοποιούσε τη μέθοδο του κούκου : ισορροπούσε το αυγό στη ράχη του ανάμεσα στα φτερά του και οπισθοχωρώντας ως την άκρη της φωλιάς έριχνε έξω το αυγό.

Ο Alvarez και οι συνάδελφοί του, ίσως με περίσκεψη, δεν προσπάθησαν να ερμηνεύσουν την εκπληκτική παρατήρησή τους. Πως ήταν δυνατό να εξελιχθεί αυτή η συμπεριφορά στη γονιδιακή δεξαμενή του χελιδονιού ; Πρέπει να αντιστοιχεί σε κάτι συνηθισμένο στη ζωή των χελιδονιών. Οι νεοσσοί των χελιδονιών δεν είναι συνηθισμένοι να βρίσκονται μέσα σε φωλιές κίσσας. Κανονικά, ουδέποτε βρίσκονται σε ξένη φωλιά. Μήπως αυτή η συμπεριφορά είναι το αντίστοιχο μιας εξελιγμένης προσαρμογής εναντίον των κούκων ; Μήπως η φυσική επιλογή ευνόησε μια πολιτική αντεπίθεσης στη γονιδιακή δεξαμενή του χελιδονιού, δηλαδή γονίδια για να προσβάλλεται ο κούκος με τα δικά του όπλα ; Είναι γεγονός ότι οι κούκοι δεν παρασιτούν στις φωλιές των χελιδονιών. Ίσως αυτή να είναι και η εξήγηση. Σύμφωνα μ' αυτή τη θεωρία, τα αυγά της κίσσας στο παραπάνω πείραμα, συμπτωματικά, έτυχαν της ίδιας μεταχείρισης, όπως τα αυγά του κούκου, πιθανώς γιατί είναι μεγαλύτερα από τα αυγά του χελιδονιού. Αν όμως τα χελιδονάκια μπορούν να κάνουν τη διάκριση ανάμεσα σ' ένα μεγάλο αυγό και σ' ένα κανονικό αυγό χελιδονιού, σίγουρα θα μπορούσε να κάνει το ίδιο και η μητέρα. Σ' αυτή την περίπτωση γιατί η μητέρα δεν πετάει έξω τα αυγά του κούκου, αφού θα το έκανε ευκολότερα από τα παιδιά της ; Την ίδια παρατήρηση θα κάναμε και για τη θεωρία που λέει ότι η κανονική συμπεριφορά των μικρών χελιδονιών συνίσταται στο να απομακρυνθούν τα κλούβια αυγά ή άλλα ξένα αντικείμενα από τη φωλιά. Ακόμη μια φορά, αυτή η δουλειά θα μπορούσε – και μπορεί – να γίνει καλύτερα από τους γονείς. Το γεγονός ότι οι δύσκολοι και επιδέξιοι χειρισμοί που απαιτούνται για την απόρριψη των αυγών εκτελούνται από αδύναμα και αβοήθητα χελιδονάκια και όχι από ενήλικα χελιδόνια, που σίγουρα θα τα κατάφερναν καλύτερα, με οδηγεί στο συμπέρασμα ότι, από τη σκοπιά του γονιού, τα μικρά δεν κάνουν καθόλου καλά.

Νομίζω πως η αληθινή εξήγηση δεν έχει καμιά σχέση με τους κούκους. Ίσως είναι ανατριχιαστικό, αλλά μήπως τα μικρά χελιδονάκια κάνουν το ίδιο και μεταξύ τους ; Εφόσον το πρωτότοκο θα ανταγωνιστεί με όσα αδέρφια του δεν έχουν εκκολαφθεί ακόμη για τη γονική επένδυση, θα πλεονεκτούσε αν άρχιζε τη ζωή του ρίχνοντας έξω από τη φωλιά τα άλλα αυγά.

Η θεωρία του Lack για τον άριστο αριθμό αυγών εξετάζει τα πράγματα από τη σκοπιά του γονιού. Αν είμαι μια μητέρα χελιδόνι, ο άριστος αριθμός από τη δική μου άποψη είναι, ας πούμε, πέντε αυγά. Αν είμαι όμως ένα χελιδονάκι, ο άριστος αριθμός μου είναι μικρότερος, υπό τον όρο ότι σ' αυτόν θα περιλαμβάνομαι και εγώ ! Η μητέρα έχει μια ορισμένη ποσότητα πόρων και «επιθυμεί» να τους μοιράσει δίκαια στα πέντε μικρά. Όμως κάθε μικρό θέλει μεγαλύτερο μερίδιο από το ένα πέμπτο. Αντίθετα με τον κούκο, δεν τα θέλει όλα για λογαριασμό του εξαιτίας της συγγένειας που έχει με τα άλλα μικρά. Εντούτοις θέλει περισσότερο από το ένα πέμπτο. Ρίχνοντας έξω από τη φωλιά ένα αυγό θα καρπωθεί το ένα τέταρτο και πετώντας άλλο ένα, το ένα τρίτο. Αν αυτά τα

μεταφράζαμε στη γλώσσα των γονιδίων, θα λέγαμε ότι ένα αδελφοκτόνο γονίδιο σίγουρα θα εξαπλωνόταν στη γονιδιακή δεξαμενή, γιατί έχει 100% πιθανότητα να βρίσκεται στο σώμα του αδελφοκτόνου ατόμου και μόνο 50% στο σώμα του θύματός του.

Η κύρια αντίρρηση σ' αυτή τη θεωρία είναι ότι δυσκολευόμαστε να πιστέψουμε πως ως τώρα ουδείς παρατήρησε αν υπήρξε πραγματικά τέτοια σατανική συμπεριφορά. Όμως αυτή η αντίρρηση δεν πείθει. Σε διάφορα μέρη του κόσμου υπάρχουν διάφορες ράτσες χελιδονιών. Είναι γνωστό ότι η ισπανική ράτσα διαφέρει, λόγω χάρη, από τη βρετανική σε ορισμένα σημεία, και ότι δεν έχει μελετηθεί τόσο προσεκτικά όσο η βρετανική. Υποθέτω ότι η αδελφοκτονία συμβαίνει αλλά δεν επισημάνθηκε.

Εδώ προτείνω μια τόσο απίθανη ιδέα όπως η υπόθεση της αδελφοκτονίας επειδή θέλω να γενικεύσω : δηλαδή η σκληρή συμπεριφορά ενός μικρού κούκου είναι μια ακραία περίπτωση της εν γένει συμπεριφοράς μέσα στις οικογένειες. Τα κανονικά αδέρφια έχουν μεγαλύτερη συγγένεια μεταξύ τους απ' αυτή που έχει ο κούκος με τα θετά αδέρφια του, και η διαφορά συμπεριφοράς είναι μόνο ζήτημα βαθμού. Ακόμη κι αν δεν παραδεχτούμε πως θα ήταν δυνατό να εξελιχθεί απροκάλυπτη αδελφοκτονία, πρέπει να υπάρχουν πολλές μικρότερης σημασίας περιπτώσεις εγωισμού όπου το κόστος για το παιδί, εξαιτίας της απώλειας αδελφών του, αντισταθμίζεται από το δικό του όφελος σε σχέση μεγαλύτερη από δύο προς ένα. Σε τέτοιες περιπτώσεις, όπως στο παράδειγμα του χρόνου απογαλακτισμού, ανάμεσα στο γονιό και το παιδί υπάρχει πραγματική σύγκρουση συμφερόντων.

Ποιος είναι ο πιθανότερος νικητής στη μάχη των γενεών ; Ο R.D. Alexander έγραψε μια ενδιαφέρουσα μελέτη όπου υποστηρίζει ότι στο παραπάνω ερώτημα υπάρχει γενική απάντηση. Κατά την άποψή του, νικητής θα είναι πάντα ο γονιός. Αν όμως αυτό συμβαίνει πραγματικά, τότε χάνετε σίγουρα το χρόνο σας διαβάζοντας το παρόν κεφάλαιο. Αν έχει δίκιο ο Alexander, τα πιο ενδιαφέροντα πορίσματά του είναι τα εξής : Η αλτρουιστική συμπεριφορά εξελίσσεται όχι εξαιτίας του οφέλους των γονιδίων του ίδιου του ατόμου αλλά μόνο λόγω του οφέλους των γονιδίων του ίδιου του γονιού. Ο γονικός χειρισμός – για να χρησιμοποιήσω έναν όρο του Alexander – γίνεται εναλλακτική εξελικτική αιτία της αλτρουιστικής συμπεριφοράς, ανεξάρτητη από την άμεση επιλογή συγγενών. Είναι λοιπόν σημαντικό να εξετάσουμε τη συλλογιστική του Alexander και να πειστούμε ότι καταλαβαίνουμε γιατί έχει λάθος. Αυτό θα μπορούσε να γίνει με τα μαθηματικά αλλά σ' αυτό το βιβλίο κατά κανόνα τα αποφεύγουμε. Είναι όμως δυνατό να δώσουμε μια διαισθητική ιδέα σε ποιο σημείο της θέσης του Alexander βρίσκεται το λάθος.

Η βασική γενετική άποψη του Alexander περιέχεται στο ακόλουθο συντομευμένο απόσπασμα : «Υποθέστε ότι ένα νεαρό άτομο προκαλεί κάποια άνιση διανομή των γονικών πόρων προς όφελός του, με συνέπεια να μειώσει την αναπαραγωγή της μητέρας του. Ένα γονίδιο το οποίο μ' αυτόν τον τρόπο βελτιώνει την προσαρμοστικότητα ενός ατόμου όταν είναι νεαρό, δεν μπορεί να ελαττώσει αυτή την προσαρμοστικότητα όταν το άτομο ενηλικιωθεί, γιατί αν υπήρχαν τέτοια μεταλλαγμένα γονίδια θα παρουσιάζονταν σε μεγαλύτερο ποσοστό στα παιδιά του μεταλλαγμένου ατόμου». Το γεγονός ότι ο Alexander μιλά για ένα πρόσφατο μεταλλαγμένο γονίδιο δεν είναι θεμελιώδες στη συλλογιστική του. Είναι καλύτερα να μιλάμε για ένα σπάνιο γονίδιο που κληροδότησε ο ένας από τους γονείς. Η «ικανότητα προσαρμογής ή προσαρμοστικότητα» είναι ειδικός επιστημονικός όρος που σημαίνει αναπαραγωγική επιτυχία. Ο Alexander λέει ουσιαστικά ο εξής : Ένα γονίδιο που κάνει ένα παιδί να αρπάζει μεγαλύτερο από το γονίδιο που του αναλογεί εις βάρος της ολικής αναπαραγωγής της μητέρας του, μπορεί πραγματικά να αυξήσει τις πιθανότητες επιβίωσής του. Όμως αυτό το γονίδιο θα τιμωρούσε το παιδί όταν γινόταν γονιός γιατί τα παιδιά του θα έτειναν να κληρονομήσουν το εγωιστικό γονίδιο κι αυτό θα μείωνε την αναπαραγωγική επιτυχία του. Θα έπεφτε δηλαδή στη δική του παγίδα. Συνεπώς, το γονίδιο δεν μπορεί να είναι επιτυχημένο, και στη σύγκρουση οι γονείς πρέπει να νικούν πάντα.

Αυτή η συλλογιστική γεννά αμέσως αμφιβολίες γιατί στηρίζεται στην υπόθεση ότι υπάρχει κάποια γενετική ασυμμετρία, η οποία στην πραγματικότητα απουσιάζει. Ο Alexander χρησιμοποιεί τις

λέξεις «γονιός» και «παιδί» σαν να υπήρχε μεταξύ τους θεμελιώδης γενετική διαφορά. Όμως, όπως είδαμε, μολονότι υπάρχουν *πρακτικές* διαφορές ανάμεσα στο γονιό και το παιδί, λόγου χάρη οι γονείς είναι μεγαλύτεροι από τα παιδιά, και τα παιδιά βγαίνουν μέσα από το σώμα των γονιών τους, εντούτοις δεν υπάρχει καμιά θεμελιώδης *γενετική* ασυμμετρία. Ο δείκτης συγγένειας είναι 50%, απ' όποια μεριά και να τον εξετάσετε. Για να εξηγήσω τι εννοώ, θα επαναλάβω τα παραπάνω λόγια του Alexander αλλά θα αντιστρέψω τις λέξεις «γονιός», «νεαρό άτομο» και μερικές άλλες. «Υποθέστε ότι ένας γονιός έχει ένα γονίδιο που προκαλεί *ίση* διανομή των γονικών πόρων. Ένα γονίδιο που βελτιώνει μ' αυτόν τον τρόπο την προσαρμοστικότητα ενός ατόμου όταν είναι γονιός, δεν μπορεί να είχε ελαττωμένη αυτή την προσαρμοστικότητα όταν ήταν *νεαρό*». Φτάνουμε λοιπόν στο αντίθετο συμπέρασμα του Alexander, ότι δηλαδή σε κάθε σύγκρουση γονιού/παιδιού το παιδί πάντα νικά !

Προφανώς, εδώ υπάρχει κάποιο λάθος. Και οι δύο συλλογισμοί διατυπώθηκαν πολύ απλοϊκά. Σκοπός της αντιστροφής που έκανα δεν ήταν να αποδείξω αντίθετη άποψη από εκείνη του Alexander, αλλά απλώς να δείξω ότι δεν μπορείτε να βασίζεστε σε τέτοιου είδους τεχνητή ασυμμετρία. Η συλλογιστική του Alexander, όπως και η αντίστροφη δική μου, κάνουν το σφάλμα να αντιμετώπιζουν τα πράγματα από τη σκοπιά ενός *ατόμου* : του γονιού στην περίπτωση του Alexander, και του παιδιού στη δική μου. Πιστεύω πως αυτού του είδους σφάλματα γίνονται πολύ εύκολα όταν χρησιμοποιούμε τον επιστημονικό όρο «προσαρμοστικότητα». Γι αυτό ακριβώς απέφυγα να τον χρησιμοποιήσω στο βιβλίο μου. Στην πραγματικότητα, μόνο ένα πράγμα μετρά στην εξέλιξη : το εγωιστικό γονίδιο. Η επιλογή γονιδίων σε νεαρά άτομα θα γίνει με βάση την επιτηδειότητά τους να ξεγελούν τα σώματα των γονιών, και η επιλογή γονιδίων σε ώριμα άτομα θα γίνει με βάση την ικανότητά τους να ξεγελούν τους νέους. Δεν υπάρχει τίποτε το παράδοξο στο γεγονός ότι τα ίδια γονίδια βρίσκονται διαδοχικά σ' ένα νεαρό κι ένα γονικό σώμα. Τα γονίδια επιλέγονται από την ικανότητά τους να χρησιμοποιούν με τον καλύτερο τρόπο τους μοχλούς ισχύος που έχουν στη διάθεσή τους : θα εκμεταλλευτούν όλες τις ευκαιρίες που τους παρουσιάζονται στην πράξη. Όταν ένα γονίδιο βρίσκεται σε κάποιο νεαρό σώμα, οι πρακτικές ευκαιρίες είναι διαφορετικές από εκείνες που του παρουσιάζονται όταν βρίσκεται σε γονικό σώμα. Συνεπώς, η βέλτιστη τακτική του γονιδίου θα είναι διαφορετική στις δύο φάσεις της σωματικής ζωής του. Δεν υπάρχει λόγος να υποθέσουμε, όπως κάνει ο Alexander, ότι η μετέπειτα βέλτιστη τακτική ανατρέπει υποχρεωτικά την προηγούμενη.

Υπάρχει κι άλλος τρόπος να διατυπώσουμε τη συλλογιστική ενάντια στον Alexander, ο οποίος δέχεται σιωπηρά μια ψευδή ασυμμετρία στη σχέση γονιού/παιδιού σε αντίθεση με τη σχέση αδελφού/αδελφής. Θα θυμάστε ότι, σύμφωνα με τον Trivers, το κόστος για ένα εγωιστικό παιδί που παίρνει περισσότερο από το μερίδιο που του αναλογεί, και που αποτελεί το λόγο για τον οποίο δεν παίρνει πάνω από ένα συγκεκριμένο σημείο, είναι ο κίνδυνος να χάσει αδέρφια που το καθένα τους έχει κοινά τα μισά γονίδια του. Όμως τα αδέρφια είναι ειδική περίπτωση συγγενών με συγγένεια 50%. Τα μελλοντικά παιδιά του εγωιστικού παιδιού δεν είναι περισσότερο ούτε λιγότερο «πολύτιμα» από τους αδελφούς και τις αδελφές του. Συνεπώς, το ολικό καθαρό κόστος από την υφαρπαγή μεριδίου αγαθών μεγαλύτερου από το κανονικό πρέπει να μετρηθεί με την απώλεια όχι μόνο αδελφών αλλά και μελλοντικών απογόνων εξαιτίας του μεταξύ τους εγωισμού. Η άποψη του Alexander ότι το μειονέκτημα του εγωισμού των ανηλίκων θα εξαπλωθεί στα παιδιά σας και θα μειώσει μακροπρόθεσμα την αναπαραγωγή σας είναι σωστή, αυτό όμως που σημαίνει είναι απλώς ότι πρέπει να προσθέσουμε το αποτέλεσμα στην πλευρά του κόστους της εξίσωσης. Εξακολουθεί να συμφέρει ένα παιδί να είναι εγωιστικό εφόσον το καθαρό όφελος είναι τουλάχιστον ίσο με το μισό του καθαρού κόστους σε στενούς συγγενείς. Όμως στους «στενούς συγγενείς» δεν πρέπει να υπολογίζονται μόνο τα αδέρφια αλλά και τα μελλοντικά παιδιά του. Ένα άτομο πρέπει να λογαριάζει ότι η ευημερία του «αξίζει» δύο φορές περισσότερο από την ευημερία των αδελφών του, κι αυτό είναι η βασική παραδοχή του Trivers. Αξίζει όμως δύο φορές περισσότερο και από τα μελλοντικά παιδιά του. Δεν είναι λοιπόν σωστό το συμπέρασμα του

Alexander ότι κατά τη σύγκρουση συμφερόντων οι γονείς διαθέτουν ένα θεμελιώδες πλεονέκτημα.

Ο Alexander εκτός από τη θεμελιώδη γενετική θέση του έχει και πρακτικότερα επιχειρήματα στηριζόμενα στην αναμφισβήτητη ασυμμετρία της σχέσης γονιού/παιδιού. Ο γονιός είναι ο ενεργός εταίρος που αναλαμβάνει στην πράξη να φέρει την τροφή και άλλα αγαθά. Συνεπώς είναι σε θέση να ρυθμίζει τα πράγματα. Αν ο γονιός αποφασίσει να σταματήσει να εργάζεται, το παιδί δεν μπορεί να επηρεάσει σχεδόν καθόλου τα πράγματα, γιατί είναι μικρό και δεν μπορεί να ανταποδώσει. Συνεπώς, ο γονιός μπορεί να επιβάλλει τη θέλησή του ανεξάρτητα από τις επιθυμίες του παιδιού. Προφανώς, ο συλλογισμός μας είναι σωστός αφού σ' αυτή την περίπτωση η ασυμμετρία στην οποία στηρίζεται είναι πραγματική. Οι γονείς είναι πραγματικά μεγαλύτεροι, δυνατότεροι, και ξέρουν τον κόσμο καλύτερα από τα παιδιά. Φαίνεται πως κρατούν όλα τα καλά χαρτιά. Όμως και τα παιδιά έχουν μερικούς άσους στα μανίκια τους. Για παράδειγμα, είναι σημαντικό να ξέρει ο γονιός πόσο πεινά κάθε παιδί του, ώστε να κάνει αποτελεσματικότερη τη μοιρασιά της τροφής. Θα μπορούσε φυσικά να τη μοιράσει εξίσου σε όλα, αλλά και στον ιδανικότερο κόσμο αυτό θα ήταν λιγότερο αποδοτικό από ένα σύστημα στο οποίο θα δινόταν λίγη παραπάνω τροφή σε όσα θα τη χρησιμοποιούσαν καλύτερα από φυσικού τους. Ένα σύστημα στο οποίο κάθε παιδί θα πληροφορούσε το γονιό πόσο πεινάει, θα ήταν ιδανικό για το γονιό. Όπως είδαμε, φαίνεται πως έχει εξελιχθεί ένα τέτοιο σύστημα. Όμως τα παιδιά έχουν το μεγάλο πλεονέκτημα να μπορούν να λένε ψέματα, γιατί ξέρουν πόσο ακριβώς πεινούν ενώ οι γονείς μπορούν μόνο να *μαντέψουν* αν το παιδί λέει αλήθεια ή ψέματα. Μολονότι ο γονιός μπορεί να αντιληφθεί ένα χοντρό ψέμα, είναι σχεδόν αδύνατο να αποκαλύψει κάποιο μικρό ψεματάκι.

Είναι όμως πλεονέκτημα για το γονιό να ξέρει και πότε το παιδί είναι ευχαριστημένο, όπως είναι καλό για το παιδί να εκφράζει στους γονείς του πότε είναι ευχαριστημένο. Σήματα όπως το γουργούρισμα και το χαμόγελο έχουν προκύψει από την επιλογή, επειδή επιτρέπουν στους γονείς να μαθαίνουν ποιες ενέργειές τους ωφελούν τα παιδιά τους και ποιες όχι. Το χαμόγελο του παιδιού της ή το γουργούρισμα του μικρού γατιού είναι για τη μητέρα μια ανταμοιβή, με την ίδια έννοια της ανταμοιβής ενός ποντικιού όταν τρώει την τροφή που βρίσκεται στο τέρμα του λαβύρινθου [Σε εργαστήρια όπου μελετάται η μνήμη και η ικανότητα μάθησης των ποντικιών, χρησιμοποιούνται τεχνητοί λαβύρινθοι : πειραματόζωα ανταμείβονται με τροφή όταν βρίσκουν τη σωστή έξοδο. (Σ.τ.μ.)].

Επομένως, στο ερώτημα ποιος είναι ο πιθανότερος νικητής στη μάχη των γενεών, δεν υπάρχει γενική απάντηση. Το τελικό αποτέλεσμα είναι μια συμβιβαστική κατάσταση ανάμεσα σε δύο ιδανικές καταστάσεις : αυτή που επιθυμεί το παιδί και αυτή που επιθυμεί ο γονιός. Είναι μια μάχη που μπορεί να συγκριθεί με εκείνη ανάμεσα στον κούκο και τον θετό γονιό, όχι βέβαια τόσο άγρια, γιατί εδώ οι αντίπαλοι έχουν μερικά κοινά γενετικά συμφέροντα – είναι αντίπαλοι ως ένα σημείο ή για κάποιες ειδικές εποχές. Εντούτοις, πολλές από τις τακτικές των κούκων, τακτικές εξαπάτησης και εκμετάλλευσης, τις εφαρμόζουν τα μικρά στους γονείς τους, μολονότι διακόπτουν κάποτε την ολοκληρωτική εγωιστική συμπεριφορά του κούκου.

Στο παρόν κεφάλαιο, καθώς και στο επόμενο, όπου θα συζητήσουμε τη σύγκρουση μεταξύ συζύγων, περιγράψουμε γεγονότα που ίσως φανούν φοβερά και πιθανώς να δυσαρεστήσουν τους γονείς – ανθρώπους που δείχνουν μεγάλη αφοσίωση στα παιδιά τους και μεταξύ τους. Για μια φορά ακόμη πρέπει να τονίσω ότι δεν μιλώ για συνειδητά κίνητρα. Ουδείς ισχυρίζεται ότι τα παιδιά εξαπατούν σκόπιμα και συνειδητά τους γονείς τους εξαιτίας των εγωιστικών γονιδίων τους. Πρέπει να επαναλάβω ότι όταν λέω, λόγου χάρη, «ένα παιδί δεν χάνει την ευκαιρία να κοροϊδέψει, να πει ψέματα, να εξαπατήσει, να εκμεταλλευτεί...», χρησιμοποιώ τις λέξεις «δεν χάνει την ευκαιρία» με ειδική έννοια. Δεν υποστηρίζω ότι η συμπεριφορά αυτού του τύπου είναι επιθυμητή ή ηθική. Απλώς λέω ότι η φυσική επιλογή τείνει να ευνοήσει όσα παιδιά ενεργούν μ' αυτό τον τρόπο. Συνεπώς όταν παρατηρούμε πληθυσμούς ζώων σε φυσική κατάσταση πρέπει να περιμένουμε μέσα στις οικογένειες την κοροϊδία και τον εγωισμό. Η φράση «το παιδί θα

κοροϊδέψει» σημαίνει ότι τα γονίδια που έχουν την τάση να κάνουν το παιδί να κοροϊδεύει, πλεονεκτούν στη γονιδιακή δεξαμενή. Αν χρειαζόταν να βγάλουμε κάποιο ηθικό συμπέρασμα για τους ανθρώπους, αυτό είναι ότι πρέπει να *διδάσκουμε* τον αλtruισμό στα παιδιά μας, γιατί δεν μπορούμε να περιμένουμε ότι συνιστά μέρος της βιολογικής δομής τους.

9. Η ΜΑΧΗ ΤΩΝ ΦΥΛΩΝ

Αν μεταξύ γονιού και παιδιού, που έχουν 50% κοινά γονίδια, υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων, πόσο σοβαρότερη θα είναι η σύγκρουση ανάμεσα σε συζύγους, οι οποίοι δεν έχουν καμιά γενετική συγγένεια ; Το μόνο κοινό τους είναι ότι ο καθένας τους πρόσφερε σε κάθε παιδί τους το 50% του γενετικού υλικού του. Επειδή ο πατέρας και η μητέρα ενδιαφέρονται ο καθένας για λογαριασμό του για την ευημερία του μισού γενετικού υλικού κάθε παιδιού τους, συμφέρει και στους δύο να συνεργαστούν για να μεγαλώσουν τα παιδιά τους. Ομως αν ο ένας γονιός αποφύγει να επενδύσει το κανονικό μερίδιο των πόρων του σε κάθε παιδί, θα βρεθεί σε πλεονεκτικότερη θέση, επειδή θα του μείνουν περισσότερα να ξοδέψει σε άλλα παιδιά που θα τα αποκτήσει με άλλους σεξουαλικούς συντρόφους, και έτσι θα διαδώσει περισσότερα γονίδια του. Μπορούμε λοιπόν να περιμένουμε ότι κάθε σεξουαλικός σύντροφος θα προσπαθεί να εκμεταλλευτεί τον άλλον και θα επιχειρεί να τον εξαναγκάσει να επενδύσει περισσότερα. Θεωρητικά, αυτό που θα «άρεσε» σε κάθε άτομο (δεν εννοώ φυσική απόλαυση, μολονότι κι αυτό θα μπορούσε να συμβαίνει), είναι να συνευρεθεί με όσο το δυνατόν περισσότερα άτομα του αντίθετου φύλου, αφήνοντας κάθε φορά στο σύντροφό του τη φροντίδα να μεγαλώσει τα παιδιά. Όπως θα δούμε, αυτή είναι η κατάσταση πραγμάτων που δημιουργούν τα αρσενικά πολλών ειδών, μολονότι υπάρχουν είδη στα οποία τα αρσενικά μοιράζονται ισότιμα με τα θηλυκά το φορτίο της ανατροφής των παιδιών. Την ιδέα του ανταγωνιστικού συνεταιρισμού των δύο φύλων, ότι δηλαδή είναι μια σχέση αμοιβαίας δυσπιστίας και εκμετάλλευσης, την τόνισε ιδιαίτερα ο Trivers. Πρόκειται για σχετικά νέα άποψη για τους ηθολόγους. Αυτό που είχαμε συνηθίσει να σκεφτόμαστε είναι ότι η συμπεριφορά των φύλων, η συνεύρεση και η ερωτοτροπία που προηγείται, είναι κατά βάση συνεταιριστική επιχείρηση η οποία αναλαμβάνεται προς αμοιβαίο όφελος ή, ακόμη, για το καλό του είδους !

Ας πάμε όμως πολύ πίσω, εντελώς στην αρχή, για να ερευνήσουμε τη θεμελιώδη φύση του αρσενικού και του θηλυκού. Στο τρίτο κεφάλαιο μιλήσαμε για τη διαφορά των φύλων, χωρίς όμως να τονίσουμε τη βασική ασυμμετρία τους. Απλώς δεχτήκαμε ότι μερικά ζώα ονομάζονται αρσενικά και άλλα θηλυκά, δίχως να αναρωτηθούμε τι όντως σημαίνουν αυτές οι λέξεις. Τι το ιδιαίτερο έχει το αρσενικό ; Τι χαρακτηρίζει βασικά το θηλυκό ; Εμείς, ως θηλαστικά, βλέπουμε ότι τα φύλα προσδιορίζονται από ένα σύνολο συνδρόμων χαρακτηριστικών – η ύπαρξη πέους, η τεκνοποιία, ο θηλασμός με γαλακτοφόρους αδένες, κάποιες χρωμοσωμικές διαφορές κ.ο.κ. Αυτά τα κριτήρια καθορισμού του φύλου ενός ατόμου είναι πολύ σωστά για τα θηλαστικά, όμως δεν είναι αξιόπιστα για τα ζώα και τα φυτά εν γένει, όπως δεν είναι κριτήριο του φύλου ενός ανθρώπου τα παντελόνια που φοράει. Στους βατράχους, λόγου χάρη, κανένα φύλο δεν διαθέτει πέος. Έτσι, σ' αυτή την περίπτωση οι λέξεις αρσενικό και θηλυκό δεν έχουν απόλυτη σημασία. Σε τελευταία ανάλυση είναι μόνο λέξεις. Αφού λοιπόν δεν μας βοηθούν να περιγράψουμε τους βατράχους, μπορούμε κάλλιστα να τις εγκαταλείψουμε. Θα μπορούσαμε, αν θέλαμε, να χωρίσουμε αυθαίρετα τους βατράχους σε φύλο 1 και φύλο 2 . Εντούτοις υπάρχει ένα θεμελιώδες χαρακτηριστικό των φύλων το οποίο μπορεί να διαχωρίσει σε αρσενικά και θηλυκά όλους τους οργανισμούς, ζώα και φυτά. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι ότι τα φυλετικά κύτταρα, οι «γαμέτες», είναι πολύ μικρότεροι και πολυαριθμότεροι στα αρσενικά απ' ό, τι στα θηλυκά. Αυτό αληθεύει είτε μιλάμε για ζώα είτε για φυτά. Χάριν ευκολίας χρησιμοποιούμε τη λέξη «θηλυκά» για τα άτομα της ομάδας με μεγάλα φυλετικά κύτταρα. Τα άτομα της άλλης ομάδας, που για ευκολία τα ονομάζουμε αρσενικά, έχουν μικρότερους γαμέτες. Η διαφορά είναι ιδιαίτερα έκδηλη στα ερπετά και τα πτηνά, στα οποία ένα και μόνο κύτταρο, το αυγό, είναι τόσο μεγάλο και θρεπτικό ώστε μπορεί να θρέψει το αναπτυσσόμενο νεογνό για πολλές εβδομάδες. Αλλά και στους ανθρώπους, που το ωάριό τους είναι μικροσκοπικό, είναι κατά πολύ μεγαλύτερο από το σπερματοζωάριο. Θα δούμε ότι μπορούμε να εξηγήσουμε όλες τις άλλες διαφορές ανάμεσα στα φύλα ως αποτέλεσμα αυτής της μοναδικής θεμελιώδους διαφοράς.

Σε ορισμένους πρωτόγονους οργανισμούς, λόγω χάρη σε μερικούς μύκητες, δεν υπάρχουν αρσενικά και θηλυκά άτομα, μολονότι παρατηρείται κάποιου είδους φυλετική αναπαραγωγή. Στο σύστημα που είναι γνωστό ως *ισογαμία*, τα άτομα δεν διακρίνονται από την άποψη του φύλου. Κάθε άτομο μπορεί να ζευγαρώσει με οποιοδήποτε άλλο του είδους του [Μιλάμε για αγενή, μη φυλετική, αναπαραγωγή (Σ.τ.μ.)]. Δεν υπάρχουν δύο διαφορετικά είδη γαμετών (σπέρματα και αυγά), αλλά όλα τα γεννητικά κύτταρα είναι όμοια και ονομάζονται *ισογαμέτες*. Από τη συγχώνευση δύο ισογαμετών που προκύπτουν με μειωτική διαίρεση σχηματίζονται νέα άτομα. Αν έχουμε τρεις ισογαμέτες Α, Β και Γ, ο Α μπορεί να συγχωνευτεί με τον Β ή τον Γ και ο Β με τους Α ή Γ. Αυτό ουδέποτε συμβαίνει στα κανονικά φυλετικά συστήματα. Αν το Α είναι σπέρμα και μπορεί να συγχωνευτεί με το Β ή το Γ, τότε τα Β και Γ πρέπει να είναι αυγά, και το Β δεν μπορεί να συγχωνευτεί με το Γ.

Όταν συγχωνεύονται δύο ισογαμέτες, ο καθένας τους συνεισφέρει στο νέο άτομο τον ίδιο αριθμό γονιδίων και την ίδια ποσότητα αποθέματος τροφής. Τα σπέρματα και τα αυγά συνεισφέρουν επίσης ίσους αριθμούς γονιδίων, αλλά η συνεισφορά των αυγών σε απόθεμα τροφής είναι πολύ μεγαλύτερη : στην πραγματικότητα, τα σπέρματα δεν συνεισφέρουν τίποτε, απλώς «ενδιαφέρονται» να μεταφέρουν τα γονίδιά τους όσο γίνεται γρηγορότερα στο αυγό. Συνεπώς, τη στιγμή της σύλληψης, ο πατέρας επενδύει στους απογόνους μικρότερο από το κανονικό μερίδιο πόρων (λιγότερο δηλαδή από το 50%). Το αρσενικό, επειδή κάθε σπερματοζωάριό του είναι τόσο μικρό, μπορεί να παράγει κάθε μέρα πολλά εκατομμύρια. Αυτό σημαίνει ότι δυνητικά είναι σε θέση, χρησιμοποιώντας διαφορετικά θηλυκά, να αποκτήσει σε μικρό χρονικό διάστημα όσα παιδιά θέλει. Κι αυτό είναι δυνατό μόνο επειδή κάθε νέο έμβρυο εφοδιάζεται με αρκετή τροφή από την αντίστοιχη μητέρα. Όμως αυτό περιορίζει τον αριθμό των παιδιών που μπορεί να αποκτήσει ένα θηλυκό, ενώ ο αριθμός των παιδιών ενός αρσενικού είναι ουσιαστικά απεριόριστος. Σ' αυτό το σημείο αρχίζει η εκμετάλλευση του θηλυκού.

Ο Parker και άλλοι εξήγησαν το μηχανισμό με τον οποίο μπόρεσε να εξελιχθεί αυτή η ασυμμετρία από μια αρχική ισογαμική κατάσταση πραγμάτων. Την εποχή που όλα τα φυλετικά κύτταρα έπαιζαν τον ίδιο ρόλο και είχαν σχεδόν το ίδιο μέγεθος, έπρεπε να υπάρχουν και μερικά ελάχιστα μεγαλύτερα από τα άλλα. Από ορισμένες απόψεις, ένας μεγάλος ισογαμέτης θα πλεονεκτούσε έναντι ενός άλλου μέσου μεγέθους, επειδή θα εξασφάλιζε στο έμβρυό του ένα καλό ξεκίνημα δίνοντάς του μεγάλο αρχικό απόθεμα τροφής. Θα υπήρχε επομένως κάποια εξελικτική τάση προς μεγαλύτερους γαμέτες. Αυτό όμως ήταν παγίδα. Η εμφάνιση ισογαμετών με μέγεθος μεγαλύτερο απ' όσο χρειαζόταν, άνοιγε το δρόμο προς την εγωιστική εκμετάλλευση. Ατομα που θα παρήγαν γαμέτες *μικρότερους* από τον μέσο όρο θα μπορούσαν να επωφεληθούν εξασφαλίζοντας τη σύζευξη των μικρών γαμετών τους με τους πολύ μεγάλους. Αυτό θα γινόταν αν οι μικρότεροι γαμέτες ήταν πιο ευκίνητοι και ικανότεροι στην αποτελεσματική αναζήτηση μεγάλων γαμετών. Το πλεονέκτημα των ατόμων που παρήγαν μικρούς και ταχείς γαμέτες ήταν να μπορούν να κάνουν πολλούς απ' αυτούς, και συνεπώς, δυνητικά, να αποκτήσουν περισσότερα παιδιά. Η φυσική επιλογή ευνόησε την παραγωγή μικρών γεννητικών κυττάρων, τα οποία αναζητούσαν δραστήρια τα μεγαλύτερα για να συγχωνευτούν μαζί τους. Έτσι μπορούμε να φανταστούμε ότι εξελίχθηκαν δύο αποκλίνουσες φυλετικές «στρατηγικές». Η μία ήταν η στρατηγική της μεγάλης επένδυσης ή «έντιμη» στρατηγική, η οποία άνοιξε αυτόματα το δρόμο για την άλλη στρατηγική, την εκμεταλλευτική της μικρής επένδυσης ή «κερδοσκοπική». Από τη στιγμή που εμφανίστηκαν οι δύο στρατηγικές, η διαφοροποίησή τους συνεχίστηκε με ταχύτατο ρυθμό. Οι μέσου μεγέθους γαμέτες άρχισαν να σπανίζουν επειδή δεν διέθεταν τα πλεονεκτήματα όσων ακολουθούσαν τις δύο ακραίες στρατηγικές. Οι «κερδοσκόποι» εξελίσσονταν σε γαμέτες με συνεχώς μικρότερο μέγεθος και μεγαλύτερη ευκινησία. Οι «έντιμοι» αποκτούσαν ολοένα μεγαλύτερο μέγεθος, για να αντισταθμίσουν τη συνεχώς μειούμενη επενδυτική συνεισφορά των κερδοσκόπων, και τελικά έχασαν κάθε κινητικότητα εφόσον οι ευκίνητοι κερδοσκόποι θα τους έβρισκαν οπωσδήποτε. Κάθε έντιμος γαμέτης θα «προτιμούσε» να συγχωνευτεί με κάποιον άλλο έντιμο. Όμως η πίεση της

επιλογής για αποκλεισμό των κερδοσκόπων θα ήταν ασθενέστερη από την ορμή των κερδοσκόπων να ξεπεράσουν τα εμπόδια : οι κερδοσκόποι θα έχαναν πολλά, γι' αυτό ακριβώς κέρδισαν και τη μάχη της εξέλιξης. Οι έντιμοι έγιναν αυγά και οι κερδοσκόποι σπέρματα. Φαίνεται λοιπόν πως τα αρσενικά ζώα είναι σχεδόν άχρηστα ως σύζυγοι, και, από την απλή άποψη «του καλού είδους», θα περιμέναμε να λιγοστεύουν συγκριτικά με τα θηλυκά. Επειδή το αρσενικό, μπορεί θεωρητικά να δώσει αρκετά σπέρματα για να εξυπηρετήσουν ένα χαρέμι 100 θηλυκών, μπορούμε να υποθέσουμε ότι τα θηλυκά έπρεπε να υπερέχουν αριθμητικά στον πληθυσμό σε αναλογία 100 προς 1. Με άλλα λόγια, το αρσενικό είναι πιο «αναλώσιμο», ενώ το θηλυκό πιο «πολύτιμο» για το είδος. Φυσικά, αυτό αληθεύει απόλυτα από τη σκοπιά του είδους ως συνόλου. Για να πάρουμε ένα ακραίο παράδειγμα, σε μια τελετή στις λεόντειες φώκιες παρατηρήθηκε ότι μόνο το 4% των αρσενικών συμμετείχε στο 88% του συνόλου των ζευγαρωμάτων. Σ' αυτή την περίπτωση, και σε πολλές άλλες, υπάρχει μεγάλο πλεόνασμα άγαμων αρσενικών που ίσως δεν θα τους δοθεί η ευκαιρία να ζευγαρώσουν σε όλη τη ζωή τους. Κατά τα άλλα, όμως, τα επιπλέον αρσενικά ζουν φυσιολογική ζωή και τρώνε τα διαθέσιμα για τον πληθυσμό τρόφιμα με την ίδια όρεξη όπως και τα υπόλοιπα. Αυτό, από τη σκοπιά «του καλού του είδους», αποτελεί φοβερή σπατάλη, τα πλεονάζοντα αρσενικά θα μπορούσε να θεωρηθούν κοινωνικά παράσιτα. Αυτό είναι μια επιπλέον δυσκολία της θεωρίας της «επιλογής ομάδων». Από την άλλη μεριά, η θεωρία του εγωιστικού γονιδίου δεν δυσκολεύεται να εξηγήσει το γεγονός ότι οι αριθμοί αρσενικών και θηλυκών τείνουν να εξισωθούν, ακόμη και όταν ο αριθμός των αρσενικών που πραγματικά αναπαράγουν αποτελεί μικρό ποσοστό του συνολικού αριθμού. Αυτό το εξήγησε για πρώτη φορά ο R. A. Fisher.

Το πρόβλημα σχετικά με το πόσα από τα παιδιά που γεννιούνται είναι αρσενικά και πόσα θηλυκά, αποτελεί ειδική περίπτωση ενός γενικότερου προβλήματος γονικής στρατηγικής. Όπως εξηγήσαμε ότι ο γονέας προσδιορίζει τον αριθμό μελών της οικογένειάς του με σκοπό να μεγιστοποιήσει την επιβίωση των γονιδίων του, με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να εξηγήσουμε και τον άριστο κατά φύλο λόγο [Sex ratio : Η αναλογία αρσενικών/θηλυκών σε έναν πληθυσμό (Σ.τ.μ.)]. Τι είναι καλύτερο : να εμπιστευτείτε τα πολύτιμα γονιδιά σας σε γιους ή θυγατέρες ; Υποθέστε ότι μια μητέρα επένδυσε όλους τους πόρους της σε γιους, οπότε δεν της έμεινε τίποτε να επενδύσει σε θυγατέρες : μήπως συνεισφέρει κατά μέσο όρο περισσότερο στη μελλοντική γονιδιακή δεξαμενή από μια μητέρα που επενδύει τα πάντα σε θυγατέρες ; Τα γονίδια για την προτίμηση αγοριών γίνονται περισσότερα ή λιγότερα από τα γονίδια για την προτίμηση κοριτσιών ; Ο Fisher έδειξε ότι σε κανονικές συνθήκες ο άριστος κατά φύλο λόγος είναι 50:50. Για να το καταλάβουμε όμως χρειάζεται να ξέρουμε μερικά πράγματα για το μηχανισμό του καθορισμού του φύλου.

Στα θηλαστικά, το φύλο καθορίζεται γενετικά ως εξής : Κάθε ωάριο έχει τη δυνατότητα να αναπτυχθεί είτε σε αρσενικό άτομο είτε σε θηλυκό. Το φύλο προσδιορίζεται από τα σπερματοζώαρια, γιατί αυτά εμπεριέχουν τα χρωμοσώματα που καθορίζουν το φύλο. Κατά μέσο όρο, τα μισά σπερματοζώαρια ενός άνδρα, τα Χ σπερματοζώαρια, είναι θηλυκοπαραγωγά και τα υπόλοιπα, τα Υ, είναι αρρενοπαραγωγά. Τα δύο είδη σπερματοζωαρίων φαίνονται όμοια. Διαφέρουν όμως ως προς ένα χρωμόσωμα. Ένα γονίδιο που θα έκανε έναν πατέρα να αποκτά μόνο κορίτσια, θα πετύχαινε το σκοπό του αν τον ανάγκαζε να κατασκευάζει μόνο Χ σπερματοζώαρια. Ένα γονίδιο που θα έκανε μια μητέρα να γεννά μόνο κορίτσια θα ήταν αποτελεσματικό είτε αν προκαλούσε την απέκκριση κάποιας ουσίας που θα κατέστρεφε τα αρρενοπαραγωγά σπερματοζώαρια είτε αν την έκανε να αποβάλλει τα αρσενικά έμβρυα. Αυτό που ψάχνουμε να βρούμε ισοδυναμεί κάπως με μια εξελικτικά σταθερή στρατηγική (ΕΣΣ), μολονότι εδώ, περισσότερο απ' όσα αναφέραμε στο κεφάλαιο περί επιθετικότητας, η στρατηγική κυριολεκτικά δεν μπορεί να επιλέξει το φύλο των παιδιών. Εντούτοις, είναι δυνατή η ύπαρξη γονιδίων που έχουν την τάση να αποκτούν οι γονείς παιδιά του ενός ή του άλλου φύλου. Αν υποθέσουμε ότι υπάρχουν τέτοια γονίδια που ευνοούν άνισες κατά φύλο αναλογίες, μήπως μερικά θα γίνουν πολυαριθμότερα στη γονιδιακή δεξαμενή από τα ανταγωνιστικά αλληλόμορφα τους που

ευνοούν ίσους αριθμούς αρσενικών και θηλυκών ; Ας υποθέσουμε ότι στις φώκιες που αναφέραμε παραπάνω, εμφανίστηκε ένα μεταλλαγμένο γονίδιο που είχε την τάση να αποκτούν οι γονείς περισσότερα θηλυκά μωρά. Επειδή στον πληθυσμό δεν υπάρχει έλλειψη αρσενικών, τα θηλυκά δεν θα δυσκολεύονταν να βρουν συζύγους, οπότε το θηλυκοποιό γονίδιο θα εξαπλωνόταν. Η κατά φύλλο αναλογία στον πληθυσμό θα άρχιζε λοιπόν να μετακινείται προς ένα πλεόνασμα θηλυκών. Από τη σκοπιά «για το καλό του είδους», αυτό θα ήταν καλό επειδή, όπως είδαμε, λίγα μόνο αρσενικά είναι σε θέση να δώσουν όλα τα απαιτούμενα σπερματοζώαρια ακόμη και σ' ένα τεράστιο πλεόνασμα θηλυκών. Επιτόλαια λοιπόν, θα μπορούσαμε να περιμένουμε ότι το θηλυκοποιό γονίδιο θα συνεχίσει να διαδίδεται ώσπου η κατά φύλλο αναλογία θα γίνει τόσο ασύμμετρη ώστε τα ελάχιστα εναπομείναντα αρσενικά, δουλεύοντας σκληρά, μετά βίας θα επαρκούσαν. Σκεφθείτε όμως το τεράστιο γενετικό πλεονέκτημα των λίγων γονιών που κάνουν αρσενικά. Οποιος επενδύει σε αρσενικό έχει πολύ μεγάλη πιθανότητα να γίνει παππούς εκατοντάδων ατόμων. Οσοι όμως κάνουν μόνο θηλυκά, έχουν εξασφαλίσει βέβαια λίγα εγγόνια αλλά αυτό δεν συγκρίνεται με τις λαμπρές γενετικές προοπτικές που ανοίγονται σε όποιον έχει εξειδικευτεί στην παραγωγή αρσενικών. Συνεπώς τα αρρενοποιά γονίδια θα τείνουν να γίνουν πολυαριθμότερα και το εκκρεμές θα αρχίσει να κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Χρησιμοποίησα την εικόνα του ταλαντούμενου εκκρεμούς για λόγους απλότητας. Στην πραγματικότητα, το εκκρεμές ουδέποτε εκτρέπεται πολύ προς την κατεύθυνση της κυριαρχίας των θηλυκών, επειδή η πίεση για την απόκτηση αρσενικών θα τείνει να το επαναφέρει αμέσως μόλις γίνει ασύμμετρη η κατά φύλλο αναλογία. Η στρατηγική της παραγωγής ισάριθμων αρσενικών και θηλυκών είναι εξελικτικά σταθερή, με την έννοια ότι κάθε γονίδιο που θα απομακρυνόταν απ' αυτήν θα βρισκόταν σε μειονεκτική θέση.

Και πάλι για λόγους απλότητας αναφέρθηκα σε αριθμούς αρσενικών και θηλυκών. Όμως το θέμα θα μπορούσε να εξεταστεί αυστηρότερα αν χρησιμοποιούσαμε την έννοια της γονικής επένδυσης, δηλαδή της τροφής και των άλλων πόρων που πρόκειται να διαθέσει ο γονιός, και τα οποία μετρούνται με τον τρόπο που συζητήσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Οι γονείς επενδύουν εξίσου σε αρσενικά και θηλυκά παιδιά. Αυτό συνήθως μεταφράζεται στο ότι έχουν τόσα αρσενικά παιδιά όσα και θηλυκά. Θα μπορούσε όμως να υπάρχουν και άνισες κατά φύλλο αναλογίες, επίσης εξελικτικά σταθερές, αν ήταν άνισες οι επενδύσεις πόρων ανάμεσα στα αρσενικά και τα θηλυκά παιδιά. Στο παράδειγμα με τις φώκιες, θα μπορούσε να είναι εξελικτικά σταθερή η στρατηγική ενός πληθυσμού από τριπλάσιο αριθμό θηλυκών, αν κάθε αρσενικό παιδί γινόταν υπερτροφικό με την επένδυση σ' αυτό τριπλάσιας ποσότητας τροφής και άλλων πόρων. Επενδύοντας περισσότερη τροφή σ' ένα αρσενικό παιδί, ο γονιός θα μεγάλωνε τις πιθανότητες του παιδιού να κερδίσει κάποτε το υπέρτατο βραβείο, το χαρέμι. Όμως αυτό είναι ειδική περίπτωση. Κανονικά, το ποσό που επενδύεται σε κάθε αρσενικό παιδί είναι περίπου ίσο με το επενδύόμενο σε κάθε θηλυκό και ο κατά φύλλο λόγος σε αριθμούς είναι 1 : 1.

Επομένως, ένα μέσο γονίδιο, στο μακρύ ταξίδι του διαμέσου των γενεών, θα ξοδεύει περίπου τον μισό χρόνο του μέσα σε σώματα αρσενικών και τον υπόλοιπο σε σώματα θηλυκών. Μερικά γονιδιακά αποτελέσματα εκδηλώνονται σε σώματα μόνο του ενός φύλου και ονομάζονται *φυλοσύνδετα* αποτελέσματα. Ένα γονίδιο που ελέγχει το μήκος του πέους εκδηλώνει το αποτέλεσμά του μόνο σε αρσενικά σώματα, μπορεί όμως να βρίσκεται και σε θηλυκά αλλά τότε προκαλεί πιθανώς κάποιο εντελώς διαφορετικό αποτέλεσμα. Τίποτε δεν αποκλείει ένας άνδρας να κληρονομήσει από τη μητέρα του την τάση να αναπτύξει μεγάλο πέος.

Ένα γονίδιο, ανεξάρτητα από το είδος του σώματος στο οποίο θα βρεθεί, θα χρησιμοποιήσει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις δυνατότητες που αυτό θα του προσφέρει. Οι δυνατότητες διαφέρουν αν το σώμα είναι αρσενικό ή θηλυκό. Είναι βολική προσέγγιση να δεχτούμε, ακόμη μια φορά, ότι το σώμα ενός ατόμου είναι μια εγωιστική μηχανή που προσπαθεί να κάνει το καλύτερο δυνατό για όλα τα γονιδιά του. Η βέλτιστη πολιτική για μια τέτοια εγωιστική μηχανή είναι συχνά εντελώς διαφορετική αν είναι αρσενική ή θηλυκή. Χάριν συντομίας, θα ξαναχρησιμοποιήσουμε

τον συμβατικό τρόπο σκέψης θεωρώντας ότι το άτομο έχει κάποιο συνειδητό σκοπό. Όμως, όπως και προηγουμένως, δεν πρέπει να μας διαφεύγει ποτέ ότι αυτό είναι απλώς σχήμα λόγου. Στην πραγματικότητα, το σώμα είναι μια μηχανή τυφλά προγραμματισμένη από τα εγωιστικά γονίδια της.

Ας θεωρήσουμε και πάλι το ζευγάρι με το οποίο αρχίσαμε αυτό το κεφάλαιο. Και οι δύο σύντροφοι, ως εγωιστικές μηχανές, «θέλουν ισάριθμους αρσενικούς και θηλυκούς απογόνους. Ως προς αυτό το σημείο συμφωνούν εντελώς. Εκεί που διαφωνούν είναι στο ποιος θα φέρει το κύριο βάρος της δαπάνης για την ανατροφή των παιδιών τους. Και οι δύο τους θέλουν να επιβιώσουν όσο το δυνατόν περισσότερα παιδιά. Όσο λιγότερα καταφέρει να επενδύσει ο ένας από τους δύο στα παιδιά τους τόσο περισσότερα παιδιά μπορεί να αποκτήσει. Είναι προφανές ότι για να πετύχει αυτή την επιθυμητή κατάσταση πραγμάτων πρέπει να εξαναγκάσει τον σεξουαλικό σύντροφό του να επενδύει σε κάθε παιδί περισσότερα από το κανονικό μερίδιο που του αναλογεί, ώστε ο ίδιος να είναι ελεύθερος να αποκτήσει κι άλλα παιδιά με άλλους συντρόφους. Αυτή η στρατηγική θα ήταν επιθυμητή και από τους δύο αλλά το θηλυκό την εφαρμόζει δυσκολότερα. Επειδή εξαρχής επενδύει περισσότερα από το αρσενικό, με τη μορφή του μεγάλου και πλούσιου σε θρεπτικά υλικά αυγού της, η μητέρα ήδη από τη στιγμή της σύλληψης έχει «διαθέσει» τον εαυτό της στα παιδιά της σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό απ' ότι ο πατέρας. Ακόμη κι αν το παιδί πεθάνει, η μητέρα χάνει πολύ περισσότερα από τον πατέρα, και πρέπει να επενδύσει περισσότερα από αυτόν προκειμένου στο μέλλον να φέρει ένα νέο παιδί στο επίπεδο ανάπτυξης του χαμένου. Αν η μητέρα άφηνε τη φροντίδα του παιδιού στον πατέρα και πήγαινε να βρει άλλον σεξουαλικό σύντροφο, ο πατέρας θα μπορούσε με σχετικά μικρό κόστος να ανταποδώσει, εγκαταλείποντας κι αυτός το παιδί τους. Συνεπώς, αν πρόκειται να υπάρξει κάποια εγκατάλειψη – τουλάχιστον στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του παιδιού – το πιθανότερο είναι να εγκαταλείψει ο πατέρας τη μητέρα, και όχι το αντίθετο. Πρέπει να περιμένουμε επίσης τα θηλυκά να επενδύουν στα παιδιά περισσότερα απ' ότι τα αρσενικά, όχι μόνο στην αρχή αλλά και σε όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης. Για παράδειγμα, στα θηλαστικά το θηλυκό επωάζει το έμβρυο μέσα στο σώμα του, παράγει το γάλα που δίνει στο παιδί μόλις γεννηθεί και φέρνει το μεγαλύτερο βάρος της ανατροφής και της προστασίας του. Το θηλυκό είναι το εκμεταλλευόμενο φύλο και η βασική αιτία αυτής της εκμετάλλευσης είναι το γεγονός (αποτέλεσμα της εξέλιξης) ότι τα αυγά είναι μεγαλύτερα από τα σπέρματα.

Φυσικά, σε πολλά είδη ο πατέρας εργάζεται σκληρά και φροντίζει με αφοσίωση τα μικρά. Όμως και σ' αυτή την περίπτωση πρέπει να περιμένουμε κάποια εξελικτική πίεση στα αρσενικά να επενδύουν κάτι λιγότερο σε κάθε παιδί και να προσπαθούν να αποκτήσουν περισσότερα παιδιά με άλλες συζύγους. Μ' αυτό εννοώ απλώς ότι υπάρχει μια τάση να κερδίζουν στη γονιδιακή δεξαμενή τα γονίδια που λένε : «Σώμα, αν είσαι αρσενικό παράτησε το ταίρι σου λίγο νωρίτερα απ' όσο το ανταγωνιστικό μου αλληλόμορφο θα σ' έβαζε να το κάνεις, και ψάξε για άλλο θηλυκό». Στην πράξη, ο βαθμός έντασης της εξελικτικής πίεσης κυμαίνεται σημαντικά από είδος σε είδος. Σε μερικά είδη, λόγω χάρη στα παραδείσια πουλιά, η μητέρα δεν παίρνει καμιά βοήθεια από το αρσενικό και μεγαλώνει μόνη της τα παιδιά της. Αλλά είδη, όπως οι τριδάκτυλοι γλάροι, σχηματίζουν μονογαμικά ζευγάρια με υποδειγματική πίστη, και οι δύο σύντροφοι μοχθούν από κοινού να μεγαλώσουν τα μικρά τους. Εδώ πρέπει να υποθέσουμε ότι λειτούργησε κάποια αντίστροφη εξελικτική πίεση : στην εγωιστική στρατηγική της εκμετάλλευσης του συντρόφου πρέπει να υπάρχει μαζί με το όφελος κάποια τιμωρία, και στην περίπτωση των εν λόγω γλάρων η τιμωρία ξεπερνά το όφελος. Ο πατέρας έχει συμφέρον να εγκαταλείψει σύζυγο και παιδί μόνον όταν υπάρχουν λογικές πιθανότητες η σύζυγος να μεγαλώσει το παιδί.

Ο Trivers μελέτησε τους πιθανούς τρόπους δράσης μιας μητέρας αν την εγκατέλειπε ο σύντροφός της. Ο καλύτερος όλων θα ήταν να προσπαθήσει να εξαπατήσει κάποιο άλλο αρσενικό να υιοθετήσει το παιδί της, κάνοντάς τον να «νομίζει» πως είναι δικό του. Αυτό δεν είναι πολύ δύσκολο αν είναι ακόμη έμβρυο. Φυσικά, το παιδί ενώ έχει τα μισά γονίδια της, δεν έχει κανένα γονίδιο του αφελούς θετού πατέρα. Η φυσική επιλογή θα τιμωρούσε αυστηρά μια τέτοια ευπιστία

των αρσενικών, θα ευνοούσε όμως τα αρσενικά που θα έπαιρναν δραστικά μέτρα σκοτώνοντας κάθε πιθανό θετό παιδί μόλις ζευγάρωναν μια άλλη σύζυγο. Πιθανότατα, αυτό εξηγεί το λεγόμενο «αποτέλεσμα Bruce» : τα αρσενικά ποντίκια εκκρίνουν μια χημική ουσία που αν μυρίσουν τα θηλυκά σε κατάσταση εγκυμοσύνης, αποβάλλουν. Το θηλυκό αποβάλλει μόνον αν η οσμή είναι διαφορετική από εκείνη του προηγούμενου συζύγου της. Έτσι, ο ποντικός εξαφανίζει τα πιθανά θετά παιδιά και χρησιμοποιεί τη νέα σύζυγό του για να αποκτήσει δικά του παιδιά. Συμπτωματικά αναφέρουμε ότι ο Ardrey βλέπει στο αποτέλεσμα Bruce ένα μηχανισμό πληθυσμιακού ελέγχου ! Παρόμοια είναι η περίπτωση των αρσενικών λιονταριών : όταν εισχωρήσουν σε μια αγέλη, σκοτώνουν καμιά φορά τα υπάρχοντα λιονταράκια, πιθανώς επειδή δεν είναι δικά τους παιδιά.

Το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να πετύχει ένα αρσενικό χωρίς να σκοτώσει υποχρεωτικά τα θετά παιδιά. Μπορεί να επιβάλλει μια περίοδο παρατεταμένης ερωτοτροπίας πριν ζευγαρώσει με το θηλυκό, απομακρύνοντας ταυτόχρονα όλα τα αρσενικά που την πλησιάζουν και εμποδίζοντάς της να απομακρυνθεί. Περιμένοντας λοιπόν, μπορεί να διαπιστώσει αν κυοφορεί κάποια ξένα παιδιά και να την εγκαταλείψει αν συμβαίνει κάτι τέτοιο. Παρακάτω, θα δούμε ότι υπάρχει κάποιος λόγος για τον οποίο και το θηλυκό θα ήθελε μακριά περίοδο «μνηστείας» πριν από το ζευγάρωμα. Εδώ έχουμε έναν λόγο που το αρσενικό επιθυμεί αυτή την περίοδο. Υπό την προϋπόθεση ότι μπορεί να την απομονώσει από άλλα αρσενικά, αποφεύγει να γίνει ακούσιος ευεργέτης των παιδιών ενός άλλου αρσενικού.

Αν δεχτούμε ότι ένα εγκαταλελειμμένο θηλυκό δεν μπορεί να ξεγελάσει κάποιο αρσενικό να υιοθετήσει το παιδί της, τι άλλο μπορεί να κάνει ; Πολλά εξαρτώνται από την ηλικία του παιδιού της. Αν βρίσκεται στο στάδιο της σύλληψης, είναι γεγονός πως έχει επενδύσει σ' αυτό ένα ολόκληρο ωάριο, ίσως και περισσότερα. Εντούτοις, θα έχει κέρδος αν το αποβάλλει και βρει καινούργιο σύντροφο όσο γίνεται γρηγορότερα. Υπ' αυτές τις συνθήκες υπάρχει αμοιβαίο συμφέρον γι' αυτήν και το νέο σύντροφο να αποβάλλει – εφόσον δεχθήκαμε ότι δεν έχει καμιά ελπίδα να τον ξεγελάσει να υιοθετήσει το παιδί. Αυτό θα μπορούσε να εξηγήσει γιατί το αποτέλεσμα Bruce λειτουργεί και από τη σκοπιά του θηλυκού.

Μια άλλη δυνατότητα του θηλυκού που εγκαταλείπεται είναι να επιμείνει και να προσπαθήσει να μεγαλώσει μόνη της το παιδί. Αυτό τη συμφέρει ειδικότερα όταν το παιδί είναι κάπως μεγάλο. Όσο μεγαλύτερο είναι, τόσο περισσότερα έχει επενδύσει σ' αυτό και τόσο λιγότερα θα χρειαστούν για να συμπληρώσει το έργο να το μεγαλώσει. Ακόμη κι αν το παιδί είναι πολύ μικρό, πάλι θα τη συνέφερε να προσπαθήσει να διασώσει κάτι από την επένδυσή, μολονότι τώρα που το αρσενικό έχει φύγει, είναι αναγκασμένη να εργαστεί διπλά για να το θρέψει. Δεν την ανακουφίζει που το παιδί έχει και τα μισά γονίδια του αρσενικού, οπότε θα μπορούσε να τον εκδικηθεί εγκαταλείποντάς το. Όμως δεν υπάρχει πρόβλημα εκδίκησης : το παιδί έχει τα μισά γονίδιά της και τώρα το δίλημμα είναι αποκλειστικά δικό της.

Παραδόξως, μια λογική πολιτική για ένα θηλυκό που κινδυνεύει να εγκαταλειφθεί θα ήταν να φύγει πριν το αρσενικό πραγματοποιήσει τις προθέσεις του. Αυτό θα τη συνέφερε, μολονότι ως τότε έχει επενδύσει περισσότερα στο παιδί συγκριτικά με το αρσενικό. Η πικρή αλήθεια είναι ότι σε μερικές περιπτώσεις πλεονεκτεί αυτός που φεύγει πρώτος, είτε είναι ο πατέρας, είτε η μητέρα. Σύμφωνα με τον Trivers, ο σύντροφος που εγκαταλείπεται, παραμένει σ' έναν «σκληρό σύνδεσμο». Είναι ένα πρόβλημα μάλλον φοβερό αλλά και πολύ λεπτό. Θα περιμέναμε ότι ένας γονιός, πατέρας ή μητέρα, θα έφευγε από τη στιγμή που θα σκεφτόταν τα εξής : «Αυτό το παιδί μεγάλωσε αρκετά και ένας από τους δυο μας θα επαρκούσε για να τελειώσει το έργο της ανατροφής του. Συνεπώς, θα με συνέφερε να φύγω τώρα αν ήμουν σίγουρος (σίγουρη) πως ο σύντροφός μου δεν θα το εγκατέλειπε. Αν έφευγα τώρα, ο σύντροφός μου θα έκανε τα πάντα για τα γονίδιά του. Θα δυσκολευόταν πολύ περισσότερο από μένα να πάρει την απόφαση να το εγκαταλείψει γιατί εγώ θα έχω ήδη φύγει. Ο σύντροφός μου θα «ήξερε» ότι αν έφευγε κι αυτός, το παιδί σίγουρα θα πέθαινε. Έτσι, υποθέτοντας ότι ο σύντροφός μου θα πάρει την άριστη για τα εγωιστικά γονίδιά του απόφαση, συμπεραίνω ότι η καλύτερη ενέργεια για μένα είναι να φύγω

πρώτος. Αυτό είναι απολύτως σωστό γιατί και ο σύντροφός μου θα μπορούσε να «σκεφτεί» ακριβώς τα ίδια και να αναλάβει αυτός την πρωτοβουλία να με εγκαταλείψει». Όπως πάντα, αυτός ο υποκειμενικός μονόλογος προορίζεται μόνο ως επεξήγηση. Το θέμα είναι ότι τα γονίδια για να εγκαταλείπει κανείς *πρώτος* θα τύχαιναν ευνοϊκής επιλογής, επειδή απλώς τα γονίδια για να εγκαταλείπει κανείς *δεύτερος* δεν μπορούσαν να επιλεγούν.

Εξετάσαμε μερικές από τις τακτικές που θα μπορούσε να ακολουθήσει ένα θηλυκό αν το εγκατέλειπε ο σύντροφός του. Υπάρχει τίποτε που μπορεί να κάνει το θηλυκό για να μειώσει εξαρχής το βαθμό εκμετάλλευσής του από το σύντρόφό του ; Στα χέρια της κρατά ένα δυνατό χαρτί. Μπορεί να αρνηθεί να ζευγαρώσει. Εμπορευματικά, βρίσκεται σε συζήτηση. Κι αυτό γιατί έχει το προσόν να διαθέτει ένα μεγάλο θρεπτικό αυγό. Το αρσενικό που ζευγαρώνει με επιτυχία, κερδίζει ένα πολύτιμο απόθεμα τροφής για το παιδί του. Το θηλυκό έχει τη δυνατότητα να παζαρεύει σκληρά πριν ενδώσει. Ομως, από τη στιγμή που ζευγάρωσε έπαιξε το χαρτί της – το αυγό της παραδόθηκε στο αρσενικό. Βέβαια, είναι εύκολο να μιλάμε για σκληρά παζάρια, ξέρουμε όμως πολύ καλά ότι στην πραγματικότητα δεν γίνονται. Υπάρχει κανένας ρεαλιστικός τρόπος, στον οποίο θα οδηγούσε η φυσική επιλογή, ισοδύναμος με σκληρό παζάρεμα ; Θα εξετάσω δύο βασικές δυνατότητες, τη στρατηγική της «οικογενειακής ευδαιμονίας» και τη στρατηγική του «μοναδικού, δυνατού άνδρα».

Η απλούστερη παραλλαγή της στρατηγικής της οικογενειακής ευδαιμονίας είναι η εξής : το θηλυκό επιθεωρεί τα αρσενικά και προσπαθεί να διακρίνει πάνω τους σημάδια πιστότητας και νοικοκυροσύνης. Στον πληθυσμό των αρσενικών η προδιάθεση να είναι πιστοί σύζυγοι εκδηλώνεται με ποικίλους τρόπους. Αν τα θηλυκά μπορούσαν να διακρίνουν από πριν τέτοιες ιδιότητες, θα ωφελούνταν διαλέγοντας τα αρσενικά που τις διαθέτουν. Ένας τρόπος για να τις αποκαλύψει το θηλυκό είναι να μην ενδώσει για μεγάλο χρονικό διάστημα, να είναι σεμνή. Ένα αρσενικό που δεν έχει την υπομονή να περιμένει ως τη στιγμή που το θηλυκό θα συγκατατεθεί τελικά να ζευγαρώσει, είναι απίθανο να γίνει πιστός σύζυγος. Το θηλυκό, επιμένοντας σε μακριά περίοδο μνηστείας, απομακρύνει περιστασιακούς μνηστήρες και τελικά ζευγαρώνει μόνο με το αρσενικό που απέδειξε την πιστότητα με την καρτερικότητά του. Η σεμνότητα των θηλυκών είναι πολύ διαδεδομένη στα ζώα, γι' αυτό και υπάρχουν παρατεταμένες ερωτοτροπίες ή μνηστείες μεγάλης διάρκειας. Όπως είδαμε, η παρατεταμένη μνηστεία μπορεί επίσης να ωφελήσει ένα αρσενικό όταν υπάρχει κίνδυνος να εξαπατηθεί αναλαμβάνοντας τη φροντίδα του παιδιού ενός άλλου.

Οι κανόνες του «φλερτ» συχνά περιλαμβάνουν σημαντική επένδυση από το αρσενικό πριν από την ερωτική πράξη. Για παράδειγμα, το θηλυκό αρνείται να ζευγαρώσει αν το αρσενικό δεν της χτίσει φωλιά ή αν δεν την τρέφει για αρκετό χρονικό διάστημα. Αυτό φυσικά, από τη σκοπιά του θηλυκού, είναι πολύ καλό, υποδεικνύει όμως και μιαν άλλη δυνατή μορφή της στρατηγικής της «οικογενειακής ευδαιμονίας». Μήπως θα μπορούσαν τα θηλυκά να εξαναγκάσουν τα αρσενικά να επενδύσουν στα παιδιά τους *πριν* από το ζευγάρωμα τόσο μεγάλους πόρους ώστε να μην τα συμφέρει πλέον να φύγουν *μετά* τη συνένωση ; Η ιδέα είναι ελκυστική. Ένα αρσενικό που περιμένει για πολύ κάποιο σεμνό θηλυκό ώσπου να ζευγαρώσει μαζί του, υποβάλλεται σε δαπάνες : παραιτείται από κάθε ευκαιρία να ζευγαρώσει με άλλα θηλυκά και ξοδεύει πολύ χρόνο και ενέργεια στο φλερτάρισμα. Όταν τελικά του επιτραπεί να ζευγαρώσει με το συγκεκριμένο θηλυκό, αναπόφευκτα θα της είναι πιστά αφοσιωμένος. Ο πειρασμός να την εγκαταλείψει θα είναι μικρός αν ξέρει ότι κάθε θηλυκό που θα πλησίαζε στο μέλλον θα τον καθυστερούσε το ίδιο ώσπου να συνάψει σχέση μαζί της.

Εδώ, όπως έδειξα σε μια μελέτη μου, ο Trivers κάνει ένα λάθος. Νόμισε ότι η προκαταβολική επένδυση αυτή καθ' εαυτήν συνεπάγεται και μελλοντικές επενδύσεις. Ο επιχειρηματίας ουδέποτε λέει «έχω επενδύσει ήδη τόσα πολλά, λόγου χάρη στο αεροπλάνο Κονκόρντ, ώστε τώρα δεν μπορώ να ξεφύγω». Αντίθετα, πάντα αναρωτιέται αν το μελλοντικό συμφέρον του είναι να περιορίσει τις ζημιές του και να εγκαταλείψει τώρα το πρόγραμμα, έστω κι αν έχει ήδη επενδύσει

πολλά σ' αυτό. Παρομοίως, δεν ωφελεί ένα θηλυκό να εξαναγκάσει κάποιο αρσενικό να επενδύσει πολλά σ' αυτήν, με την ελπίδα ότι αυτό και μόνο θα το αποτρέψει να την εγκαταλείψει αργότερα. Αυτή η παραλλαγή της στρατηγικής της οικογενειακής ευδαιμονίας εξαρτάται από μία επιπλέον κρίσιμη παραδοχή : ότι δηλαδή το ίδιο παιχνίδι θα το παίζει η πλειονότητα των θηλυκών. Αν όμως στον πληθυσμό υπάρχουν «εύκολα» θηλυκά, έτοιμα να καλοδεχτούν τα αρσενικά που εγκατέλειψαν τις συζύγους τους, τότε ένα αρσενικό θα το συνέφερε να εγκαταλείψει τη σύζυγό του, ανεξάρτητα από τα ποσά που έχει επενδύσει στα παιδιά της ως εκείνη τη στιγμή.

Επομένως, πολλά εξαρτώνται από τη συμπεριφορά της πλειονότητας των θηλυκών. Αν ήταν δυνατό να σκεπτόμαστε με βάση τη «συνωμοσία» των θηλυκών δεν θα υπήρχε πρόβλημα. Δεν είναι όμως δυνατό γιατί η συνωμοσία των θηλυκών δεν μπορεί να εξελιχθεί όπως η συνωμοσία των περιστερών που εξετάσαμε στο πέμπτο κεφάλαιο. Αντίθετα, πρέπει να αναζητήσουμε εξελικτικά σταθερές στρατηγικές. Γι' αυτό το σκοπό θα χρησιμοποιήσουμε τη μέθοδο που εφάρμοσε ο Maynard Smith στη μελέτη της επιθετικότητας. Η εφαρμογή αυτής τη μεθόδου στα φύλα θα είναι κάπως περιπλοκότερη απ' ότι στα γεράκια και τα περιστέρια, γιατί θα έχουμε δύο στρατηγικές των θηλυκών και δύο των αρσενικών.

Όπως στην ανάλυση του Maynard Smith, η λέξη «στρατηγική» σημαίνει τυφλό, μη συνειδητό πρόγραμμα συμπεριφοράς. Οι δύο στρατηγικές των θηλυκών θα ονομαστούν *σεμνή* και *εύκολη*, και οι δύο στρατηγικές των αρσενικών *πιστή* και *επιπόλαιη*. Οι κανόνες των τεσσάρων τύπων συμπεριφοράς είναι οι εξής : Τα σεμνά θηλυκά δεν ζευγαρώνουν με ένα αρσενικό παρά μόνο ύστερα από μακριά και δαπανηρή περίοδο ερωτοτροπιών μερικών εβδομάδων. Τα εύκολα θηλυκά ζευγαρώνουν αμέσως με οποιονδήποτε. Τα πιστά αρσενικά είναι προετοιμασμένα να συνεχίζουν τις ερωτοτροπίες για αρκετό χρόνο, και ύστερα από το ζευγάρωμα μένουν κοντά στο θηλυκό βοηθώντας να μεγαλώσει το παιδί. Τα επιπόλαια αρσενικά χάνουν γρήγορα την υπομονή τους αν το θηλυκό δεν ενδώσει αμέσως, φεύγουν και ψάχνουν για άλλο θηλυκό. Αλλά και μετά το ζευγάρωμα δεν μένουν, δεν ενεργούν σαν καλοί πατέρες, και τελικά φεύγουν αναζητώντας νέα θηλυκά. Όπως και στην περίπτωση των γερακιών και των περιστερών αυτές οι στρατηγικές δεν είναι οι μόνες, δια φωτίζουν όμως το όλο θέμα.

Όπως και ο Maynard Smith θα χρησιμοποιήσουμε μερικές αυθαίρετες υποθετικές τιμές για τις διάφορες δαπάνες και κέρδη. Αν θέλαμε να γενικεύσουμε θα χρησιμοποιούσαμε αλγεβρικά σύμβολα, οι αριθμοί όμως κατανοούνται ευκολότερα. Ας υποθέσουμε ότι το γενετικό κέρδος κάθε γονιού από το μέγλωμα ενός παιδιού είναι +15 μονάδες. Η δαπάνη για το μέγλωμα ενός παιδιού, για τη συνολική τροφή του, το χρόνο που ξοδεύεται για τη φροντίδα του και για όλους τους κινδύνους που αναλαμβάνονται για λογαριασμό του, είναι -20 μονάδες. Το κόστος θεωρείται αρνητικό επειδή «καταβάλλεται» από τους γονείς. Επίσης αρνητικό είναι το κόστος για την απώλεια χρόνου σε παρατεταμένη ερωτοτροπία. Εστω ότι αυτό το κόστος είναι -3 μονάδες.

Ας υποθέσουμε ότι σ' έναν πληθυσμό όλα τα θηλυκά είναι σεμνά και όλα τα αρσενικά πιστά. Πρόκειται για μια ιδανική μονογαμική κοινωνία. Σε κάθε ζευγάρι, το μέσο κέρδος είναι το ίδιο για το αρσενικό και το θηλυκό. Για κάθε παιδί που μέγλωσαν παίρνουν +15 μονάδες, ενώ μοιράζονται εξίσου το κόστος (-20), οπότε το μέσο κόστος του καθενός είναι -10 μονάδες. Και οι δύο χρεώνονται με -3 βαθμούς για απώλεια χρόνου εξαιτίας της παρατεταμένης ερωτοτροπίας. Συνεπώς, το μέσο κέρδος του καθενός είναι : $+15 - 10 - 3 = 2$.

Ας υποθέσουμε τώρα ότι στον πληθυσμό εισχωρεί ένα και μόνο εύκολο θηλυκό. Δεν χρεώνεται για καθυστερήσεις επειδή δεν χάνει χρόνο σε παρατεταμένα «φλερτ». Επειδή όλα τα αρσενικά του πληθυσμού είναι πιστά, μπορεί να υπολογίζει ότι με όποιο κι αν ζευγαρώσει, θα βρει έναν καλό πατέρα για το παιδί της. Η μέση τιμή κέρδους για κάθε παιδί της θα είναι : $+15 - 10 = 5$, υπερβαίνει δηλαδή κατά 3 μονάδες αυτό των ανταγωνιστικών σεμνών θηλυκών. Συνεπώς τα γονίδια για «εύκολα θηλυκά» θ' αρχίσουν να εξαπλώνονται.

Μόλις η επιτυχία των εύκολων θηλυκών γίνει τόσο μεγάλη ώστε να κυριαρχήσουν στον πληθυσμό, τα πράγματα θ' αρχίσουν να αλλάζουν και στο στρατόπεδο των αρσενικών. Ως τώρα,

τα πιστά αρσενικά αποτελούσαν μονοπώλιο. Αν όμως εμφανιστεί στον πληθυσμό ένα επιπόλαιο αρσενικό, θ' αρχίσει να τα περνά καλύτερα από τα ανταγωνιστικά πιστά αρσενικά. Σ' έναν πληθυσμό όπου όλα τα θηλυκά είναι εύκολα, τα κέρδη για τον επιπόλαιο είναι πραγματικά πλούσια. Αν μεγαλώσει ένα παιδί παίρνει +15 βαθμούς χωρίς να υποβληθεί σε καμία από τις δύο δαπάνες. Το γεγονός ότι δεν πληρώνει τίποτε, σημαίνει ότι είναι ελεύθερος να ζευγαρώσει και με άλλα θηλυκά. Καθεμιά απ' αυτές τις δυστυχείς συζύγους παλεύει μόνη της να μεγαλώσει το παιδί της, χρεώνεται με - 20 βαθμούς αλλά δεν χρεώνεται για απώλεια χρόνου σε ερωτοτροπίες. Η καθαρή ζημιά για ένα εύκολο θηλυκό όταν συναντηθεί μ' ένα επιπόλαιο αρσενικό είναι : $+15 - 20 = - 5$, και το κέρδος για το επιπόλαιο αρσενικό είναι + 15. Σ' έναν πληθυσμό όπου όλα τα θηλυκά είναι εύκολα, τα γονίδια «για επιπόλαιους» θα εξαπλωθούν σαν πυρκαγιά.

Αν οι επιπόλαιοι αυξηθούν τόσο πολύ ώστε να αποτελέσουν το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού, τα εύκολα θηλυκά θα βρεθούν σε φοβερά δύσκολη θέση. Κάθε σεμνό θηλυκό θα αποκτήσει ένα ισχυρό πλεονέκτημα. Κατά τη συνάντηση ενός σεμνού θηλυκού με ένα επιπόλαιο αρσενικό δεν γίνεται τίποτε. Εκείνη επιμένει σε παρατεταμένο φλερτ, εκείνος αρνείται και φεύγει αναζητώντας άλλο θηλυκό. Κανένας δεν χάνει χρόνο, αλλά και δεν κερδίζει τίποτε γιατί δεν γεννιέται κανένα παιδί. Ετσι, σ' έναν πληθυσμό αποτελούμενο αποκλειστικά από επιπόλαιους, τα σεμνά θηλυκά έχουν μηδέν βαθμούς. Το μηδέν μπορεί να φαίνεται λίγο, είναι όμως καλύτερο από το - 5 που είναι η μέση τιμή της ζημιάς ενός εύκολου θηλυκού. Ένα εύκολο θηλυκό που θα την εγκατέλειπε ένας επιπόλαιος σύζυγος, ακόμη κι αν αποφάσιζε να παρατήσει το μικρό της, θα είχε πληρώσει το σημαντικό κόστος του αυγού της. Συνεπώς, τα γονίδια για τη σεμνότητα θα εξαπλώνονταν και πάλι στον πληθυσμό.

Ο υποθετικός μας κύκλος συμπληρώνεται όταν τα σεμνά θηλυκά αυξηθούν τόσο πολύ ώστε να κυριαρχήσουν στον πληθυσμό. Τα επιπόλαια αρσενικά που περνούσαν τόσο όμορφα με τα εύκολα θηλυκά, αρχίζουν τώρα να αισθάνονται άσχημα. Τα θηλυκά, το ένα μετά το άλλο, επιμένουν στο παρατεταμένο και επίμονο φλερτ. Οι επιπόλαιοι τρέχουν από θηλυκό σε θηλυκό και επαναλαμβάνεται η ίδια ιστορία. Όταν όλα τα θηλυκά είναι σεμνά η τελική βαθμολογία για τους επιπόλαιους είναι μηδέν. Αν τώρα εμφανιστεί ένα και μόνο πιστό αρσενικό, θα είναι πολύ εύκολο να ζευγαρώσει με κάποιο σεμνό θηλυκό. Θα πάρει +2 βαθμούς, δηλαδή θα βρεθεί σε καλύτερη θέση από τους επιπόλαιους. Ετσι τα «πιστά» γονίδια θ' αρχίσουν να αυξάνονται και ο κύκλος θα συμπληρωθεί.

Όπως και στην περίπτωση της επιθετικότητας, παρουσίασα τα πράγματα σαν να υπάρχει αδιάκοπη ταλάντωση. Όμως, όπως και εκεί, μπορεί να αποδειχθεί ότι στην πραγματικότητα δεν υπάρχει ταλάντωση. Το σύστημα θα συγκλίνει σε μια ευσταθή κατάσταση. Οι υπολογισμοί καταλήγουν στο συμπέρασμα πως ένας πληθυσμός είναι εξελικτικά σταθερός όταν τα 5/6 των θηλυκών είναι σεμνά και τα 5/8 των αρσενικών πιστά. Φυσικά, αυτό ισχύει για τις συγκεκριμένες αυθαίρετες τιμές που δώσαμε στην αρχή. Εντούτοις, είναι εύκολο να βρεθούν οι τιμές των σταθερών λόγων αν ξεκινήσουμε από οποιεσδήποτε άλλες αυθαίρετες παραδοχές.

Όπως και στις αναλύσεις του Maynard Smith, δεν πρέπει να φανταζόμαστε ότι υπάρχουν μόνο δύο διαφορετικά είδη συμπεριφοράς των αρσενικών και δύο των θηλυκών. Θα μπορούσε εξίσου να επιτευχθεί μια εξελικτικά σταθερή στρατηγική αν κάθε αρσενικό στα 5/8 του χρόνου του συμπεριφερόταν σαν πιστό και στο υπόλοιπο του χρόνου σαν επιπόλαιο, και κάθε θηλυκό στα 5/6 του χρόνου της ήταν σεμνή και στο 1/6 εύκολη. Όπως κι αν επιτευχθεί η ΕΣΣ, αυτό που σημαίνει είναι το εξής : Οποιαδήποτε τάση ατόμων του ενός φύλου να αποκλίνουν από την εκάστοτε σταθερή αναλογία τους θα τιμωρηθεί με την επακόλουθη αλλαγή στρατηγικής των ατόμων του αντίθετου φύλου, η οποία με τη σειρά της αποβαίνει εις βάρος του αρχικού εκτροπέα. Συνεπώς η εξελικτικά σταθερή στρατηγική θα διατηρηθεί.

Μπορούμε λοιπόν να συμπεράνουμε ότι είναι απολύτως δυνατό να εξελιχθεί ένας πληθυσμός αποτελούμενος κυρίως από σεμνά θηλυκά και πιστά αρσενικά. Σ' αυτές τις περιπτώσεις φαίνεται πως η στρατηγική της οικογενειακής ευδαιμονίας λειτουργεί πραγματικά προς όφελος των

θηλυκών. Δεν χρειάζεται να σκεφτόμαστε για συνωμοσίες των σεμνών θηλυκών. Η σεμνότητα ανταμείβει πραγματικά τα εγωιστικά γονίδια ενός θηλυκού.

Τα θηλυκά μπορούν να εφαρμόσουν τη στρατηγική αυτού του τύπου με ποικίλους τρόπους. Εχω ήδη αναφέρει ότι ένα θηλυκό θα μπορούσε να αρνηθεί να ζευγαρώσει με ένα αρσενικό που δεν της έχτισε φωλιά, ή τουλάχιστον δεν τη βοήθησε για να τη χτίσει. Αυτό πραγματικά συμβαίνει σε πολλά μονογαμικά πουλιά που ζευγαρώνουν μόνο μετά το χτίσιμο της φωλιάς, με αποτέλεσμα τη στιγμή του ζευγαρώματος το αρσενικό να έχει επενδύσει στο παιδί πολύ περισσότερα από τα φτηνά σπερματοζωάρια του.

Η απαίτηση του θηλυκού να της χτίσει φωλιά ο μέλλον σύζυγος συνιστά αποτελεσματική δέσμευση του αρσενικού. Θεωρητικά, το ίδιο συμβαίνει σχεδόν με όλα όσα στοιχίζουν πολύ στο αρσενικό, έστω κι αν αυτά δεν ωφελούν το αγέννητο παιδί. Αν όλα τα θηλυκά ενός πληθυσμού ανάγκαζαν τα αρσενικά να κάνουν κάποιο δύσκολο και πολύ δαπανηρό κατόρθωμα, λόγου χάρη να σκοτώσουν ένα δράκοντα ή να αναρριχηθούν ως την κορυφή ενός βουνού πριν συγκατατεθούν να ζευγαρώσουν μαζί τους, θεωρητικά θα μείωναν την πιθανότητα να αποτολμήσουν τα αρσενικά να φύγουν μετά το ζευγάρωμα. Κάθε αρσενικό που θα έμπαινε στον πειρασμό να εγκαταλείψει τη σύντροφό του και να επιχειρήσει να διαδώσει τα γονίδια του με κάποιο άλλο θηλυκό, θα αποθαρρυνόταν από τη σκέψη ότι θα αναγκαζόταν να σκοτώσει κι άλλον δράκοντα. Εντούτοις, στην πράξη, είναι απίθανο τα θηλυκά να επιβάλλουν τέτοιους αυθαίρετους άθλους στους μνηστήρες τους, λόγου χάρη να σκοτώσουν ένα δράκοντα ή να ψάξουν να βρουν το Άγιο Δισκοπότηρο. Ο λόγος είναι ότι ένα ανταγωνιστικό θηλυκό που θα επέβαλε ένα αρκετά επίπονο έργο αλλά περισσότερο ωφέλιμο γι' αυτήν και τα παιδιά της, θα πλεονεκτούσε έναντι των ρομαντικότερων θηλυκών που θα απαιτούσαν κάποια χωρίς νόημα απόδειξη αγάπης. Το χτίσιμο μιας φωλιάς μπορεί να είναι λιγότερο ρομαντικό από την εξόντωση ενός δράκοντα ή το πέρασμα του Ελλησπόντου με κολύμβηση, είναι όμως πολύ περισσότερο ωφέλιμο.

Ωφέλιμη είναι επίσης για το θηλυκό και η τακτική που ήδη αναφέραμε, δηλαδή της διατροφής του από το αρσενικό στο διάστημα των ερωτοτροπιών. Στα πουλιά, αυτό θεωρήθηκε πολλές φορές ως κάποιο είδος επιστροφής του θηλυκού στη νηπιακή του κατάσταση. Προκαλεί το αρσενικό κάνοντας μορφασμούς όμοιους με αυτούς που κάνει ένα μικρό πουλάκι. Υποθέτει ότι έτσι προσελκύει αυτόματα το αρσενικό, με τον ίδιο τρόπο που ένας άντρας θεωρεί ελκυστικό σε μια γυναίκα κάποιο μικρό ψεύδισμά της ή ένα σούφρωμα των χειλιών της. Είναι η περίοδος που το θηλυκό χρειάζεται όσο το δυνατόν περισσότερη τροφή, η οποία χρησιμεύει για να κατασκευάσει τα μεγάλα αυγά της. Η διατροφή του θηλυκού στο διάστημα του φλερτ αντιπροσωπεύει πιθανώς άμεση επένδυση του αρσενικού στα αυγά. Αυτό έχει αποτέλεσμα να μειώνεται η διαφορά μεταξύ των γονιών ως προς την αρχική επένδυσή τους στο νεογνό.

Το φαινόμενο της διατροφής στο διάστημα των ερωτοτροπιών παρουσιάζεται και σε μερικά έντομα και αράχνες. Εδώ μερικές φορές είναι προφανής μόνο μια εναλλακτική ερμηνεία. Όπως στην περίπτωση του εντόμου μάντις, επειδή το αρσενικό διατρέχει τον κίνδυνο να φαγωθεί από το πιο εύσωμο θηλυκό, καθετί που θα κάνει για να μειώσει την όρεξή της θα είναι προς το συμφέρον του. Υπάρχει κάτι το μακάβριο όταν λέμε ότι το άτυχο αρσενικό μάντις επενδύει στα παιδιά του. Το σώμα του χρησιμοποιείται ως τροφή η οποία βοηθά να κατασκευαστούν αυγά που θα χρησιμοποιηθούν μετά το θάνατό του από τα αποθηκευμένα σπερματοζωάρια του.

Ένα θηλυκό που εφαρμόζει τη στρατηγική της οικογενειακής ευδαιμονίας και εξετάζει προσεχτικά τα αρσενικά προσπαθώντας να διακρίνει από πριν ιδιότητες πίστης, διατρέχει τον κίνδυνο να εξαπατηθεί. Κάθε αρσενικό που μπορεί να προσποιηθεί τον τύπο ενός καλού και πιστού συντρόφου, ενώ στην πραγματικότητα υποκρύπτει μια ισχυρή τάση φυγής και απιστίας, θα βρισκόταν σε πολύ πλεονεκτική θέση. Εφόσον υπάρχει πιθανότητα οι εγκαταλελειμμένες πρώην σύζυγοι να αναθρέψουν μερικά από τα παιδιά του, ο υποκριτής καταφέρνει να περάσει περισσότερα γονίδια από τον ανταγωνιστικό τίμιο σύζυγο και πατέρα. Έτσι τα γονίδια για

αποτελεσματική εξαπάτηση των θηλυκών από τα αρσενικά θα τείνουν να αυξηθούν αριθμητικά στη γονιδιακή δεξαμενή.

Αντίστροφα, η φυσική επιλογή θα τείνει να ευνοήσει τα θηλυκά που απέκτησαν την ικανότητα να διακρίνουν τέτοιες απάτες. Ένας τρόπος που χρησιμοποιούν συνίσταται στο να είναι ανένδοτες όταν τις φλερτάρει κάποιο αρσενικό, αλλά σε όλες τις επόμενες περιόδους αναπαραγωγής να είναι έτοιμες να δεχθούν αμέσως τις ερωτικές προτάσεις του συντρόφου τους του προηγούμενου έτους. Αυτό θα τιμωρήσει αυτόματα τα νεαρά αρσενικά που εισέρχονται στην πρώτη περίοδο αναπαραγωγής τους, είτε είναι άπιστα είτε όχι. Τα παιδιά των αφελών θηλυκών του πρώτου αναπαραγωγικού χρόνου τους τείνουν να έχουν μεγαλύτερο ποσοστό γονιδίων από πατέρες απατεώνες, αλλά οι πιστοί πατέρες έχουν πλεονεκτήματα από το δεύτερο και τα επόμενα αναπαραγωγικά χρόνια μιας μητέρας, επειδή δεν χρειάζεται να προσφύγουν στις ίδιες παρατεταμένες ερωτοτροπίες, δαπανηρές σε ενέργεια και χρόνο. Αν η πλειονότητα των ατόμων ενός πληθυσμού είναι τα παιδιά έμπειρων και όχι αφελών μητέρων (μια λογική παραδοχή για κάθε μακρόβιο είδος), τα γονίδια για τίμια και καλή πατρότητα θα επικρατήσουν στη γονιδιακή δεξαμενή.

Χάριν ευκολίας, υπέθεσα ότι το αρσενικό είναι απόλυτα τίμιο ή εντελώς δόλιο άτομο. Στην πραγματικότητα, είναι πιθανότερο όλα τα αρσενικά ή, καλύτερα, όλα τα άτομα να είναι λιγάκι απατεώνες, εφόσον είναι προγραμματισμένα να επωφελούνται τις ευκαιρίες για να εκμεταλλευτούν τους συντρόφους τους. Η φυσική επιλογή οξύνοντας την ικανότητα κάθε συντρόφου να αποκαλύπτει την ανεντιμότητα του άλλου, κράτησε σε χαμηλά επίπεδα τη μεγάλης κλίμακας εξαπάτηση. Επειδή από την ανεντιμότητα τα αρσενικά έχουν να κερδίσουν περισσότερα από τα θηλυκά, πρέπει να περιμένουμε ότι τα αρσενικά, ακόμα και σε εκείνα τα είδη που δείχνουν σημαντικό γονικό αλτρουισμό, θα τείνουν να προσφέρουν κάτι λιγότερο από τα θηλυκά και θα είναι προθυμότερα να εγκαταλείψουν. Αυτό αποτελεί ασφαλώς γενικό κανόνα για τα πτηνά και τα θηλαστικά.

Εντούτοις, υπάρχουν είδη στα οποία το αρσενικό προσφέρει πραγματικά περισσότερο έργο από το θηλυκό στη φροντίδα των παιδιών. Αυτές οι περιπτώσεις πατρικής αφοσίωσης είναι εξαιρετικά σπάνιες στα πτηνά και τα θηλαστικά, αλλά συνηθέστερες στα ψάρια. Γιατί ; Αυτό αποτελεί πρόκληση για τη θεωρία του εγωιστικού γονιδίου η οποία με προβληματίσε για πολύ καιρό. Η T.R. Carlisle μου υπέδειξε πρόσφατα μια έξυπνη λύση, χρησιμοποιώντας ως εξής την ιδέα του Trivers που αναφέραμε παραπάνω :

Πολλά ψάρια δεν ζευγαρώνουν αλλά απλώς «ξερνούν» στο νερό τα γεννητικά τους κύτταρα. Η γονιμοποίηση πραγματοποιείται στο ελεύθερο νερό και όχι μέσα στο σώμα του θηλυκού. Πιθανώς αυτή να ήταν η αρχική μορφή της φυλετικής αναπαραγωγής. Από την άλλη μεριά, τα θηλαστικά και τα ερπετά, δεν μπορούν να εφαρμόσουν αυτού του είδους εξωτερική γονιμοποίηση επειδή τα γεννητικά κύτταρά τους είναι πολύ ευαίσθητα σε ξηρό περιβάλλον. Οι γαμέτες του ενός φύλου – τα ευκίνητα σπερματοζώαρια του αρσενικού – εισάγονται στο υγρό εσωτερικό περιβάλλον ενός ατόμου του άλλου φύλου, του θηλυκού. Αυτά είναι απλώς γεγονότα. Τώρα έρχεται η ιδέα. Μετά το ζευγάρωμα, το θηλυκό που ζει στην ξηρά αφήνεται μόνο, έχοντας φυσική σύνδεση με το έμβρυο. Το έμβρυο βρίσκεται μέσα στο σώμα του θηλυκού. Ακόμη κι αν γεννήσει σχεδόν αμέσως το γονιμοποιημένο αυγό, το αρσενικό διαθέτει χρόνο να εξαφανιστεί επιβάλλοντας στο θηλυκό τον «σκληρό σύνδεσμο» του Trivers. Αναπόφευκτα, το αρσενικό έχει την ευκαιρία να πάρει πρώτο την απόφαση της εγκατάλειψης αφαιρώντας από το θηλυκό τη δυνατότητα επιλογής, δηλαδή την εξαναγκάζει να αποφασίσει ή να το κρατήσει και να το μεγαλώσει ή να το εγκαταλείψει σε βέβαιο θάνατο. Συνεπώς η μητρική φροντίδα στα ζώα της ξηράς είναι περισσότερο διαδεδομένη από την πατρική.

Όμως τα πράγματα είναι πολύ διαφορετικά για τα ψάρια και τα άλλα υδρόβια ζώα. Εφόσον το αρσενικό δεν εισάγει τα σπερματοζώαριά του στο σώμα του θηλυκού, δεν έχει νόημα να μιλάμε για θηλυκό που «έμεινε έγκυο». Ο καθένας θα μπορούσε να φύγει γρήγορα πρώτος, αφήνοντας

στον άλλον τα πρόσφατα γονιμοποιημένα αυγά. Συνήθως όμως το θηλυκό έχει έναν πρόσθετο λόγο να φεύγει πριν το αρσενικό. Φαίνεται πιθανό πως από κάποια εξελικτική μάχη αποφασίστηκε ποιος θα εκβάλλει πρώτος τους γαμέτες του. Αυτός που σπέρνει πρώτος έχει το πλεονέκτημα να αφήνει στον άλλο να φυλάξει τα νεοσχηματισμένα έμβρυα. Από την άλλη μεριά, εκείνος που αποθέτει πρώτος το γόνο του, διατρέχει τον κίνδυνο ο μελλοντικός σύντροφός του να μην κάνει το ίδιο αμέσως μετά. Σ' αυτή την περίπτωση, το αρσενικό βρίσκεται σε μειονεκτική θέση και μόνο επειδή τα σπερματοζώαρια είναι ελαφρύτερα και έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες από τα ωάρια να σκορπίσουν. Αν το θηλυκό αποθέσει το γόνο του πολύ νωρίς, δηλαδή πριν είναι έτοιμο το αρσενικό, αυτό δεν έχει μεγάλη σημασία γιατί τα ωάρια, όντας σχετικά μεγάλα και βαριά, είναι πιθανό να παραμείνουν ως συνεκτική μάζα για αρκετό χρόνο. Συνεπώς το θηλυκό μπορεί να αναλάβει τον «κίνδυνο» να εναποθέσει πρώτο τα αυγά του. Το αρσενικό δεν τολμά να αναλάβει αυτόν τον κίνδυνο επειδή αν εναπέθετε πολύ νωρίς τα σπερματοζώαριά του, θα σκόρπιζαν πριν επέμβει το θηλυκό, που δεν θα ωοτοκούσε πλέον γιατί δεν θα είχε κανένα λόγο να το κάνει. Το αρσενικό, εξαιτίας του προβλήματος του διασκορπισμού, πρέπει να περιμένει την ωοτοκία του θηλυκού και κατόπιν να εναποθέσει το γόνο του στα αυγά. Όμως αυτή έχει στη διάθεσή της τώρα πολύτιμα δευτερόλεπτα για να εξαφανιστεί, αφήνοντας στο αρσενικό τα αυγά και βάζοντάς τον στο δίλημμα του Trivers. Έτσι αυτή η θεωρία εξηγεί καθαρά γιατί η πατρική φροντίδα είναι διαδεδομένη στο νερό και σπάνια στην ξηρά.

Ας αφήσουμε τώρα τα ωάρια κι ας επιστρέψουμε στην άλλη βασική στρατηγική των θηλυκών, τη στρατηγική του «μοναδικού, δυνατού άνδρα». Στα είδη που έχουν υιοθετήσει αυτή την πολιτική, τα θηλυκά παραιτούνται από τη βοήθεια του πατέρα των παιδιών τους και ενδιαφέρονται αποκλειστικά για καλά γονίδια. Για μια φορά ακόμη, χρησιμοποιούν το όπλο τους να συγκρατούνται στο ζευγάρι. Αρνούνται κατά κανόνα να ζευγαρώσουν με ένα τυχαίο αρσενικό, αλλά προκειμένου να ζευγαρώσουν είναι φοβερά προσεχτικές στην επιλογή του αρσενικού. Αναμφίβολα, μερικά αρσενικά έχουν περισσότερα καλά γονίδια από άλλα : γονίδια που θα ευνοούσαν τις προοπτικές επιβίωσης των παιδιών τους. Αν κατά κάποιον τρόπο το θηλυκό μπορούσε να διακρίνει αυτά τα καλά γονίδια με τη βοήθεια εξωτερικών ορατών στοιχείων, θα ωφελούσε τα δικά της αν τα ανακάτευε με καλά πατρικά γονίδια. Χρησιμοποιώντας την παρομοίωση του πληρώματος των κωπηλατών, το θηλυκό μπορεί να ελαχιστοποιήσει τις πιθανότητες να χαθούν τα γονίδιά της λόγω κακής παρέας. Θα προσπαθήσει να επιλέξει καλούς κωπηλάτες για να συντροφεύσουν τα γονίδιά της.

Είναι πιθανό ότι τα περισσότερα θηλυκά συμφωνούν μεταξύ τους ως προς ποια είναι τα καλύτερα αρσενικά επειδή όλα τα θηλυκά έχουν την ίδια πληροφόρηση. Συνεπώς αυτά τα λίγα τυχερά αρσενικά θα αναλάβουν το μεγαλύτερο μέρος της αναπαραγωγής. Κι αυτό το κάνουν πολύ εύκολα γιατί το μόνο που πρέπει να δώσουν σε κάθε θηλυκό είναι μερικά φτηνά σπερματοζώαρια. Ενδεχομένως αυτό συνέβη στις λεόντειες φώκιες και στα παραδείσια πουλιά. Τα θηλυκά επιτρέπουν μόνο σε λίγα αρσενικά να εφαρμόσουν την ιδανική στρατηγική της εγωιστικής εκμετάλλευσης. Βέβαια, την εποφθαλμιούν όλα τα αρσενικά, αλλά μόνο τα καλύτερα εξασφαλίζουν αυτή την πολυτέλεια.

Τι πρέπει να αναζητήσει το θηλυκό που προσπαθεί να διαλέξει καλά γονίδια για να τα συνδυάσει με τα δικά της ; Ένα από τα πράγματα που θέλει, είναι ενδείξεις ικανότητας επιβίωσης. Προφανώς, κάθε υποψήφιος σύντροφος που τη φλερτάρει έχει αποδείξει την ικανότητά του να επιβιώσει, τουλάχιστον ως την εφηβεία, αλλά δεν έχει αποδείξει υποχρεωτικά ότι μπορεί να επιβιώσει περισσότερο. Μια πολύ καλή πολιτική για ένα θηλυκό θα ήταν να ψάξει για ηλικιωμένα αρσενικά. Οποια κι αν είναι τα μειονεκτήματά τους, τουλάχιστον έχουν αποδείξει ότι μπορούν να επιβιώσουν, και το θηλυκό επιθυμεί να συνδυάσει τα γονίδιά του με γονίδια «για μακροβιότητα». Εντούτοις, τίποτε δεν εγγυάται ότι τα παιδιά της όχι μόνο θα ζήσουν πολλά χρόνια αλλά και θα της δώσουν και πολλά εγγόνια. Η μακροβιότητα δεν είναι εκ πρώτης όψεως ένδειξη σεξουαλικής σφριγηλότητας του αρσενικού. Πραγματικά, ένα αρσενικό που έζησε πολλά χρόνια μπορεί να έχει

επιβιώσει επειδή δεν ανέλαβε τους κινδύνους να αναπαραχθεί. Ένα θηλυκό που διαλέγει ένα ηλικιωμένο αρσενικό δεν θα έχει υποχρεωτικά περισσότερους απογόνους από ένα ανταγωνιστικό θηλυκό που διαλέγει ένα νεαρό σύντροφο ο οποίος δίνει κάποιες άλλες ενδείξεις καλών γονιδίων. Ποιες άλλες ενδείξεις ; Υπάρχουν πολλές δυνατότητες. Πιθανώς οι δυνατοί μύες ως ένδειξη ικανότητας στη συλλογή τροφής, ίσως τα μακριά πόδια ως ένδειξη ικανότητας διαφυγής από τους εχθρούς. Ένα θηλυκό θα ωφελήσει τα γονιδιά της αν τα συσχετίσει με τέτοια χαρακτηριστικά γιατί θα ωφεληθούν οι γιοι και οι θυγατέρες της. Πρώτα λοιπόν πρέπει να φανταστούμε ότι τα θηλυκά διαλέγουν αρσενικά με βάση απολύτως αυθεντικές ετικέτες ή ενδεικτικά καλών υποκείμενων γονιδίων. Όμως εδώ υπάρχει ένα πολύ ενδιαφέρον σημείο που το είχε αντιληφθεί ο Δαρβίνος και το διατύπωσε με σαφήνεια ο Fisher. Σε μια κοινωνία όπου τα αρσενικά ανταγωνίζονται μεταξύ τους για να προτιμηθούν από τα θηλυκά ως σφριγηλά, ένα από τα καλύτερα πράγματα που θα μπορούσε να κάνει η μητέρα για τα γονιδιά της είναι να γεννήσει ένα γιο, ο οποίος με τη σειρά του να είναι ελκυστικά σφριγηλός. Αν μπορεί να εξασφαλίσει ώστε ο γιος της να είναι ένας από τους λίγους ευτυχείς αρσενικούς που κάνουν τα περισσότερα ζευγαρώματα όταν ενηλικιωθούν, ασφαλώς θα αποκτήσει πολλά εγγόνια. Εξαιτίας αυτού, μια από τις πλέον επιθυμητές ιδιότητες των αρσενικών στα μάτια των θηλυκών είναι απλούστατα η ίδια η σεξουαλική ελκυστικότητα. Ένα θηλυκό που ζευγαρώνει με κάποιο υπερελκυστικό σφριγηλό αρσενικό έχει πολλές πιθανότητες να κάνει γιους οι οποίοι θα είναι ελκυστικοί στα θηλυκά της επόμενης γενεάς και θα της κάνουν πολλά εγγόνια. Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι αρχικά τα θηλυκά επέλεξαν τα αρσενικά με βάση προφανώς χρήσιμες ιδιότητες, όπως οι δυνατοί μύες, αλλά αργότερα, όταν αυτές οι ιδιότητες έγιναν ευρύτατα αποδεκτές ως ελκυστικές από τα θηλυκά ενός είδους, η φυσική επιλογή θα συνέχιζε να τις ευνοεί απλώς επειδή ήταν ελκυστικές.

Υπερβολικά χαρακτηριστικά, όπως οι ουρές των αρσενικών παραδείσιων πουλιών, μπορεί λοιπόν να εξελίχθηκαν από κάποιο είδος ασταθούς παροδικής διαδικασίας. Αρχικά, μια ουρά λίγο μακρύτερη από τις συνηθισμένες μπορεί να επιλέχθηκε από τα θηλυκά ως επιθυμητή ιδιότητα, ίσως γιατί μαρτυρούσε σωστή και υγιή κατασκευή. Η μικρή ουρά ενός αρσενικού θα μπορούσε να υποδεικνύει την έλλειψη κάποιας βιταμίνης – ένδειξη μικρής ικανότητας στην απόκτηση τροφής. Ή, πιθανώς, τα αρσενικά με κοντή ουρά να μην έτρεχαν αρκετά γρήγορα όταν τα κυνηγούσαν οι εχθροί τους κι έτσι τους έφαγαν τις ουρές. Σημειώστε ότι δεν μας ενδιαφέρει αν η κοντή ουρά κληρονομήθηκε γενετικά, αλλά μόνο ότι χρησίμευε ως δείκτης κάποιας γενετικής κατωτερότητας. Εν πάση περιπτώσει, όποιος και να είναι ο λόγος, ας υποθέσουμε ότι τα θηλυκά των αρχέγονων παραδείσιων πουλιών προτιμούσαν αρσενικά με ουρές μακρύτερες του μέσου όρου. Με την προϋπόθεση ότι υπήρχε κάποια γενετική συνεισφορά στη φυσική ποικιλία αρσενικών με μακριά ουρά, αυτό με τον καιρό θα είχε συνέπεια την αύξηση του μήκους της ουράς των αρσενικών στον πληθυσμό. Τα θηλυκά ακολουθούσαν έναν απλό κανόνα : «Κοίταξε όλα τα αρσενικά γύρω σου και πήγαινε με όποιο έχει τη μακρύτερη ουρά». Κάθε θηλυκό που παραβίαζε αυτόν τον κανόνα θα τιμωρόνταν *ακόμη και όταν* οι ουρές έγιναν τόσο μακριές ώστε στην πραγματικότητα να αποτελούν εμπόδιο για τους κατόχους τους. Κι αυτό, επειδή όσοι από τους γιους της είχαν κοντές ουρές θα είχαν επίσης ελάχιστες πιθανότητες να θεωρηθούν ελκυστικοί ώστε να ζευγαρώσουν. Όπως με τη μόδα των γυναικείων ενδυμάτων ή με τα μοντέλα των αμερικανικών αυτοκινήτων, η τάση για μακριές ουρές επιβλήθηκε και συνεχίστηκε. Σταμάτησε μόνον όταν οι ουρές έγιναν τόσο υπερβολικά μακριές ώστε τα μειονεκτήματά τους να ξεπερνούν το πλεονέκτημα της σεξουαλικής ελκυστικότητας.

Αυτή η θεωρία δύσκολα γίνεται αποδεκτή, αποτέλεσε μάλιστα αντικείμενο κριτικής αφότου την πρωτοδιατύπωσε ο Δαρβίνος με το όνομα *σεξουαλική* επιλογή. Ένας απ' όσους δεν την αποδέχονται είναι ο A. Zahavi, τη θεωρία του οποίου «Αλεπού, αλεπού...» την έχουμε ήδη αναφέρει. Ως εναλλακτική εξήγηση προτείνει τη δική του εξοργιστικά αντίθετη «αρχή του μειονεκτήματος». Επισημαίνει πως το γεγονός ότι τα θηλυκά προσπαθούν να διαλέξουν καλά γονίδια από τον πληθυσμό από τον πληθυσμό των αρσενικών ανοίγει το δρόμο στα αρσενικά να

εξαπατούν. Οι δυνατοί μύες μπορεί να είναι αυθεντικά καλή ιδιότητα ώστε να τη διαλέξει ένα θηλυκό, αλλά κατόπιν τι θα εμπόδιζε τα αρσενικά να αναπτύξουν εικονικούς μύες χωρίς πραγματικό αντίκρισμα ; Αν στο αρσενικό κοστίζει λιγότερο να αναπτύξει ψεύτικους μύες παρά αληθινούς, η σεξουαλική επιλογή θα ευνοούσε τα γονίδια για την ανάπτυξη ψεύτικων μυών. Αυτό όμως δεν θ' αργούσε να οδηγήσει στην αντίθετη επιλογή, στην εξέλιξη θηλυκών ικανών να διακρίνουν αυτή την απάτη. Η βασική πρόταση του Zahavi είναι ότι η ψεύτικη σεξουαλική διαφήμιση τελικά θα γίνει αντιληπτή από τα θηλυκά. Το συμπέρασμά του είναι ότι πραγματικά επιτυχημένα αρσενικά θα είναι όσα δεν κάνουν ψεύτικες διαφημίσεις αλλά αποδεικνύουν χειροπιαστά ότι δεν εξαπατούν. Στην περίπτωση π.χ. των δυνατών μυών, τα αρσενικά που απλώς δίνουν οπτική εντύπωση ισχυρών μυών, γρήγορα θα ξεσκεπαστούν από τα θηλυκά. Όμως ένα αρσενικό που αποδεικνύει έμπρακτα, όπως με την άρση βαρών ή με άλλες εντυπωσιακές επιδείξεις, ότι έχει δυνατούς μυς, θα πετύχει να πείσει τα θηλυκά. Με άλλα λόγια, ο Zahavi, πιστεύει ότι το σφριγηλό αρσενικό όχι μόνο πρέπει να φαίνεται πως είναι «καλής ποιότητας» αλλά και να είναι πραγματικά, γιατί αλλιώς τα δύσπιστα θηλυκά δεν θα παραδέχονταν ότι είναι τέτοιο. Συνεπώς θα εξελιχθούν οι επιδείξεις που μόνο ένα αυθεντικά σφριγηλό αρσενικό είναι ικανό να τις εκτελέσει.

Ως εδώ τα πράγματα πάνε καλά. Τώρα όμως αρχίζει το τμήμα της θεωρίας του Zahavi που πραγματικά είναι αχώνευτο. Ισχυρίζεται ότι οι ουρές των παραδείσιων πουλιών και των παγωνιών, τα τεράστια κέρατα του ελαφιού και άλλα χαρακτηριστικά σεξουαλικής επιλογής, που ανέκαθεν φαίνονταν παράδοξα επειδή αποτελούσαν εμπόδια για τους κατόχους τους, εξελίχθηκαν ακριβώς επειδή ήταν εμπόδια. Ένα αρσενικό πουλί με μεγάλη δυσκίνητη ουρά δείχνει στα θηλυκά ότι ο κάτοχός της έχει τόσο σφρίγος ώστε μπορεί να επιβιώνει παρά το γεγονός ότι η ουρά του τον δυσκολεύει. Φανταστείτε μια γυναίκα που παρακολουθεί έναν αγώνα δρόμου δύο ανδρών. Αν τερματίσουν ταυτόχρονα αλλά ο ένας ήταν φορτωμένος εκουσίως με ένα τσουβάλι κάρβουνα, η γυναίκα εύλογα θα συμπεράνει ότι ο ταχύτερος δρομέας είναι αυτός με το φορτίο.

Εγώ δεν πιστεύω σ' αυτή τη θεωρία, μολονότι δεν είμαι τόσο σίγουρος για τις αντιρρήσεις μου όσο ήμουν όταν την άκουσα για πρώτη φορά. Τότε, επεσήμανα πως το λογικό συμπέρασμα θα ήταν η εξέλιξη μονόφθαλμων και κουτσών αρσενικών. Ο Zahavi, που κατάγεται από το Ισραήλ, είχε έτοιμη την απάντηση : «Μερικοί από τους καλύτερους στρατηγούς μας είναι μονόφθαλμοι !» [Υπονοούσε τον Νταγιάν που διακρίθηκε στον Αραβο-Ισραηλινό Πόλεμο των Εξι Ημερών το 1967 (Σ.τ.μ.)]. Οπωσδήποτε, παραμένει το πρόβλημα ότι η θεωρία των μειονεκτημάτων φαίνεται να εμπεριέχει κάποια αντίφαση. Αν το μειονέκτημα είναι γνήσιο (και η θεωρία προϋποθέτει ότι είναι), τότε θα επιβαρύνει τον απόγονο τουλάχιστον όσο θα τον ωφελήσει σε ελκυστικότητα απέναντι των θηλυκών. Πάντως είναι σημαντικό ότι το μειονέκτημα δεν πρέπει να περάσει στις θυγατέρες.

Αν μεταφράζαμε τη θεωρία των μειονεκτημάτων στη γλώσσα των γονιδίων, θα τη διατυπώναμε κάπως έτσι : Ένα γονίδιο που κάνει τα αρσενικά να εμφανίσουν ένα πρόσκομμα, όπως μια μακριά ουρά, γίνεται πολυάριθμο στη γονιδιακή δεξαμενή επειδή τα θηλυκά διαλέγουν αρσενικά με μειονεκτήματα. Κι αυτό γίνεται επειδή τα γονίδια που κάνουν τα θηλυκά να διαλέγουν ελαττωματικά αρσενικά γίνονται και αυτά πολυάριθμα στη γονιδιακή δεξαμενή, κι αυτό με τη σειρά του οφείλεται στο ότι τα θηλυκά που προτιμούν τα μειονεκτικά αρσενικά διαλέγουν αυτόματα άτομα με καλά γονίδια ως προς άλλα χαρακτηριστικά, αφού αυτά τα αρσενικά επιβίωσαν παρά το συγκεκριμένο μειονέκτημά τους. Αυτά τα άλλα «καλά» γονίδια θα ωφελήσουν τα σώματα των παιδιών που θα γεννηθούν, τα οποία θα επιβιώσουν και θα διαδώσουν τα γονίδια για το μειονέκτημα αλλά και τα γονίδια για την εκλογή των μειονεκτούντων αρσενικών. Με την προϋπόθεση ότι τα γονίδια στα οποία οφείλεται το ίδιο το μειονέκτημα ασκούν την επίδρασή τους μόνο στα αρσενικά παιδιά, όπως ακριβώς τα γονίδια στα οποία οφείλεται η σεξουαλική προτίμηση προς το ελάττωμα επηρεάζουν μόνο τα θηλυκά παιδιά, η θεωρία μπορεί να λειτουργήσει. Όμως, όσο η θεωρία παραμένει διατυπωμένη μόνο με λόγια, δεν είμαστε σίγουροι αν πραγματικά

λειτουργεί ό όχι. Ο καλύτερος τρόπος να αντιληφθούμε την αποτελεσματικότητα μιας τέτοιας θεωρίας είναι αν διατυπωνόταν με τη μορφή μαθηματικού μοντέλου. Ομως, ως τώρα, οι μαθηματικοί γενετιστές (ανάμεσά τους και ο Maynard Smith) που επιχείρησαν να διατυπώσουν την αρχή των μειονεκτημάτων με τη μορφή λειτουργικού μοντέλου, απέτυχαν. Κι αυτό είτε γιατί δεν υπάρχει τέτοιο μοντέλο είτε γιατί οι γενετιστές δεν έχουν αρκετή φαντασία. Γνώμη μου είναι πως συμβαίνει το πρώτο.

Αν ένα αρσενικό μπορεί να αποδείξει την ανωτερότητά του απέναντι των ομοίων του με κάποιον άλλο τρόπο διαφορετικό από την εκούσια επίδειξη των μειονεκτημάτων του, ουδείς αμφιβάλλει ότι μ' αυτόν τον τρόπο θα μεγάλωνε τη γενετική επιτυχία του. Οι αρσενικές φώκιες,, λόγω χάρη, κερδίζουν και επιβάλλονται στα χαρέμια τους όχι γιατί είναι αισθητικά ελκυστικές στα θηλυκά αλλά με την απλή μέθοδο να ξυλοφορτώνουν κάθε αρσενικό που επιχειρεί να εισχωρήσει στο χαρέμι. Σ' αυτούς τους αγώνες οι κάτοχοι χαρεμιών κατά κανόνα νικούν τους υποψήφιους διεκδικητές, προφανώς επειδή η παλικαριά τους είναι η αιτία που διαθέτουν χαρέμι. Οι διεκδικητές συνήθως χάνουν επειδή δεν είναι ικανοί να νικήσουν, αλλιώς θα το είχαν κάνει από πριν ! Κάθε θηλυκό που ζευγαρώνει μόνο με κάτοχο χαρεμιού συνδυάζει τα γονίδιά του με τα γονίδια ενός αρσενικού που είναι αρκετά δυνατός ώστε να αντιμετωπίζει τις αλλεπάλληλες προκλήσεις στις οποίες προβαίνουν οι πολλοί μοναχικοί, απελπισμένοι αρσενικοί. Με λίγη τύχη, οι γιοι της θα κληρονομήσουν την ικανότητα του πατέρα τους να διατηρούν χαρέμι. Στην πράξη, η θηλυκή φώκια δεν έχει πολλές δυνατότητες επιλογής γιατί ο κάτοχος του χαρεμιού την ξυλοφορτώνει αν επιχειρήσει να ξεστρατίσει. Εντούτοις, παραμένει το αξίωμα ότι όσα θηλυκά διαλέγουν να ζευγαρώσουν με αρσενικά που νικούν στους αγώνες, ωφελούν τα γονίδιά τους μ' αυτή την επιλογή. Όπως είδαμε, υπάρχουν παραδείγματα θηλυκών που προτιμούν να ζευγαρώνουν με αρσενικά τα οποία κατέχουν επικράτειες και με άτομα που έχουν υψηλή θέση στην κοινωνική ιεραρχία.

Συνοψίζοντας όσα είπαμε σ' αυτό το κεφάλαιο, τα διάφορα συστήματα αναπαραγωγής που εφαρμόζουν τα ζώα (μονογαμία, ελεύθερη πολυγαμία, χαρέμια κ.ά.) μπορεί να κατανοηθούν με βάση τη σύγκρουση συμφερόντων ανάμεσα σε αρσενικά και θηλυκά. Τα άτομα και των δύο φύλων στο διάστημα της ζωής τους «θέλουν» να μεγιστοποιήσουν την ολική αναπαραγωγική απόδοση τους. Εξαιτίας της θεμελιώδους διαφοράς στο μέγεθος και τον αριθμό των σπερματοζωαρίων και ωαρίων, τα αρσενικά εν γένει αποκλίνουν προς την ελεύθερη πολυγαμία και στερούνται πατρικής στοργής. Τα θηλυκά διαθέτουν δύο κύρια αντίμετρα, που τα ονόμασα στρατηγικές της αναζήτησης του «μοναδικού, δυνατού άνδρα» και της «οικογενειακής ευδαιμονίας». Οι οικολογικές συνθήκες ενός είδους θα καθορίσουν αν τα θηλυκά θα αποκλίνουν προς το ένα ή το άλλο αντίμετρο, και θα προσδιορίσουν επίσης τον τρόπο που θα αντιδράσουν τα αρσενικά. Στην πράξη βρίσκουμε όλους τους ενδιάμεσους τύπους μεταξύ των δύο στρατηγικών, και, όπως είδαμε, υπάρχουν περιπτώσεις όπου ο πατέρας φροντίζει τα παιδιά πολύ περισσότερο απ' ότι η μητέρα. Το βιβλίο μου δεν ασχολείται με τις λεπτομέρειες καθενός συγκεκριμένου ζωικού είδους, κι έτσι δεν θα μιλήσω για τα αίτια που προδιαθέτουν ένα είδος να ακολουθήσει το ένα ή το άλλο σύστημα αναπαραγωγής. Εξετάζω μόνο τις συνήθως παρατηρούμενες διαφορές ανάμεσα στα αρσενικά και στα θηλυκά εν γένει, κι υποδεικνύω τον τρόπο που μπορεί να εξηγηθούν. Συνεπώς δεν ασχολούμαι ιδιαίτερα με τα είδη όπου οι διαφορές των φύλων είναι μικρές και οι οποίες γενικά είναι οι διαφορές εξαιτίας των οποίων τα θηλυκά προτιμούν τη στρατηγική της οικογενειακής ευδαιμονίας.

Εν πρώτοις υπάρχει η τάση τα μεν αρσενικά να εμφανίζουν σεξουαλική ελκυστικότητα, φανταχτερά χρώματα, τα δε θηλυκά να είναι πιο άτονα. Τα άτομα και των δύο φύλων θέλουν να αποφύγουν να κατασπαραχθούν από τους εχθρούς τους, πρέπει λοιπόν να υπάρχει κάποια εξελικτική πίεση και στα δύο φύλα για άτονους χρωματισμούς. Τα ζωηρά χρώματα προσελκύουν και τους εχθρούς και τους σεξουαλικούς συντρόφους. Με γονιδιακή ορολογία, αυτό σημαίνει ότι τα γονίδια για ζωηρά χρώματα έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να καταλήξουν στο στομάχι των

εχθρών απ' όσες τα γονίδια με μουντά χρώματα. Από την άλλη μεριά, τα γονίδια για άτονα έχουν μικρότερες πιθανότητες να βρεθούν στην επόμενη γενεά συγκριτικά με τα γονίδια για έντονα χρώματα, γιατί τα άχαρα άτομα δύσκολα προσελκύουν σεξουαλικό σύντροφο. Υπάρχουν επομένως δύο αντίθετες πιέσεις επιλογής : των εχθρών, που τείνουν να εξαφανίσουν από τη γονιδιακή δεξαμενή τα γονίδια για άτονα χρώματα. Όμως, όπως και σε πολλές άλλες περιπτώσεις, οι αποδοτικές μηχανές επιβίωσης μπορεί να θεωρηθούν συγκερασμός των δύο αντικρουόμενων επιλεκτικών πιέσεων. Εδώ μας ενδιαφέρει το ότι ο βέλτιστος συγκερασμός είναι διαφορετικός σε αρσενικά και σε θηλυκά. Φυσικά, αυτό συμβιβάζεται πλήρως με την άποψή μας ότι τα αρσενικά είναι παίκτες υψηλού κινδύνου και μεγάλου κέρδους. Επειδή το αρσενικό παράγει πολλά εκατομμύρια σπερματοζώαρια για κάθε ωάριο που παράγει ένα θηλυκό, τα σπερματοζώαρια θα είναι σαφώς πολυαριθμότερα από τα ωάρια. Συνεπώς, κάθε δεδομένο ωάριο έχει πολύ μεγαλύτερες πιθανότητες να γονιμοποιηθεί απ' όσες ένα συγκεκριμένο σπερματοζώαριο να γονιμοποιήσει. Τα ωάρια είναι σπανιότερα, άρα το θηλυκό δεν έχει ανάγκη να είναι τόσο ελκυστικό σεξουαλικά όσο το αρσενικό για να εξασφαλίσει τη γονιμοποίηση των αυγών του. Ένα αρσενικό είναι απόλυτα ικανό να γίνει πατέρας όλων των παιδιών που θα γεννηθούν σ' ένα μεγάλο πληθυσμό θηλυκών. Ακόμη και στην περίπτωση που ένα αρσενικό έχει σύντομη ζωή, επειδή η εντυπωσιακή ουρά του προσελκύει εχθρούς ή μπερδεύεται στους θάμνους, μπορεί να γίνει πατέρας πολλών παιδιών πριν πεθάνει. Ένα μη ελκυστικό άχαρο αρσενικό μπορεί να ζήσει πολύ, ακόμη όσο κι ένα θηλυκό, έχει όμως μικρές πιθανότητες να αποκτήσει πολλά παιδιά και τα γονιδιά του δεν θα περάσουν. Ποιο θα είναι λοιπόν το όφελος ενός αρσενικού αν κερδίσει τον κόσμο όλο και χάσει τα αθάνατα γονιδιά του ;

Μια άλλη συνηθισμένη διαφορά είναι ότι τα θηλυκά είναι πιο λεπτολόγα από τα αρσενικά όταν πρόκειται να αποφασίσουν με ποιον θα ζευγαρώσουν. Ένας λόγος της προσεχτικής εξέτασης και από τα δύο φύλλα είναι η ανάγκη να αποφύγουν να ζευγαρώσουν με μέλη άλλου είδους. Οι υβριδισμοί είναι άσχημοι για πολλούς λόγους. Μερικές φορές, όπως στην περίπτωση ανθρώπου που συνευρίσκεται με πρόβατο, η συνουσία δεν οδηγεί στο σχηματισμό εμβρύου, οπότε δεν χάνονται πολλά πράγματα. Όταν όμως διασταυρώνονται συγγενικότερα είδη, λόγου χάρη άλογα και γαϊδαροι, η ζημιά (τουλάχιστον από τη μεριά του θηλυκού) μπορεί να είναι σημαντική. Είναι πιθανό να σχηματισθεί ένα έμβρυο μουλαριού που γεμίζει την κοιλιά της επί 11 μήνες. Το υβρίδιο απορροφά μεγάλη ποσότητα από την ολική γονική επένδυση όχι μόνο με τη μορφή τροφής, που τη δέχεται διαμέσου του πλακούντα, και αργότερα με τη μορφή γάλακτος, αλλά κυρίως με τη μορφή του χρόνου, τον οποίο θα μπορούσε να τον ξοδέψει για να μεγαλώσει άλλα παιδιά. Κατόπιν, όταν ο ημίονος φτάσει στην εφηβεία, αποδεικνύεται στείρος. Αυτό οφείλεται πιθανώς στο ότι ενώ τα χρωμοσώματα το αλόγου και το γαϊδάρου είναι αρκετά όμοια ώστε να συνεργαστούν και να οικοδομηθούν ένα αρκετά δυνατό σώμα ημίονου, δεν είναι τόσο όμοια ώστε να λειτουργήσουν σωστά κατά τη μείωση. Ανεξάρτητα από την ακριβή αιτία, από τη σκοπιά των γονιδίων, η σημαντικότερη επένδυση της μητέρας για να μεγαλώσει το μουλαράκι χάνεται πλήρως. Τα θηλυκά γαϊδούρια πρέπει να είναι εξαιρετικά προσεχτικά ώστε το άτομο με το οποίο θα ζευγαρώσουν να είναι γαϊδούρι και όχι άλογο. Στη γλώσσα των γονιδίων, κάθε γονίδιο γαϊδάρου που λέει : «Σώμα, αν είσαι θηλυκό ζευγάρωσε με οποιοδήποτε ώριμο αρσενικό, είτε γαϊδάρο είτε άλογο», είναι ένα γονίδιο που τελικά θα βρεθεί στο «νεκρό» σώμα ενός ημίονου. Η επένδυση της μητέρας στο μικρό μουλαράκι της στερεί μεγάλο μέρος της ικανότητάς της να μεγαλώσει γόνιμα γαϊδούρια. Από την άλλη μεριά, το αρσενικό χάνει λιγότερα αν ζευγαρώσει με θηλυκό άλλου είδους και, μολονότι δεν έχει τίποτε να κερδίσει, θα περιμέναμε τα αρσενικά να ήταν λιγότερο προσεχτικά στην εκλογή των σεξουαλικών συντρόφων τους. Σε όλες τις περιπτώσεις που μελετήθηκε το φαινόμενο, βρέθηκε ότι έτσι συμβαίνει.

Αλλά και στο ίδιο είδος υπάρχουν πολλοί λόγοι για λεπτολογίες. Η αιμομιξία, όπως και ο υβριδισμός, έχει μάλλον βλαπτικά γενετικά επακόλουθα επειδή εμφανίζονται υπολειπόμενα θανατογόνα και ημιθανατογόνα γονίδια. Και πάλι τα θηλυκά χάνουν περισσότερα από τα

αρσενικά, επειδή η επένδυσή τους σε κάθε παιδί τείνει να είναι μεγαλύτερη. Οπου υπάρχουν ταμπού αιμομιξίας, θα περιμέναμε ότι τα θηλυκά θα ήταν σθεναρότερα προσηλωμένα στα ταμπού απ' ό,τι τα αρσενικά. Αν δεχτούμε ότι ο μεγαλύτερος ηλικίας σύντροφος μιας αιμομικτικής σχέσης είναι πιθανότερο να έχει την πρωτοβουλία, θα περιμέναμε ότι στα περισσότερα αιμομικτικά ζευγάρια το πιο ηλικιωμένο μέλος θα είναι το αρσενικό και όχι το θηλυκό. Έτσι, η αιμομιξία πατέρα/κόρης έπρεπε να είναι συνηθέστερη από την αιμομιξία μητέρας/γιου. Ενδιάμεση συχνότητα θα εμφάνιζε η αιμομιξία αδελφού/αδελφής.

Γενικά, τα αρσενικά θα έτειναν να είναι πιο έκλυτα από τα θηλυκά. Επειδή το θηλυκό παράγει περιορισμένο αριθμό ωαρίων με σχετικά βραδύ ρυθμό, ελάχιστα κερδίζει από πολλά ζευγαρώματα με διαφορετικά αρσενικά. Από την άλλη μεριά, το αρσενικό που μπορεί να παράγει εκατομμύρια σπερματοζωάρια κάθε μέρα, ζευγαρώνοντας αδιάκριτα με πολλά θηλυκά κερδίζει τα πάντα. Στο θηλυκό, τα πολλά ζευγαρώματα δεν της κοστίζουν πολύ, εκτός από μια μικρή απώλεια χρόνου και ενέργειας, όμως δεν της αποφέρουν μεγάλο κέρδος. Οσον αφορά το αρσενικό, επειδή ουδέποτε πραγματοποιεί πολλά ζευγαρώματα με τόσα διαφορετικά θηλυκά όσα θα ήταν δυνατό, η λέξη πλεόνασμα δεν έχει κανένα νόημα.

Δεν μίλησα συγκεκριμένα για τον άνθρωπο, αλλά αναπόφευκτα, όταν συζητάμε για θέματα που αφορούν την εξέλιξη, όπως αυτά του παρόντος κεφαλαίου, αναμφισβήτητα υπάρχει κάποια αντανάκλαση στο είδος μας και στις εμπειρίες μας. Η ιδέα ότι τα θηλυκά αποφεύγουν το ζευγάρι ωσότου το αρσενικό να δώσει κάποια ένδειξη μακρόχρονης πίστης δονεί γνωστές μας χορδές. Αυτό μας κάνει να υποθέσουμε ότι οι γυναίκες εφαρμόζουν τη στρατηγική της οικογενειακής ευδαιμονίας και όχι του «μοναδικού, δυνατού άνδρα». Οι περισσότερες ανθρώπινες κοινωνίες είναι πραγματικά μονογαμικές. Στη δική μας η επένδυση στα παιδιά και από τους δύο γονείς είναι μεγάλη και όχι καταφανώς ετεροβαρής. Σίγουρα, οι μητέρες εκτελούν αμεσότερο έργο για τα παιδιά τους συγκριτικά με τους πατέρες, αλλά κι αυτοί συχνά εργάζονται σκληρά με πιο έμμεσο τρόπο για να αποκτήσουν τα υλικά αγαθά που προσφέρουν στα παιδιά τους. Από την άλλη πλευρά, μερικές ανθρώπινες κοινωνίες είναι ελεύθερα πολυγαμικές και μερικές στηρίζονται στο χαρέμι. Αυτή η εκπληκτική ποικιλία υποδηλώνει ότι ο τρόπος ζωής του ανθρώπου καθορίζεται κυρίως από πολιτισμικούς παράγοντες και όχι από τα γονίδια. Είναι όμως πιθανό, οι άνδρες εν γένει να έχουν την τάση προς την πολυγαμία και τα θηλυκά προς την μονογαμία, όπως άλλωστε υπαγορεύουν εξελικτικοί λόγοι. Το ποια από αυτές τις δύο τάσεις θα υπερισχύσει σε μια συγκεκριμένη κοινωνία θα εξαρτηθεί από λεπτομέρειες πολιτισμικού περιεχομένου, ακριβώς όπως στα διάφορα ζωικά είδη εξαρτάται από οικολογικούς παράγοντες.

Ένα από τα χαρακτηριστικά της κοινωνίας μας, που αναμφισβήτητα είναι ανώμαλο, είναι η σεξουαλική διαφήμιση. Όπως είδαμε, όταν τα φύλα διαφέρουν, υπάρχουν ισχυροί εξελικτικοί λόγοι να περιμένουμε το αρσενικό να διαφημίζεται και το θηλυκό να είναι άτονο. Αναμφίβολα, ο σύγχρονος δυτικός άνθρωπος αποτελεί εξαίρεση σ' αυτό το ζήτημα. Είναι αλήθεια ότι μερικοί άνδρες ντύνονται φανταχτερά και μερικές γυναίκες είναι ατημέλητες, αλλά, κατά μέσο όρο, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι στη σύγχρονη κοινωνία το θηλυκό και όχι το αρσενικό είναι εκείνο που εμφανίζει το ισοδύναμο της ουράς του παγωνιού. Οι γυναίκες βάζουν τα πρόσωπά τους και βάζουν ψεύτικες βλεφαρίδες. Εκτός από τους ηθοποιούς και τους ομοφυλόφιλους, οι άνδρες δεν κάνουν τέτοια πράγματα. Οι γυναίκες φαίνεται να ενδιαφέρονται πολύ για την εξωτερική τους εμφάνιση, και σ' αυτό ενθαρρύνονται από τα περιοδικά τους και τις εφημερίδες. Τα ανδρικά περιοδικά ασχολούνται λιγότερο με τη σεξουαλική ελκυστικότητα του αρσενικού. Ο άνδρας που δείχνει ασυνήθιστο ενδιαφέρον για τα ενδύματα και την εμφάνισή του τείνει να δημιουργήσει υποψίες τόσο στους ομόφυλούς του όσο και στις γυναίκες. Όταν σε μια συνομιλία περιγράφεται μια γυναίκα, κατά κύριο λόγο αναφέρεται η σεξουαλική ελκυστικότητά της. Αυτό ισχύει είτε ο ομιλητής είναι άνδρας είτε γυναίκα. Όταν περιγράφεται ένας άνδρας, τα επίθετα που χρησιμοποιούνται είναι πολύ πιθανό να μην έχουν καμιά σχέση με το φύλο του.

Μπροστά σ' αυτά τα γεγονότα, ένας βιολόγος θα ήταν αναγκασμένος να υποπτευθεί ότι παρατηρεί μια κοινωνία στην οποία τα θηλυκά ανταγωνίζονται για τα αρσενικά, και όχι το αντίθετο. Στην περίπτωση των παραδείσιων πουλιών συμπεράναμε ότι τα θηλυκά έχουν άτονα χρώματα επειδή δεν χρειάζεται να ανταγωνιστούν για τα αρσενικά. Τα αρσενικά είναι λαμπερά και επιδεικτικά γιατί τα θηλυκά είναι σε ζήτηση και αυτά θα κάνουν την επιλογή. Τα θηλυκά παραδείσια πουλιά είναι σε ζήτηση επειδή τα αυγά είναι σπανιότερα από τα σπερματοζώαρια. Τι συνέβη στον σύγχρονο δυτικό άνθρωπο ; Το αρσενικό έγινε πραγματικά το αναζητούμενο φύλο, αυτό που επιζητείται. Είναι λοιπόν το φύλλο που θα κάνει την επιλογή ; Αν ναι, γιατί ;

10. ΑΜΟΙΒΑΙΟΣ ΑΛΤΡΟΥΙΣΜΟΣ

Εξετάσαμε τις γονικές, επιθετικές και σεξουαλικές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε μηχανές επιβίωσης που ανήκουν στο ίδιο είδος. Υπάρχουν όμως και άλλες ενδιαφέρουσες αλληλεπιδράσεις των ζώων οι οποίες δεν εντάσσονται σ' αυτές τις κατηγορίες. Μια τέτοια είναι η ροπή πολλών ζώων να ζουν σε ομάδες. Πουλιά και έντομα σχηματίζουν σμήνη. Ψάρια και φάλαινες κοπάδια, θηλαστικά της ξηράς συγκεντρώνονται και κυνηγούν μαζί σε αγέλες. Οι ομάδες αποτελούνται συνήθως από μέλη ενός μόνο είδους, υπάρχουν όμως και εξαιρέσεις. Οι ζέβρες συναγελάζονται συχνά με αντιλόπες, και καμιά φορά παρατηρούνται σμήνη πουλιών από διαφορετικά είδη.

Τα ποικίλα οφέλη που μπορεί να έχει ένα εγωιστικό άτομο από την ομαδική ζωή συνιστούν έναν αρκετά μακρύ κατάλογο. Εδώ δεν σκοπεύω να τα παρουσιάσω ένα προς ένα, αλλά θα αναφέρω λίγα μόνο. Καθ' οδόν θα επιστρέψω σε άλλες περιπτώσεις προφανούς αλτρουιστικής συμπεριφοράς, όπως σ' εκείνες που ανέφερα στο πρώτο κεφάλαιο και υποσχέθηκα να τις εξηγήσω. Αυτό θα μας οδηγήσει στην εξέταση των κοινωνικών εντόμων, χωρίς την οποία καμιά εξήγηση του αλτρουισμού των ζώων δεν θα ήταν πλήρης. Εν τέλει, σ' αυτό το μάλλον ετερόκλητης ύλης κεφάλαιο θα αναφερθώ στη σημαντική ιδέα του αμοιβαίου αλτρουισμού ή αλληλοβοήθειας, με βάση την αρχή «ζύσε μου την πλάτη να ζύσω τη δική σου».

Όταν τα ζώα ζουν σε ομάδες, τα γονίδιά τους πρέπει να απολαμβάνουν μεγαλύτερο όφελος από αυτόν το συνεταιρισμό σε σύγκριση με όσα προσφέρουν. Μια αγέλη ύαινες μπορεί να συλλάβει πολύ μεγαλύτερο θήραμα απ' ό,τι μια μοναχική ύαινα. Άρα το ομαδικό κυνήγι συμφέρει το εγωιστικό άτομο, έστω κι αν αυτό συνεπάγεται μοίρασμα της τροφής. Πιθανώς, για παρόμοιους λόγους, μερικές αράχνες συνεργάζονται στην κατασκευή ενός τεράστιου κοινού ιστού. Οι αυτοκρατορικοί πιγκουίνοι κουβαριάζονται πολλοί μαζί για να εξοικονομήσουν θερμότητα. Ο καθένας τους κερδίζει εκθέτοντας στο περιβάλλον μικρότερη επιφάνεια του σώματός του. Ένα ψάρι που κολυμπά λοξά πίσω από ένα άλλο κερδίζει κάποιο υδροδυναμικό πλεονέκτημα από τη στροβιλώδη κίνηση του νερού που δημιουργεί το προπορευόμενο ψάρι – γι' αυτό ίσως τα ψάρια πηγαίνουν κατά κοπάδια. Ένα τέχνασμα που σχετίζεται με τη στροβιλώδη κίνηση του αέρα είναι γνωστό στους ποδηλατιστές και μπορεί να εξηγήσει το πέταγμα των πουλιών σε σφηνοειδείς σχηματισμούς. Πιθανόν να υπάρχει ανταγωνισμός για την αποφυγή της μειονεκτικής θέσης στην αιχμή της σφήνας. Πιθανόν τα πουλιά να εναλλάσσονται στην ακούσια οδηγική θέση – μια μορφή καθυστερημένου αμοιβαίου αλτρουισμού που θα συζητηθεί στο τέλος του κεφαλαίου.

Πολλά από τα οφέλη που υποστηρίζεται ότι έχει η ομαδική ζωή σχετίζονται με την προσπάθεια των ζώων να αποφύγουν να πέσουν θύματα των αρπακτικών. Ο W.D. Hamilton διατύπωσε μια κομψή θεωρία επί του θέματος στην εργασία του που τιτλοφορείται *Γεωμετρία του εγωιστικού κοπαδιού*. Για να μη δημιουργηθούν παρεξηγήσεις, πρέπει να τονίσω ότι λέγοντας «εγωιστικό κοπάδι» εννοεί κοπάδι αποτελούμενο από εγωιστικά άτομα.

Ακόμη μια φορά, ξεκινάμε με ένα απλό μοντέλο το οποίο, μολονότι είναι θεωρητικό κατασκευάσμα, βοηθά να κατανοήσουμε τον πραγματικό κόσμο. Υποθέστε ότι κάποιο ζωικό είδος κυνηγιέται από ένα αρπακτικό που επιτίθεται πάντα στο πλησιέστερο μεμονωμένο θήραμα. Αυτό, από την πλευρά του αρπακτικού, αποτελεί λογική στρατηγική, επειδή έτσι ξοδεύει λιγότερη ενέργεια. Από την πλευρά του θηράματος υπάρχει μια ενδιαφέρουσα συνέπεια : κάθε μεμονωμένο θήραμα θα προσπαθεί πάντα να μην είναι το πλησιέστερο στο αρπακτικό. Αν το θήραμα μπορεί να αντιληφθεί από μακριά το αρπακτικό, απλώς θα το βάλει στα πόδια. Αν όμως το αρπακτικό εμφανιστεί ξαφνικά χωρίς προειδοποίηση, αν π.χ. ενέδρευε μέσα σε παχύ χορτάρι, και πάλι κάθε μεμονωμένο θήραμα μπορεί να πάρει κάποια μέτρα για να ελαχιστοποιήσει την πιθανότητα να είναι το πλησιέστερο στο αρπακτικό. Μπορούμε να φανταστούμε ότι γύρω από κάθε μεμονωμένο θήραμα υπάρχει μια «περιοχή κινδύνου». Είναι η εδαφική περιοχή που κάθε σημείο της βρίσκεται πλησιέστερα σ' αυτό το συγκεκριμένο άτομο παρά σε οποιοδήποτε άλλο. Για παράδειγμα, αν τα

θηράματα κινούνται διατεταγμένα σε κανονικό γεωμετρικό σχηματισμό, η περιοχή κινδύνου γύρω από το καθένα (εκτός αν βρίσκεται στην άκρη) θα έχει περίπου εξαγωνικό σχήμα. Αν το αρπακτικό ενεδρεύει σ' ένα σημείο μέσα στην εξαγωνική περιοχή κινδύνου που περιβάλλει ένα άτομο A, τότε είναι πιθανό ότι το A θα καταβροχθιστεί. Όσα άτομα βρίσκονται στις άκρες του κοπαδιού είναι ιδιαίτερα τρωτά επειδή η περιοχή κινδύνου τους δεν είναι ένα σχετικά μικρό εξάγωνο, αλλά περιλαμβάνει μια μεγάλη έκταση έξω, στον ανοιχτό χώρο.

Είναι σαφές λοιπόν ότι ένα λογικό άτομο θα προσπαθεί να κάνει την περιοχή κινδύνου του όσο γίνεται μικρότερη. Ειδικότερα, θα προσπαθεί ν' αποφύγει να βρίσκεται στις άκρες του κοπαδιού. Αν βρεθεί κάποια στιγμή στην άκρη, θα κινηθεί αμέσως προς το εσωτερικό. Δυστυχώς, κάποια πρέπει να βρίσκονται στις άκρες, αλλά όσο αφορά κάποιο συγκεκριμένο άτομο, δεν πρέπει αυτό να βρίσκεται εκεί ! Πρέπει λοιπόν να υπάρχει αδιάκοπη μετακίνηση από την περιφέρεια προς το κέντρο. Αν στην αρχή το κοπάδι είναι χαλαρό και διάσπαρτο, γρήγορα θα πυκνώσει εξαιτίας της μετακίνησης προς το εσωτερικό. Ακόμη και αν ξεκινήσουμε με ένα μοντέλο χωρίς καμιά τάση συγκέντρωσης και με τα θηράματα διασκορπισμένα στην τύχη η εγωιστική παρόρμηση κάθε ατόμου θα το σπρώχνει να περιορίσει την περιοχή κινδύνου του και να προσπαθεί να τοποθετηθεί στο διάμεσο χώρο ανάμεσα στα άλλα. Έτσι, γρήγορα σχηματίζονται συγκεντρώσεις, που συνεχώς πυκνώνουν.

Προφανώς, στην πραγματική ζωή, η τάση συγκέντρωσης περιορίζεται από αντίθετες πιέσεις : διαφορετικά τα άτομα θα κατέληγαν σ' έναν συνταρασόμενο σωρό ! Εντούτοις, το μοντέλο παρουσιάζει ενδιαφέρον γιατί μας δείχνει ότι ακόμη και με πολύ απλές παραδοχές μπορούμε να προβλέψουμε τον σχηματισμό συγκεντρώσεων. Έχουν προταθεί και πιο σύνθετα μοντέλα. Το γεγονός ότι είναι ρεαλιστικότερα δεν μειώνει την αξία του απλούστερου μοντέλου του Hamilton, το οποίο μας βοηθά να αντιληφθούμε το πρόβλημα της ομαδοποίησης των ζώων.

Το μοντέλο του εγωιστικού κοπαδιού δεν προβλέπει κανενός είδους συνεργασία. Εδώ δεν υπάρχει αλτρουισμός αλλά μόνο εγωιστική εκμετάλλευση καθενός ατόμου εις βάρος των άλλων. Στην πραγματική ζωή όμως, υπάρχουν περιπτώσεις όπου τα άτομα αναλαμβάνουν δραστικά μέτρα για να προστατέψουν συντροφικά μέλη της ομάδας από εχθρούς. Πρόχειρο παράδειγμα είναι οι κραυγές κινδύνου των πουλιών, οι οποίες λειτουργούν προφανώς σαν σήμα κινδύνου αφού τα άτομα που τις ακούν παίρνουν άμεσα μέτρα διαφυγής. Το άτομο που βγάζει την κραυγή δεν φαίνεται ότι «προσπαθεί να απομακρύνει τον κίνδυνο του αρπακτικού» από τους συντρόφους του. Απλώς τους πληροφορεί για την ύπαρξη του αρπακτικού – τους προειδοποιεί. Οπωσδήποτε, το γεγονός και μόνο ότι βγάζει κραυγή, εκ πρώτης όψεως τουλάχιστον φαίνεται αλτρουιστικό επειδή έχει αποτέλεσμα να επισύρει την προσοχή του αρπακτικού στο άτομο που κραυγάζει. Αυτό συνάγεται έμμεσα από ένα γεγονός που πρόσεξε ο P.P. Marler. Τα φυσικά χαρακτηριστικά των κραυγών φαίνονται τόσο τέλεια διαμορφωμένα ώστε να εντοπίζονται δύσκολα. Αν ζητούσαμε από έναν μηχανικό ειδικευμένο στην ακουστική να συνθέσει έναν ήχο που την πηγή του να δυσκολευόταν να την εντοπίσει ένα αρπακτικό θα συνέθετε κάτι που να μοιάζει με τις κραυγές κινδύνου πολλών μικρών ωδικών πουλιών. Τώρα, στη φύση, αυτή η διαμόρφωση των κραυγών πρέπει να προέκυψε διαμέσου της φυσικής επιλογής, και ξέρουμε τι σημαίνει αυτό. Σημαίνει ότι πάμπολλα άτομα πέθαναν επειδή οι κραυγές τους δεν ήταν τέλειες. Φαίνεται λοιπόν ότι υπάρχει κίνδυνος για το άτομο που κραυγάζει. Η θεωρία του εγωιστικού γονιδίου πρέπει να βρει στη χρήση των κραυγών κάποιο πειστικό πλεονέκτημα, τόσο μεγάλο ώστε να αντισταθμίζει τους κινδύνους που συνεπάγονται.

Πραγματικά, αυτό δεν είναι πολύ δύσκολο. Έχει αναφερθεί τόσο πολλές φορές ότι οι κραυγές κινδύνου των πουλιών δεν συμβιβάζονται με τη δαρβινική θεωρία ώστε πολλοί θεωρούν κατόρθωμα την εξήγησή τους. Το αποτέλεσμα ήταν να έχουμε σήμερα τόσο πολλές εξηγήσεις ώστε να είναι δύσκολο να δούμε γιατί έγινε όλη αυτή η φασαρία. Προφανώς, αν υπάρχει πιθανότητα να περιέχει το σμήνος μερικούς στενούς συγγενείς, ένα γονίδιο για την εκπομπή κραυγών κινδύνου θα ευημερήσει στη γονιδιακή δεξαμενή επειδή υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να

βρίσκεται μέσα στα στρώματα μερικών από τα άτομα που σώζονται. Αυτό αληθεύει ακόμη και όταν το άτομο που κραυγάζει πληρώνει ακριβά τον αλτρουισμό του, προσελκύνοντας πάνω του την προσοχή του αρπακτικού.

Αν δεν σας ικανοποιεί η ιδέα της επιλογής συγγενών, υπάρχουν πολλές άλλες θεωρίες για να διαλέξετε. Ένα πουλί που εκπέμπει σήματα κινδύνου στους συντρόφους του θα μπορούσε να ωφεληθεί με πολλούς τρόπους. Ο Trivers αναπτύσσει πέντε καλές ιδέες, από τις οποίες πειστικότερες βρίσκω τις ακόλουθες δύο.

Την πρώτη την ονομάζω θεωρία του «συνθήματος», που σημαίνει «φυλαχτείτε» και χρησιμοποιείται ακόμη από τους μαθητές των σχολείων για να ειδοποιήσουν ότι πλησιάζει κάποιος επίσημος. Αυτή η θεωρία είναι κατάλληλη για τα πουλιά που καμουφλάρονται, που ζαρώνουν ακίνητα στους θάμνους μόλις τα απειλήσει κάποιος κίνδυνος. Φανταστείτε ένα κοπάδι τέτοιων πουλιών να τσιμπολογούν σ' ένα λιβάδι. Ένα γεράκι φαίνεται μακριά στον ορίζοντα. Ακόμη δεν έχει αντιληφθεί το κοπάδι και δεν πετά κατευθείαν προς αυτό, όμως από στιγμή σε στιγμή εξαιτίας της οξύτατης όρασής του υπάρχει κίνδυνος να το εντοπίσει και να επιτεθεί. Υποθέστε ότι μόνο ένα μέλος του κοπαδιού βλέπει το γεράκι, ενώ τα υπόλοιπα δεν έχουν αντιληφθεί τίποτε. Το άτομο που είδε το γεράκι θα μπορούσε να ακινητοποιηθεί αμέσως και να ζαρώσει μέσα στο πυκνό χορτάρι. Όμως αυτό δεν θα το ωφελούσε για πολύ, επειδή οι σύντροφοί του συνεχίζουν να περιφέρονται απροφύλακτοι και θορυβώδεις. Ο καθένας τους θα μπορούσε να προσελκύσει την προσοχή του γερακιού, οπότε θα κινδυνεύσει όλο το κοπάδι. Από καθαρά εγωιστική άποψη, η καλύτερη πολιτική για το άτομο που αντιλαμβάνεται πρώτο το γεράκι είναι να ειδοποιήσει με κάποιο κοφτό σύνθημα τους συντρόφους του κάνοντάς τους να σωπάσουν και μειώνοντας τις πιθανότητες να επισύρουν αθέλητα την προσοχή του γερακιού προς το μέρος του.

Η δεύτερη θεωρία, που θέλω να αναφέρω μπορεί να ονομαστεί «μην ξεκόβεις ποτέ από την ομάδα», και είναι κατάλληλη για είδη πουλιών που φεύγουν αμέσως μόλις πλησιάζει κάποιο αρπακτικό, ίσως προς το πλησιέστερο δέντρο. Φανταστείτε και πάλι πως ένα άτομο το κοπαδιού εντοπίζει ένα αρπακτικό. Τι πρέπει να κάνει ; Θα μπορούσε απλώς να φύγει αμέσως, χωρίς να ειδοποιήσει τους συντρόφους του. Τώρα όμως θα ήταν ένα πουλί μόνο του, ξεκομμένο από το σχετικά ανώνυμο κοπάδι. Ξέρουμε σήμερα ότι τα γεράκια ψάχνουν για μοναχικά περιστέρια, αλλά, ακόμη κι αν δεν το ξέραμε, υπάρχουν πολλοί θεωρητικοί λόγοι που πείθουν ότι η απομάκρυνση από την ομάδα είναι μάλλον πολιτική αυτοκτονίας. Ακόμη κι αν οι σύντροφοί του τελικά το ακολουθήσουν, το άτομο που σηκώνεται πρώτο από το έδαφος μεγαλώνει προσωρινά την περιοχή κινδύνου του. Ανεξάρτητα από το αν η συγκεκριμένη θεωρία του Hamilton είναι σωστή ή λαθεμένη, η διαβίωση σε ομάδες πρέπει να προσφέρει κάποιο σημαντικό πλεονέκτημα, διαφορετικά τα πουλιά δεν θα ζούσαν έτσι. Οποιο κι αν είναι το πλεονέκτημα το άτομο που ξεκόβει από το κοπάδι χάνει, τουλάχιστον εν μέρει, αυτό το πλεονέκτημα. Αν όμως το παρατηρητικό πουλί δεν αποσπαστεί από την ομάδα, τι πρέπει να κάνει ; Ίσως να συνεχίσει να φέρεται σα να μη συνέβη τίποτε και να στηριχτεί στην προστασία που προσφέρει το κοπάδι ως σύνολο σε όλα τα μέλη του. Κάτι τέτοιο όμως συνεπάγεται σοβαρούς κινδύνους. Βρίσκεται σε ανοιχτό χώρο και είναι εξαιρετικά τρωτό. Θα ήταν πολύ ασφαλέστερο πάνω σε κάποιο δέντρο. Πραγματικά, η καλύτερη τακτική είναι να πετάξει σ' ένα δέντρο, *αλλά να είναι σίγουρο πως και όλα τα υπόλοιπα θα κάνουν το ίδιο*. Έτσι δεν θα απομονωθεί ούτε θα στερηθεί τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από το ότι είναι μέλος της ομάδας. Αντίθετα θα έχει το πλεονέκτημα να πετά υπό προστασία. Για μια φορά ακόμη, η προειδοποιητική κραυγή φαίνεται να έχει καθαρά εγωιστικό κίνητρο. Ο E.L. Charpon και ο J.R. Krebs διατύπωσαν μια ανάλογη θεωρία στην οποία προχώρησαν ως το σημείο να χρησιμοποιούν τη λέξη «καπηλεία» για να περιγράψουν αυτό που κάνει το πουλί με τις κραυγές του στα άλλα μέλη του κοπαδιού. Εχουμε ήδη απομακρυνθεί πολύ από τον αγνό ανιδιοτελή αλτρουισμό !

Επιφανειακά, αυτές οι θεωρίες μπορεί να φαίνονται ασυμβίβαστες με την ιδέα ότι το άτομο που προειδοποιεί θέτει σε κίνδυνο τον εαυτό του. Στην πραγματικότητα δεν υπάρχει τίποτε το

ασυμβίβαστο, γιατί αν δεν ειδοποιήσει αντιμετώπιζει μεγαλύτερο κίνδυνο. Βέβαια, μερικά άτομα πέθαναν επειδή έδωσαν σήματα κινδύνου και ειδικότερα εκείνα που οι φωνές τους εντοπίζονταν εύκολα. Αλλά πέθαναν επειδή δεν έδωσαν σήματα κινδύνου. Η θεωρία του «φυλαχτείτε» και η θεωρία του «ποτέ μην ξεκόβεις από την ομάδα» είναι απλώς δύο από τους πολλούς τρόπους ερμηνείας.

Πως δικαιολογούνται τα πηδήματα της γαζέλας του Thomson που ανέφερα στο πρώτο κεφάλαιο, ο προφανής αλτρουισμός της οποίας ως την αυτοθυσία έκανε τον Ardrey να δηλώσει κατηγορηματικά ότι εξηγούνται μόνο με τη θεωρία της επιλογής ομάδων ; Εδώ η θεωρία του εγωιστικού γονιδίου αντιμετώπιζει μια δυσκολότερη περίπτωση. Οι κραυγές κινδύνου των πουλιών είναι αποτελεσματικές αλλά και τόσο καλά μελετημένες ώστε να είναι όσο το δυνατό ασαφείς και απροσδιόριστες. Δεν συμβαίνει το ίδιο με τα ιδιόρρυθμα ψηλά πηδήματα της γαζέλας, που είναι τόσο εμφανή ώστε να φτάνουν στα όρια της πρόκλησης. Οι γαζέλες φαίνεται να προκαλούν εσκεμμένα την προσοχή του αρπακτικού, σχεδόν σαν να το κοροϊδεύουν. Αυτή η παρατήρηση οδήγησε σε μια γοητευτικά τολμηρή θεωρία. Αρχικά η θεωρία σκιαγραφήθηκε από τον N. Smythe αλλά πλουτισμένη με τα λογικά της συμπεράσματα φέρνει την αλάθητη υπογραφή του A. Zahavi.

Η θεωρία του Zahavi μπορεί να διατυπωθεί ως εξής : Το κρίσιμο σημείο της θεωρίας είναι η ιδέα ότι τα πηδήματα δεν αποτελούν σήματα για τις άλλες γαζέλες αλλά αποτείνονται πραγματικά στο αρπακτικό. Γίνονται βέβαια αντιληπτά από τις άλλες γαζέλες και επηρεάζουν τη συμπεριφορά τους, αυτό όμως είναι συμπτωματικό, επειδή κατά πρώτιστο λόγο είναι σήματα για το αρπακτικό. Μεταφραζόμενα πρόχειρα σημαίνουν : «κοίτα πόσο ψηλά μπορώ να πηδήξω, είμαι στ' αλήθεια πολύ ικανή και υγιής γαζέλα, δεν μπορείς να με πιάσεις, και θα 'κανες καλύτερα να προσπαθήσεις να πιάσεις κάποια γειτόνισσά μου που δεν πηδά τόσο ψηλά» ! Σε λιγότερο ανθρωπομορφικούς όρους, τα γονίδια για υψηλά και επιδεικτικά πηδήματα είναι απίθανο να φαγωθούν από τα αρπακτικά, που τείνουν να διαλέγουν εύκολη λεία. Ειδικότερα, είναι γνωστό ότι πολλά θηλαστικά αρπακτικά ψάχνουν για ηλικιωμένα και ασθενικά θηράματα. Ένα άτομο που πηδά ψηλά ανακοινώνει με υπερβολικό τρόπο ότι δεν είναι γέρικο ούτε ασθενικό. Σύμφωνα μ' αυτή τη θεωρία, η επίδειξη δεν έχει τίποτε το αλτρουιστικό. Είναι απολύτως εγωιστική εκδήλωση γιατί σκοπός της είναι να πείσει το αρπακτικό να κυνηγήσει κάποιο άλλο άτομο. Κατά κάποιο τρόπο, γίνεται ένας ανταγωνισμός να φανεί ποιος πηδά ψηλότερα, οπότε το αρπακτικό θα διαλέξει τον ηττημένο.

Η άλλη περίπτωση, στην οποία είπα πως θα επανέλθω, είναι οι μέλισσες καμικάζι που τσιμπούν όσους αρπάζουν το μέλι τους αλλά με αυτή την πράξη τους ουσιαστικά αυτοκτονούν. Η μέλισσα αποτελεί παράδειγμα έντονα κοινωνικού εντόμου. Αλλά κοινωνικά έντομα είναι οι σφήκες, τα μυρμηγκια και οι τερμίτες ή «λευκά μυρμηγκια». Θα μιλήσω γενικά για τα κοινωνικά έντομα και όχι μόνο για τις μέλισσες καμικάζι. Τα κατορθώματα των κοινωνικών εντόμων είναι παροιμιώδη, ειδικότερα τα εκπληκτικά επιτεύγματα της συνεργασίας και του προφανούς αλτρουισμού τους. Τα κεντρίσματα αυτοκτονίας είναι τυπικό παράδειγμα της υπερβολικής αυταπάρνησής τους. Σ' ένα είδος μυρμηγκιών (μελιτοφόρα μυρμηγκια) υπάρχει μια τάξη εργατών με εντυπωσιακά διογκωμένες, γεμάτες τροφή κοιλιές, οι οποίοι το μόνο που κάνουν είναι να κρέμονται ακίνητοι από την οροφή σαν φουσκωμένα μπαλόνια, και να αποτελούν αποθήκες τροφής για τους άλλους εργάτες. Με ανθρώπινα μέτρα δεν ζουν καθόλου ως άτομα. Η ατομικότητά τους υποτάσσεται προφανώς στην ευημερία της κοινότητας. Μια κοινωνία μυρμηγκιών, μελισσών ή τερμιτών συνιστά ένα είδος μονάδας υψηλότερου επιπέδου. Η τροφή μοιράζεται τόσο δίκαια ώστε να μπορεί κανείς να μιλά για κοινό στομάχι. Οι πληροφορίες διαβιβάζονται τόσο αποτελεσματικά με χημικά σήματα και με το γνωστό «χορό» των μελισσών ώστε η κοινότητα να συμπεριφέρεται ως ενιαία μονάδα με νευρικό σύστημα και αισθητήρια όργανα. Ξένοι εισβολείς αναγνωρίζονται και διώχνονται με την επιλεκτικότητα του ανοσοποιητικού συστήματος ενιαίου οργανισμού. Η σχετικά υψηλή θερμοκρασία του εσωτερικού της κυψέλης ρυθμίζεται σχεδόν με την ίδια ακρίβεια

όπως στο ανθρώπινο σώμα, μολονότι η μέλισσα δεν ανήκει στα ομοιόθερμα ζώα. Τελευταίο και σημαντικότερο είναι ότι η αναλογία εκτείνεται και στην αναπαραγωγή. Τα περισσότερα άτομα μιας αποικίας κοινωνικών εντόμων είναι στείροι εργάτες. Η «γενετική σειρά», η σειρά της αθάνατης συνέχειας των γονιδίων, περνά μέσα από τα σώματα μιας μειονότητας ατόμων, των αναπαραγωγικών. Τα εν λόγω άτομα αντιστοιχούν στα δικά μας αναπαραγωγικά κύτταρα που υπάρχουν στους όρχεις και τις ωοθήκες. Οι στείροι εργάτες αντιστοιχούν στα κύτταρα του σκυωτιού, των μυών και των νευρώνων μας.

Το φαινόμενο της αυτοθυσίας των μελισσών και άλλες μορφές αλτρουισμού και συνεργασίας των εργατριών δεν είναι κάτι το εκπληκτικό, αν λάβουμε υπόψη ότι είναι στείρες. Το σώμα ενός κανονικού ζώου για να εξασφαλίσει την επιβίωση των γονιδίων του χρησιμοποιείται με δύο τρόπους : είτε φέρνοντας απογόνους είτε φροντίζοντας άλλα άτομα που περιέχουν τα ίδια γονίδια. Η αυτοθυσία ενός ατόμου που εξυπηρετεί άλλα άτομα δεν εννοείται αν το ίδιο μπορεί να αποκτήσει απογόνους. Γι' αυτό η αυτοθυσία σπάνια εξελίσσεται. Όμως η εργάτρια μέλισσα ουδέποτε γεννά δικά της παιδιά. Όλες της οι προσπάθειες κατευθύνονται στη διατήρηση των γονιδίων της που βρίσκονται σε άλλους συγγενείς, όχι σε παιδιά της. Ο θάνατος μιας στείρας εργάτριας μέλισσας δεν έχει καμιά σοβαρή συνέπεια για τα γονίδια της, όπως η πτώση ενός φύλλου το φθινόπωρο δεν έχει καμιά συνέπεια για τα γονίδια ενός δέντρου.

Υπάρχει η τάση να περιβάλλουν με μυστήριο τα κοινωνικά έντομα, στην πραγματικότητα όμως δεν υπάρχει τίποτε το μυστηριώδες. Αρκεί να εξετάσουμε λεπτομερέστερα τον τρόπο που τα αντιμετωπίζει η θεωρία του εγωιστικού γονιδίου και ειδικότερα τον τρόπο που εξηγεί την εξελικτική προέλευση αυτού του εξαιρετικού φαινομένου της στειρότητας των εργατριών, από το οποίο φαίνεται να προκύπτουν πολλά επακόλουθα.

Μια αποικία κοινωνικών εντόμων είναι μια τεράστια οικογένεια που όλα τα μέλη της είναι απόγονοι της ίδιας μητέρας. Οι εργάτριες, που αναπαράγονται σπάνια ή και ποτέ, διακρίνονται συχνά σε ξεχωριστές τάξεις οι οποίες περιλαμβάνουν μικρές εργάτριες, μεγάλες εργάτριες, στρατιώτες και υπερεξειδικευμένες τάξεις όπως είναι οι μελιτουργοί. Τα αναπαραγωγικά θηλυκά ονομάζονται βασίλισσες και τα αναπαραγωγικά αρσενικά μερικές φορές ονομάζονται κηφήνες ή βασιλιάδες. Στις πιο ανεπτυγμένες κοινωνίες, τα αναπαραγωγικά άτομα ουδέποτε ασχολούνται με κάτι άλλο πλην της αναπαραγωγής, που όμως την επιτελούν θαυμάσια. Για τροφή και προστασία στηρίζονται στις εργάτριες, οι οποίες φροντίζουν επιπλέον ολόκληρο το σμήνος. Σε μερικά είδη μυρμηγκιών και τερμιτών, η βασίλισσα έχει μετατραπεί σε γιγαντιαία μηχανή παραγωγής αυγών και δύσκολα αναγνωρίζεται ως έντομο, αφού είναι εκατοντάδες φορές μεγαλύτερη από μια εργάτρια και απολύτως ανίκανη να κινηθεί. Την περιποιούνται συνεχώς οι εργάτριες οι οποίες την ταΐζουν και μεταφέρουν τα αενάως παραγόμενα αυγά της στους κοινοτικούς εκκολαπτήρες. Αν χρειαστεί να μετακινηθεί μια τέτοια τερατώδης βασίλισσα από το βασιλικό κελί της, την κουβαλούν στις πλάτες τους στρατιές ολόκληρες από μοχθούσες εργάτριες.

Στο έβδομο κεφάλαιο έκανα ένα διαχωρισμό ανάμεσα στην τεκνοποιία και τη φροντίδα των νεογνών. Επισήμανα ότι από το συνδυασμό τους κανονικά θα εξελίσσονταν ανάμεικτες στρατηγικές. Στο πέμπτο κεφάλαιο είδαμε ότι θα μπορούσε να υπάρξουν δύο γενικοί τύποι μεικτών εξελικτικά σταθερών στρατηγικών (ΕΣΣ). Στον πρώτο τύπο, κάθε άτομο ενός πληθυσμού θα μπορούσε να συμπεριφερθεί με μικτό τρόπο : δηλαδή, κάθε άτομο συμμετέχει ισόρροπα στην αναπαραγωγή και τη φροντίδα των μικρών. Στη δεύτερη κατηγορία ο πληθυσμός μπορεί να χωριστεί σε δύο διαφορετικούς τύπους ατόμων. Αυτού του είδους την ισορροπία την πρωτοείδαμε στα γεράκια και τα περιστέρια. Τώρα, είναι καταρχήν δυνατό να επιτευχθεί με τον δεύτερο τρόπο μια εξελικτικά σταθερή ισορροπία ανάμεσα στην τεκνοποιία και τη φροντίδα των νεογνών : ο πληθυσμός θα μπορούσε να διαιρεθεί σε γονείς και σε επιμελητές. Όμως αυτό μπορεί να είναι εξελικτικά σταθερό μόνον όταν οι επιμελούμενοι τα νεογνά είναι στενοί συγγενείς τους, τουλάχιστον τόσο στενοί σαν να ήταν παιδιά τους. Μολονότι είναι θεωρητικά δυνατό να

προχωρήσει η εξέλιξη προς αυτή την κατεύθυνση, φαίνεται πως μόνο στα κοινωνικά έντομα συνέβη πραγματικά.

Τα άτομα των κοινωνικών εντόμων καταχωρίζονται σε κύριες κατηγορίες : σ' αυτά που γεννούν και σ' αυτά που φροντίζουν. Όσα γεννούν είναι τα αναπαραγωγικά αρσενικά και θηλυκά. Οι φροντιστές είναι οι εργάτριες – στείρα αρσενικά και θηλυκά στους τερμίτες, και στείρα θηλυκά σε όλα τα άλλα κοινωνικά έντομα. Και οι δύο τύποι επιτελούν αποτελεσματικά το έργο τους επειδή δεν έχουν καμιά σχέση μεταξύ τους. Αλλά από την άποψη τίνος είναι αποτελεσματικοί ; Το ερώτημα που θα απευθυνθεί στη δαρβινική θεωρία είναι η γνωστή απορία : «τι κερδίζουν οι εργάτριες ;».

Μερικοί απαντούν «τίποτε». Πιστεύουν ότι η βασίλισσα κερδίζει τα πάντα γιατί χειρίζεται τις εργάτριες με χημικά μέσα για τα εγωιστικά συμφέροντά της, αναγκάζοντάς τες να φροντίζουν τα πάμπολλα παιδιά της. Αυτή είναι μια άλλη διατύπωση της θεωρίας του «γονικού χειρισμού» του Alexander, που συναντήσαμε στο όγδοο κεφάλαιο. Η αντίθετη θεωρία είναι ότι οι εργάτριες «περιποιούνται» τα αναπαραγωγικά άτομα με το σκοπό να αυξήσουν την παραγωγικότητά τους, πράγμα που αποφέρει την αύξηση αντιγράφων των δικών τους γονιδίων. Είναι σίγουρο πως οι μηχανές επιβίωσης που φτιάχνει η βασίλισσα δεν είναι απόγονοι των εργατριών, είναι όμως στενοί συγγενείς. Ο Hamilton κατάλαβε ότι, τουλάχιστον στα μυρμηγκία, τις μέλισσες και τις σφήκες, οι εργάτριες στην πραγματικότητα έχουν μεγαλύτερη συγγένεια με τα νεογέννητα παρά η ίδια η βασίλισσα ! Αυτή η λαμπρή ιδέα τον οδήγησε – και αργότερα τους Trivers και Hare – σε μια από τις θεαματικότερες επιτυχίες της θεωρίας του εγωιστικού γονιδίου. Η συλλογιστική είναι η ακόλουθη.

Έντομα της ομάδας των υμενοπτέρων που περιλαμβάνει μυρμηγκία, μέλισσες και σφήκες, έχουν πολύ παράξενο σύστημα καθορισμού του φύλου. Οι τερμίτες δεν ανήκουν σ' αυτήν την ομάδα και δεν παρουσιάζουν την εν λόγω ιδιομορφία. Τυπικά, η φωλιά των υμενοπτέρων έχει μόνο μία ώριμη βασίλισσα. Στα νιάτα της κάνει μόνο μία πτήση ζευγαρώματος και αποθηκεύει σπέρματα για τον υπόλοιπο χρόνο της ζωής της – δέκα ή και περισσότερα χρόνια. Κάθε χρόνο αποσύρει ένα μέρος των σπερμάτων για να γονιμοποιήσει τα αυγά της καθώς περνούν μέσα από τους ωαγωγούς της. Όμως δεν γονιμοποιούνται όλα τα αυγά. Όσα δεν γονιμοποιούνται αναπτύσσονται και γίνονται αρσενικά. Έτσι το αρσενικό δεν έχει πατέρα και όλα τα σωματικά του κύτταρα περιλαμβάνουν μία και μόνη σειρά χρωματοσωμάτων [Ο επιστημονικός όρος είναι απλοειδή κύτταρα. (Σ.τ.μ.)] (αυτά που προέρχονται από τη μητέρα) αντί δύο σειρές [Ονομάζονται διπλοειδή κύτταρα. (Σ.τ.μ.)] (μία από τον πατέρα και μία από τη μητέρα), όπως συμβαίνει με τους ανθρώπους. Χρησιμοποιώντας την παρομοίωση του τρίτου κεφαλαίου, το αρσενικό υμενόπτερο έχει σε κάθε κύτταρό του μόνο ένα αντίγραφο καθενός «τόμου», αντί των συνηθισμένων δύο.

Από την άλλη πλευρά, ένα θηλυκό υμενόπτερο είναι κανονικό γιατί έχει πατέρα και σε κάθε σωματικό του κύτταρο διαθέτει τις συνηθισμένες δύο σειρές χρωματοσωμάτων. Ένα θηλυκό υμενόπτερο μπορεί να γίνει εργάτης ή βασίλισσα, αυτό όμως δεν εξαρτάται από τα γονιδιακά του αλλά από τον τρόπο που μεγαλώνει. Δηλαδή κάθε θηλυκό έχει ένα πλήρες σύνολο γονιδίων για να γίνει βασίλισσα και ένα πλήρες σύνολο γονιδίων για να γίνει εργάτης (ή, καλύτερα, σύνολα γονιδίων για να γίνει εξειδικευμένο άτομο εργάτης, στρατιώτης, κ.ά.). Το ποιο γονιδιακό σύνολο θα «ενεργοποιηθεί» εξαρτάται από τον τρόπο που μεγαλώνει το θηλυκό, και ειδικότερα από την τροφή που προσλαμβάνει.

Μολονότι υπάρχουν περιπλοκές, αυτό είναι το ουσιώδες. Δεν ξέρουμε γιατί εξελίχθηκε αυτό το παράξενο σύστημα σεξουαλικής αναπαραγωγής. Χωρίς αμφιβολία θα υπήρχαν σοβαροί λόγοι, αλλά προς το παρόν πρέπει να το αντιμετωπίσουμε σαν περίεργη ιδιοτυπία των υμενοπτέρων. Οποια κι αν είναι η πρωταρχική αιτία αυτής της ιδιαιτερότητας, αποτελεί καταστροφή για τους κομψούς κανόνες του έκτου κεφαλαίου με τους οποίους υπολογίζεται ο δείκτης συγγένειας. Αυτό σημαίνει ότι τα σπερματοζωάρια ενός αρσενικού αντί να είναι όλα διαφορετικά μεταξύ τους, όπως σ' εμάς, είναι όλα εντελώς πανομοιότυπα. Στα σωματικά κύτταρα του αρσενικού υπάρχει ένα και

μόνο σύνολο γονιδίων, και όχι ένα διπλό σύνολο. Συνεπώς, κάθε σπερματοζωάριο πρέπει να παίρνει ένα πλήρες σύνολο γονιδίων και όχι ένα δείγμα 50%, και όλα τα σπερματοζωάρια από ένα δεδομένο αρσενικό είναι εντελώς όμοια. Ας επιχειρήσουμε λοιπόν να υπολογίσουμε το δείκτη συγγένειας μεταξύ μητέρας και γιου. Αν ξέρουμε ότι ένα αρσενικό έχει ένα γονίδιο A, ποιες είναι οι πιθανότητες να έχει το ίδιο και η μητέρα του ; Η απάντηση πρέπει να είναι 100%, γιατί το αρσενικό δεν έχει πατέρα και παίρνει όλα τα γονιδιά του από τη μητέρα του. Ας υποθέσουμε όμως ότι ξέρουμε πως μια βασίλισσα έχει το γονίδιο B. Η πιθανότητα να το έχει και ο γιος της είναι μόνο 50%, επειδή έχει μόνο τα μισά γονιδιά της. Αυτό φαίνεται αντιφατικό, αλλά δεν είναι. Το αρσενικό παίρνει όλα τα γονιδιά του από τη μητέρα του, αλλά η μητέρα δίνει στο γιο της μόνο τα μισά γονιδιά της. Η λύση αυτού του φαινομενικού παραδόξου βρίσκεται στο ότι το αρσενικό έχει μόνο το μισό του συνήθους αριθμού γονιδίων. Δεν υπάρχει λόγος να προβληματιζόμαστε αν ο «αληθής» δείκτης συγγένειας είναι $\frac{1}{2}$ ή 1. Ο δείκτης είναι μόνο κάποιο μέτρο επινοημένο από τον άνθρωπο και αν σε ορισμένες περιπτώσεις δημιουργεί δυσκολίες, μπορούμε να τον εγκαταλείψουμε και να επιστρέψουμε στις πρώτες αρχές. Από την άποψη ενός γονιδίου A στο σώμα της βασίλισσας, η πιθανότητα να υπάρχει και σε ένα γιο της είναι $\frac{1}{2}$, όπως και στην περίπτωση μιας κόρης. Συνεπώς, από την άποψη μιας βασίλισσας, τα παιδιά της και των δύο φύλων έχουν την ίδια συγγένεια μαζί της μ' εκείνη που έχουν τα μωρά του ανθρώπου με τη μητέρα τους.

Τα πράγματα αρχίζουν να γίνονται ενδιαφέροντα όταν έρθουμε στις αδελφές. Οι αμφιθαλείς αδελφές δεν έχουν μόνο τον ίδιο πατέρα : τα δύο σπερματοζωάρια από τα οποία προέκυψαν είχαν ακριβώς τα ίδια γονιδια. Συνεπώς οι αδελφές όσον αφορά τα πατρικά γονιδιά τους είναι αυθεντικά δίδυμα. Αν μια αδελφή έχει ένα γονίδιο A, θα το έχει πάρει είτε από τον πατέρα της είτε από τη μητέρα της. Αν το πήρε από τη μητέρα της, υπάρχει 50% πιθανότητα να το έχει και η αδελφή της. Αν όμως το κληρονόμησε από τον πατέρα της, η πιθανότητα να το έχει και η αδελφή της είναι 100%. Συνεπώς, ο δείκτης συγγένειας ανάμεσα σε αμφιθαλείς αδελφές στα υμενόπτερα δεν είναι $\frac{1}{2}$, όπως στα κανονικά ζώα, αλλά $\frac{3}{4}$.

Προκύπτει λοιπόν ότι ένα θηλυκό υμενόπτερο έχει στενότερη συγγένεια με τις αμφιθαλείς αδελφές της παρά με τα παιδιά της και των δύο φύλων. Ο Hamilton κατανόησε (μολονότι δεν το διατύπωσε μ' αυτόν τον τρόπο) ότι αυτή η στενή συγγένεια θα μπορούσε να προδιαθέσει ένα θηλυκό να περιποιείται τη μητέρα του σαν μηχανή που της παράγει αδελφές. Ένα γονίδιο για έμμεση παραγωγή θηλυκών αδελφών αναπαράγεται γρηγορότερα από ένα γονίδιο για άμεση παραγωγή απογόνων. Έτσι εξελίχθηκε η στείριότητα των εργατριών. Ίσως δεν είναι τυχαίο που η αληθινή κοινωνικότητα και η στείριότητα των εργατριών εξελίχθηκαν ανεξάρτητα τουλάχιστον ένδεκα φορές στα υμενόπτερα και μόνο μία φορά σε όλο το υπόλοιπο ζωικό βασίλειο, δηλαδή στους τερμίτες.

Υπάρχει όμως μια δυσκολία. Αν οι εργάτριες περιποιούμενες τη μητέρα τους τη βοηθούν να τους δώσει πολλές αδελφές, πρέπει κατά κάποιον τρόπο να εμποδίζουν τη φυσική τάση της να δίνει ίσο αριθμό αρσενικών αδελφών. Από τη σκοπιά της εργάτριας, η πιθανότητα να έχει κοινό γονίδιο με έναν αδελφό της είναι $\frac{1}{4}$. Συνεπώς, αν η βασίλισσα έκανε ανεμπόδιστα ισάριθμους γόνιμους αρσενικούς και θηλυκούς απογόνους, από τη σκοπιά των εργατριών η περιποίηση δεν θα τους απέφερε σπουδαίο όφελος. Δεν θα μεγιστοποιούσαν τη διάδοση των πολύτιμων γονιδίων τους.

Ο Trivers και ο Hare κατανόησαν ότι οι εργάτριες έπρεπε να εκτρέψουν την κατά φύλο αναλογία προς την πλευρά των θηλυκών. Χρησιμοποίησαν τη μέθοδο Fisher για τον υπολογισμό της άριστης κατά φύλο αναλογίας (την εξετάσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο) και την εφάρμοσαν στην ειδική περίπτωση των υμενοπτέρων. Βρήκαν ότι η άριστη αναλογία κατά φύλο για τη μητέρα είναι όπως συνήθως, 1 : 1. Όμως η άριστη αναλογία από την άποψη της αδελφής είναι 3 : 1 υπέρ των θηλυκών αδελφών. Αν είσατε θηλυκό υμενόπτερο, ο αποτελεσματικότερος τρόπος για να διαδώσετε τα γονιδιά σας είναι να αποφύγετε να αναπαραχθείτε και να κάνετε τη μητέρα σας να σας δώσει γόνιμες αδελφές και αδελφούς σε αναλογία 3 : 1. Αν όμως έπρεπε να κάνετε δικά σας

παιδιά, τότε το μεγαλύτερο κέρδος για τα γονίδιά σας θα ήταν αν κάνατε ισάριθμους γιους και κόρες.

Όπως είδαμε, η διαφορά βασιλισσών και εργατριών δεν είναι γενετική. Οσον αφορά τα γονίδια, ένα θηλυκό έμβρυο μπορεί να γίνει εργάτρια, που «επιθυμεί» κατά φύλο αναλογία 3 : 1, ή βασίλισσα, που «επιθυμεί» κατά φύλο αναλογία 1 : 1. Τι σημαίνει επιθυμεί ; Σημαίνει ότι ένα γονίδιο που βρίσκεται στο σώμα μιας βασίλισσας διαδίδεται καλύτερα αν το σώμα επενδύει εξίσου σε γόνιμους γιους και θυγατέρες. Αν όμως το ίδιο γονίδιο βρίσκεται στο σώμα μιας εργάτριας, διαδίδεται καλύτερα κάνοντας τη μητέρα αυτού του σώματος να γεννά περισσότερες κόρες παρά γιους. Εδώ δεν υπάρχει κανένα παράδοξο. Ένα γονίδιο πρέπει να χρησιμοποιεί κατά τον πλέον συμφέροντα τρόπο τους μοχλούς ισχύος που τυχαίνει να χειρίζεται. Αν είναι σε θέση να επηρεάσει την ανάπτυξη ενός σώματος που προορίζεται να γίνει βασίλισσα, η άριστη στρατηγική είναι να χρησιμοποιήσει τους μοχλούς κατά τον έναν τρόπο. Αν πάλι είναι σε θέση να επηρεάσει τον τρόπο ανάπτυξης του σώματος μιας εργάτριας, η άριστη στρατηγική θα είναι να τους χρησιμοποιήσει διαφορετικά.

Αυτό σημαίνει ότι στην κυψέλη υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων. Η βασίλισσα «προσπαθεί» να επενδύσει εξίσου σε αρσενικά και θηλυκά. Οι εργάτριες προσπαθούν να εκτρέψουν την αναλογία των αναπαραγωγικών ατόμων υπέρ των θηλυκών στην τιμή τρία θηλυκά προς ένα αρσενικό. Αν μπορούσαμε να παραβάλλουμε τις εργάτριες με ζωοκαλλιεργητές, και τη βασίλισσα με το θηλυκό αναπαραγωγής που διαθέτουν, οι εργάτριες πιθανώς να καταφέρουν να τους δώσει την αναλογία που «επιθυμούν» δηλαδή 3 : 1. Αν όχι, αν η βασίλισσα ζει πραγματικά σαν βασίλισσα και οι εργάτριες είναι σκλάβοι και οι στοργικοί υπηρέτες του βασιλικού εκκολαπτηρίου, τότε πρέπει να περιμένουμε ότι η βασίλισσα θα «προτιμήσει» να επικρατήσει ο λόγος 1 : 1. Ποιος κερδίζει σ' αυτή την ειδική περίπτωση μάχης των γενεών ; Το συγκεκριμένο ζήτημα μπορεί να ελεγχθεί, κι αυτό έκαναν ο Trivers και ο Hare χρησιμοποιώντας πολλά είδη μυρμηγκιών.

Η αναλογία που μας ενδιαφέρει είναι εκείνη των αναπαραγωγικών αρσενικών και θηλυκών. Τέτοια είναι τα μυρμηγκία με τα μεγάλα φτερά που βγαίνουν κατά περιόδους από τη φωλιά σε σμήνη για τις πτήσεις ζευγαρώματος, ύστερα από τις οποίες οι νεαρές βασίλισσες επιχειρούν να ιδρύσουν νέες αποικίες. Για να εκτιμηθεί ο κατά φύλο λόγος πρέπει να μετρηθούν τα φτερωτά μυρμηγκία. Όμως, σε πολλά είδη μυρμηγκιών, τα αναπαραγωγικά αρσενικά διαφέρουν πολύ από τα θηλυκά ως προς το μέγεθος. Αυτό περιπλέκει τα πράγματα γιατί, όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι υπολογισμοί του Fisher για τον άριστο κατά φύλο λόγο ισχύουν αν συνυπολογιστούν όχι οι αριθμοί των αρσενικών και των θηλυκών αλλά τα ποσά επένδυσης στα αρσενικά και στα θηλυκά. Ο Trivers και ο Hare έλαβαν υπόψη τους κι αυτόν τον παράγοντα. Πήραν 20 είδη μυρμηγκιών και υπολόγισαν την κατά φύλο αναλογία των γόνιμων ατόμων με βάση την επένδυση σ' αυτά. Βρήκαν, μάλλον αναμφίβολα, τον προβλεπόμενο από τη θεωρία λόγο 3 : 1 θηλυκών προς αρσενικά, ο οποίος είναι ο λόγος που φροντίζουν να πετύχουν οι εργάτριες προς όφελός τους.

Φαίνεται λοιπόν ότι για τα είδη των μυρμηγκιών που μελετήθηκαν, στη σύγκρουση συμφερόντων νικούν οι εργάτες. Αυτό δεν είναι τόσο εκπληκτικό, γιατί τα σώματα των εντόμων που είναι φύλακες του εκκολαπτηρίου έχουν περισσότερες πρακτικές ικανότητες απ' ότι τα σώματα των βασιλισσών. Τα γονίδια που προσπαθούν να χειριστούν τον κόσμο διαμέσου του σώματος των βασιλισσών χάνουν, και υπερισχύουν όσα χειρίζονται τον κόσμο διαμέσου των σωμάτων των εργατών. Αξίζει τον κόπο να ερευνήσουμε μήπως υπάρχουν ειδικές περιπτώσεις όπου οι βασίλισσες έχουν περισσότερες πρακτικές ικανότητες από τους εργάτες. Οι Trivers και Hare πιστεύουν πως υπάρχει μια τέτοια περίπτωση που επιβεβαιώνει τη θεωρία.

Αυτό συνάγεται από το γεγονός ότι υπάρχουν μερικά είδη μυρμηγκιών που σκλαβώνουν άλλα είδη. Οι εργάτες του είδους που αρπάζει σκλάβους δεν δουλεύουν καθόλου ή όταν δουλεύουν το κάνουν μάλλον αδέξια. Η μόνη δουλειά που κάνουν τέλεια είναι οι επιδρομές για την αρπαγή σκλάβων. Αληθινοί πόλεμοι μεταξύ πολυπληθών αντίπαλων στρατευμάτων που αγωνίζονται μέχρι θανάτου είναι γνωστοί μόνο στους ανθρώπους και στα κοινωνικά έντομα. Σε πολλά είδη

μυρμηγκιών, η εξειδικευμένη τάξη των εργατών, που είναι γνωστοί ως στρατιώτες, έχουν τρομερά σαγόνια και αφιερώνουν το χρόνο τους πολεμώντας για την αποικία τους εναντίον στρατιών άλλων μυρμηγκιών. Οι επιδρομές για την υποδούλωση άλλων μυρμηγκιών είναι μόνο ένα είδος τέτοιων πολέμων. Οι κυνηγοί σκλάβων επιτίθενται εναντίον της φωλιάς μυρμηγκιών διαφορετικού είδους, προσπαθούν να σκοτώσουν τους αμυνόμενους αντίπαλους στρατιώτες ή εργάτες και να αρπάξουν τα ξένα αυγά, για να τα εκκολάψουν στη δική τους φωλιά. Τα μικρά που γεννιούνται δεν «αντιλαμβάνονται» ότι είναι σκλάβοι και στρώνονται στη δουλειά σύμφωνα με τον εγγενή νευρικό προγραμματισμό τους, κάνοντας ό, τι θα έκαναν κανονικά στις δικές τους φωλιές. Οι κυνηγοί σκλάβων, εργάτες ή στρατιώτες, αναλαμβάνουν νέες επιδρομές για σκλάβους, ενώ οι σκλάβοι μένουν στη φωλιά ασχολούμενοι με τις καθημερινές δουλειές της αποικίας, όπως το καθάρισμα, η συλλογή τροφής ή η φροντίδα των μικρών.

Φυσικά, οι σκλάβοι αγνοούν μακαρίως το ότι δεν έχουν καμιά συγγένεια με τη βασίλισσα και τα μικρά που φροντίζουν. Ασυναίσθητα, μεγαλώνουν νέες φουρνιές κυνηγών σκλάβων. Αναμφίβολα, η φυσική επιλογή ενεργώντας στα γονίδια των σκλάβων τείνει να ευνοήσει αντισκλαβωτικές προσαρμογές. Εντούτοις, δεν φαίνεται να είναι εντελώς αποτελεσματικές, αφού η δουλεία είναι ευρύτατα διαδεδομένο φαινόμενο.

Από την άποψη που μας ενδιαφέρει, η δουλεία έχει την ακόλουθη ενδιαφέρουσα συνέπεια : Η βασίλισσα των ειδών που αρπάζουν σκλάβους έχει τώρα τη δυνατότητα να μετατοπίσει την κατά φύλο αναλογία προς την κατεύθυνση που «επιθυμεί». Αυτό γίνεται γιατί τα δικά της αληθινά παιδιά κάνοντας επιδρομές δεν έχουν πλέον πρακτικές ασχολίες στα εκκολαπτήρια. Τέτοιες ασχολίες τις διεκπεραιώνουν πια οι σκλάβοι, οι οποίοι «νομίζουν» ότι φροντίζουν αληθινά αδέρφια τους και πιθανώς κάνουν ό, τι θα έκαναν στις δικές τους φωλιές για να πετύχουν την επιθυμητή αναλογία 3 : 1 υπέρ των θηλυκών αδελφών. Όμως η βασίλισσα των ειδών που αρπάζουν σκλάβους είναι ικανή να το αποτρέψει με αντίμετρα, και στους σκλάβους δεν επενεργεί καμιά επιλογή ώστε να εξουδετερώσουν τα αντίμετρα γιατί δεν έχουν καμιά συγγένεια με τα μικρά.

Υποθέστε, λόγου χάρη, ότι σε κάποιο είδος μυρμηγκιών οι βασίλισσες «προσπαθούν» να μεταμφιέσουν τα αρσενικά αυγά κάνοντάς τα να μυρίζουν όπως τα θηλυκά. Κανονικά, η φυσική επιλογή θα ευνοήσει κάθε τάση των εργατών να «ανακαλύπτουν» τη μεταμφίεση. Μπορούμε να φανταστούμε μια εξελικτική μάχη στην οποία οι βασίλισσες «αλλάζουν συνεχώς τον κώδικα» και οι εργάτριες τον «αποκρυπτογραφούν». Τον πόλεμο θα τον κερδίσει όποιος καταφέρει να περάσει περισσότερα γονίδια του στην επόμενη γενεά διαμέσου των αναπαραγωγικών ατόμων. Όπως είδαμε, νικητές πρέπει να είναι οι εργάτες. Αν όμως η βασίλισσα ενός *δουλοκτητικού* είδους αλλάξει τον κώδικα, οι σκλάβοι εργάτες δεν μπορούν να αναπτύξουν καμιά ικανότητα αποκωδικοποίησης. Αυτό οφείλεται στο ότι κάθε γονίδιο ενός σκλάβου εργάτη «για το σπάσιμο του κώδικα» δεν βρίσκεται στο σώμα κανενός αναπαραγωγικού ατόμου ώστε να περάσει στην επόμενη γενεά. Τα αναπαραγωγικά άτομα ανήκουν όλα στο δουλοκτητικό είδος και συγγενεύουν με τη βασίλισσα και όχι με τους σκλάβους. Αν τα γονίδια των σκλάβων υπάρξουν σε κάποια αναπαραγωγικά άτομα, αυτά θα είναι άτομα της αρχικής φωλιάς από την οποία τα άρπαξαν. Οπωσδήποτε, οι σκλάβοι εργάτες αγωνίζονται το πολύ πολύ για να αποκωδικοποιήσουν λαθεμένο κώδικα ! Συνεπώς οι βασίλισσες ενός δουλοκτητικού είδους κερδίζουν τη μάχη, αλλάζοντας κατά βούληση τον κώδικα, χωρίς να υπάρχει κανένας κίνδυνος να περάσουν στην επόμενη γενεά γονίδια για το σπάσιμό του.

Το συμπέρασμα αυτής της περίπλοκης συλλογιστικής είναι ότι στα δουλοκτητικά είδη ο λόγος επένδυσης σε αναπαραγωγικά άτομα και των δύο φύλων θα προσεγγίζει το 1 : 1 και όχι το 3 : 1. Είναι η μόνη φορά που η βασίλισσα πετυχαίνει ό, τι «θέλει». Αυτό ακριβώς εξακρίβωσαν οι Trivers και Hare, μολονότι ασχολήθηκαν μόνο με δύο δουλοκτητικά είδη.

Πρέπει να τονίσω ότι η παραπάνω ιστορία είναι αρκετά εξιδανικευμένη. Η αληθινή ζωή δεν είναι έτσι εύρυθμη και απλή. Για παράδειγμα, το γνωστότερο κοινωνικό είδος εντόμων, οι μέλισσες,

φαίνεται να κάνουν εντελώς αντίθετα πράγματα. Υπάρχει μεγάλο επενδυτικό πλεόνασμα σε αρσενικά συγκριτικά με τις βασίλισσες – κάτι που δεν φαίνεται λογικό ούτε από τη σκοπιά των εργατριών ούτε της βασίλισσας – μητέρας. Ο Hamilton έδωσε μια πιθανή εξήγηση του αινίγματος. Επισήμανε πως όταν η βασίλισσα εγκαταλείπει την κυψέλη τη συνοδεύει μεγάλο σμήνος εργατριών, που τη βοηθούν να ιδρύσει καινούργια αποικία. Αυτές οι εργάτριες χάνονται για την αρχική κυψέλη και το κόστος της αντικατάστασής τους πρέπει να θεωρηθεί μέρος τους κόστους αναπαραγωγής : για κάθε βασίλισσα που φεύγει πρέπει να γεννηθούν πολλές επιπλέον εργάτριες. Η επένδυση για τις επιπλέον εργάτριες πρέπει να υπολογιστεί ως μέρος της επένδυσης για αναπαραγωγικά θηλυκά. Όταν υπολογίζεται ο κατά φύλο λόγος, οι επιπλέον εργάτριες ισοσταθμίζουν τα επιπλέον αρσενικά. Έτσι η αφθονία αρσενικών δεν αποτελεί σοβαρή δυσκολία για τη θεωρία.

Ένα περισσότερο δυσάρεστο πρόσκομμα για την κομψότητα της θεωρίας είναι ότι σε μερικά είδη η νεαρή βασίλισσα κατά την πτήση ζευγαρώματος συνευρίσκεται με πολλά αρσενικά και όχι με ένα. Αυτό σημαίνει ότι ο μέσος δείκτης συγγένειας μεταξύ των θυγατέρων της είναι μικρότερος των $\frac{3}{4}$, και σε ακραίες περιπτώσεις μπορεί να προσεγγίζει το $\frac{1}{4}$. Είναι δελεαστικό, αν και όχι πολύ λογικό, να θεωρήσουμε το πολλαπλό ζευγάρι σαν πονηρό αντίμετρο των βασιλισσών κατά των εργατριών ! Παρεμπιπτόντως, αυτό θα μπορούσε να υποδεικνύει στις εργάτριες ότι έπρεπε να συνοδεύουν τη βασίλισσα στην πτήση ζευγαρώματος για να την εμποδίσουν να ζευγαρώσει παραπάνω από μία φορά. Αυτό όμως δεν θα ωφελούσε τα γονίδια των εργατριών αλλά εκείνα της επόμενης γενεάς τους. Οι εργάτριες δεν εμφανίζουν συνδικαλιστικό πνεύμα ως ιδιαίτερη τάξη. Καθεμιά τους «ενδιαφέρεται» μόνο για τα δικά της γονίδια. Μπορεί να «άρεσε» στην εργάτρια να συνόδευε τη μητέρα της, έχασε όμως την ευκαιρία γιατί ακόμη δεν είχε γεννηθεί ! Η νεαρή βασίλισσα την περίοδο του ζευγαρώματος είναι αδελφή των εργατριών αυτής της περιόδου και όχι μητέρα τους. Συνεπώς, βρίσκονται με το «μέρος της» και όχι με το μέρος των εργατριών της επόμενης γενεάς, οι οποίες είναι απλώς ανιψιές τους. Όμως αρχίζω να ζαλιζομαι και είναι καιρός να τελειώνουμε μ' αυτό το θέμα.

Με την παρομοίωση που χρησιμοποίησα, ονόμασα «ζωοκαλλιέργεια» αυτό που κάνουν τα υμενόπτερα-εργάτριες με τις μητέρες τους. Στην πραγματικότητα, αυτό που γίνεται είναι γονιδιοκαλλιέργεια. Οι εργάτριες χρησιμοποιούν τις μητέρες τους ως αποτελεσματικότερες από τις ίδιες κατασκευάστριες αντιγράφων των γονιδίων τους. Τα γονίδια περνούν από γενεά σε γενεά με τη μορφή πακέτων που ονομάζονται αναπαραγωγικά άτομα. Η εξομοίωση με «ζωοκαλλιέργεια» δεν πρέπει να συγχέεται με κάτι εντελώς διαφορετικό που κάνουν τα κοινωνικά έντομα και που εμείς το λέμε ζωοκαλλιέργεια. Τα κοινωνικά έντομα ανακάλυψαν, πράγμα που ο άνθρωπος έκανε πολύ αργότερα, ότι μόνιμες εγκαταστάσεις καλλιέργειών είναι αποδοτικότερες από το κυνήγι και τη συλλογή τροφής.

Για παράδειγμα, μερικά είδη μυρμηγκιών στην Αμερική και, εντελώς ανεξάρτητα, οι τερμίτες στην Αφρική καλλιεργούν «κήπους» μυκήτων. Τα γνωστότερα είδη είναι τα ονομαζόμενα μυρμηγκια-ομπρέλες της Νότιας Αμερικής, τα οποία επιδίδονται σ' αυτό με εξαιρετική επιτυχία. Βρέθηκαν αποικίες με περισσότερα από δύο εκατομμύρια άτομα η καθεμιά. Οι φωλιές τους συνιστούν τεράστιο υπόγειο πλέγμα διαδρόμων και στοών που φτάνουν σε βάθος τρία ή και περισσότερα μέτρα, και το οποίο κατασκευάστηκε με την εξόρυξη χώματος βάρους τουλάχιστον 40 τόνων. Μερικοί υπόγειοι θάλαμοι είναι κήποι μυκήτων. Τα μυρμηγκια σπέρνουν μύκητες ορισμένου είδους σε εδάφη με ειδικό κοπρόχρωμα που το παρασκευάζουν με μασημένα φύλλα. Οι εργάτες αντί να ψάχνουν για την τροφή τους, αναζητούν φύλλα για να κάνουν το κοπρόχρωμα. Η «όρεξη» μιας αποικίας τέτοιων μυρμηγκιών για φύλλα είναι καταπληκτική, πράγμα που τα κάνει μεγάλη οικονομική πληγή. Όμως τα φύλλα δεν είναι δική τους τροφή αλλά των μυκήτων που καλλιεργούν. Τελικά τα μυρμηγκια συλλέγουν και τρώνε του μύκητες και ταΐζουν μ' αυτούς τα μικρά τους. Οι μύκητες είναι αποτελεσματικότεροι στην αποσύνθεση των φύλλων απ' ό, τι τα στομάχια των μυρμηγκιών, και από αυτή τη διαδικασία ωφελούνται τα μυρμηγκια. Είναι πιθανό

να ωφελούνται και οι μύκητες, μολονότι αποτελούν τροφή : τα μυρμήγκια τους εξασφαλίζουν αποτελεσματικότερο τρόπο διάδοσης απ' ό,τι ο δικός τους μηχανισμός διασποράς σπορίων. Επιπλέον, τα μυρμήγκια «καθαρίζουν» του «κήπους» των μυκήτων, ξεριζώνοντας ζιζάνια άλλων ειδών μυκήτων. Έτσι δεν υπάρχει ανταγωνισμός κι αυτό ωφελεί τους καλλιεργούμενους μύκητες. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι ανάμεσα στα μυρμήγκια και τους μύκητες υπάρχει κάποια σχέση αμοιβαίου αλτρουισμού. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα παρόμοιο σύστημα καλλιέργειας μυκήτων εξελίχθηκε (ανεξάρτητα) και στους τερμίτες, που δεν έχουν καμιά σχέση μ' αυτά τα μυρμήγκια. Τα μυρμήγκια έχουν και δικά τους κατοικίδια ζώα, όπως και δικές τους φυτοκαλλιέργειες. Οι αφίδες – μελίγκρες και παρόμοια ζώαφια – έχουν εξειδικευτεί τέλεια στην απομύζηση των χυμών των φυτών. Αντλούν το χυμό από τα αγγεία του φυτού αποτελεσματικότερα απ' όσο τον χωνεύουν κατόπιν. Το αποτέλεσμα είναι ότι απεκκρίνουν ένα υγρό που έχει αρκετή θρεπτική αξία. Οι σταγόνες αυτού του μελιτώματος, που είναι πλούσιο σε σάκχαρα, εκκρίνονται με τέτοιο ρυθμό ώστε μερικές φορές στο διάστημα μιας ώρας το βάρος τους ξεπερνά το σωματικό βάρος του εντόμου. Αυτό το μελίτωμα κανονικά ρέει στο χώμα και ίσως να ήταν η θεόπεμπτη τροφή «μάννα» της Παλαιάς Διαθήκης. Μερικά είδη μυρμηγκιών όμως το παίρνουν καθώς βγαίνει από το έντομο. Τα μυρμήγκια «αρμέγουν» τις αφίδες χτυπώντας τα νώτα τους με τις κεραιές και τα πόδια τους. Οι αφίδες αποκρίνονται στο «άρμεγμα» και μερικές φορές κατακρατούν τις σταγόνες τους ως τη στιγμή που θα τις χτυπήσει το μυρμήγκι, ή ακόμη αποσύρουν μια σταγόνα αν το μυρμήγκι δεν είναι έτοιμο να τη δεχτεί. Υποστηρίχτηκε ότι τα νώτα μερικών αφίδων έχουν εξελιχθεί έτσι ώστε να μοιάζουν με μυρμήγκια για να τα προσελκύουν καλύτερα. Απ' αυτή τη σχέση οι αφίδες κερδίζουν την προστασία τους από τους φυσικούς εχθρούς τους. Όπως οι δικές μας γαλακτοφόρες αγελάδες διάγουν σίγουρη ζωή, έτσι και μερικά είδη αφίδων από εκείνα που εκτρέφουν τα μυρμήγκια έχασαν τους φυσικούς αμυντικούς μηχανισμούς τους. Σε μερικές περιπτώσεις τα μυρμήγκια φροντίζουν τα αυγά των αφίδων στις υπόγειες φωλιές τους, τρέφουν τις νεαρές αφίδες και, τέλος, όταν μεγαλώσουν τις μεταφέρουν προσεχτικά σε προστατευόμενους τόπους βοσκής.

Η σχέση αμοιβαίου οφέλους ανάμεσα σε μέλη διαφορετικών ειδών ονομάζεται αμοιβαιότητα ή *συμβίωση*. Μέλη διαφορετικών ειδών προσφέρουν συχνά πολλά το ένα στο άλλο, αφού στη συντροφιά συνεισφέρει το καθένα τις δικές του δεξιότητες. Αυτό το είδος θεμελιώδους ασυμμετρίας μπορεί να οδηγήσει σε εξελικτικά σταθερές στρατηγικές αμοιβαίας συνεργασίας. Τα στοματικά όργανα των αφίδων είναι κατάλληλα να απομυζούν το χυμό των φυτών, όχι όμως για αυτοάμυνα. Τα μυρμήγκια δεν έχουν την ικανότητα να απομυζούν χυμούς από τα φυτά, είναι όμως ικανοί πολεμιστές. Στις γονιδιακές δεξαμενές των μυρμηγκιών έχουν ευνοηθεί τα γονίδια για καλλιέργεια και προστασία αφίδων, και στις γονιδιακές δεξαμενές των αφίδων έχουν ευνοηθεί τα γονίδια για συνεργασία με τα μυρμήγκια.

Συμβιωτικές σχέσεις αμοιβαίου οφέλους είναι συνήθεις ανάμεσα σε ζώα και φυτά. Εκ πρώτης όψεως, μια λειχήνα φαίνεται σαν ξεχωριστό φυτό όπως τα άλλα. Στην πραγματικότητα, πρόκειται για στενή συμβιωτική σχέση ανάμεσα σε έναν μύκητα και μια πράσινη άλγη. Κανένας από τους δύο εταίρους δεν θα μπορούσε να ζήσει χωρίς τον άλλο. Αν η σύνδεσή τους ήταν λιγάκι στενότερη, δεν θα μπορούσαμε να πούμε ότι η λειχήνα είναι δύο οργανισμοί. Πιθανώς να υπάρχουν και άλλοι διπλοί ή πολλαπλοί οργανισμοί που ακόμη δεν τους έχουμε αναγνωρίσει ως τέτοιους. Μήπως τέτοιοι είναι και οι δικοί μας οργανισμοί ;

Μέσα σε κάθε κύτταρό μας υπάρχουν πολυάριθμα μικροσκοπικά σωματίδια που ονομάζονται μιτοχόνδρια. Τα μιτοχόνδρια είναι χημικά εργοστάσια τα οποία διαμορφώνουν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που χρειαζόμαστε. Αν τα χάναμε, θα πεθαίναμε σε λίγα δευτερόλεπτα. Τελευταία υποστηρίχτηκε η άποψη ότι τα μιτοχόνδρια είναι συμβιωτικά βακτήρια που συνενώθηκαν με τα κύτταρα στα πρώτα στάδια της εξέλιξης. Παρόμοιες απόψεις υποστηρίχτηκαν και για άλλα μικρά σωματίδια που βρίσκονται μέσα στα κύτταρά μας. Είναι μια από τις επαναστατικές ιδέες που χρειάζονται χρόνο για να συνηθίσουμε, αλλά και μια ιδέα που έφτασε η

ώρα της. Φαντάζομαι ότι τελικά θα αποδεχτούμε και τη ριζοσπαστικότερη ιδέα ότι κάθε γονίδιο μας είναι μια συμβιωτική μονάδα : δηλαδή είμαστε γιγαντιαίες αποικίες συμβιούντων γονιδίων. Στην πραγματικότητα, δεν μπορεί να γίνεται λόγος για «αποδείξεις» αυτής της ιδέας αλλά, όπως προσπάθησα να υποστηρίξω σε προηγούμενα κεφάλαια, ενυπάρχει στον τρόπο που σκεφτόμαστε για τη λειτουργία των γονιδίων στα είδη με δύο φύλα. Η άλλη πλευρά του νομίσματος είναι ότι οι ιοί μπορεί να είναι γονίδια που αποσπάστηκαν από «αποικίες» σαν αυτές που είμαστε εμείς. Οι ιοί συνίστανται από ένα καθαρό μόριο DNA ή ένα συγγενικό αυτοαναπαραγόμενο μόριο [Είναι το RNA ή ριβοζονουκλεϊνικό οξύ. (Σ.τ.μ.)] που φέρει πρωτεϊνικό περίβλημα. Όλοι οι ιοί είναι παράσιτα. Υποστηρίζεται ότι εξελίχθηκαν από γονίδια «αντάρτες» που απελευθερώθηκαν, και τώρα ταξιδεύουν από σώμα σε σώμα απευθείας διαμέσου του αέρα και όχι με συμβατικά οχήματα, δηλαδή με σπέρματα και αυγά. Αν αυτό είναι αληθινό θα μπορούσαμε κάλλιστα να θεωρήσουμε τους εαυτούς μας αποικίες ιών ! Μερικοί από αυτούς συνεργάζονται συμβιωτικά και ταξιδεύουν από σώμα σε σώμα με σπέρματα και αυγά. Αυτά είναι τα συμβατικά «γονίδια». Αλλά ζουν παρασιτικά και ταξιδεύουν με όποιο μέσο μπορούν. Αν το παρασιτικό DNA ταξιδεύει με σπέρματα και αυγά, πιθανώς αυτό να εξηγεί το παράδοξο πλεόνασμα DNA που ανέφερα στο τρίτο κεφάλαιο. Αν ταξίδευε μόνο του στον αέρα ή με κάποιο άλλο άμεσο τρόπο, θα ονομαζόταν «ιός» με τη συνήθη έννοια.

Όμως αυτά είναι σκέψεις του μέλλοντος. Προς το παρόν ενδιαφερόμαστε για τη συμβίωση σε υψηλότερο επίπεδο, για σχέσεις ανάμεσα σε πολυκύτταρους οργανισμούς, και όχι για τη συμβίωση μέσα σ' αυτούς. Τη λέξη συμβίωση τη χρησιμοποιούμε συμβατικά για συνεταιρισμούς μελών που ανήκουν σε διαφορετικά είδη. Τώρα όμως που ξεφύγαμε από την εξελικτική άποψη «για το καλό του είδους», δεν υπάρχει λόγος να θεωρούμε τους συνεταιρισμούς με μέλη διαφορετικών ειδών σαν κάτι διαφορετικό από τους συνεταιρισμούς με μέλη του ίδιου είδους. Κατά κανόνα, οι συνεταιρισμοί αμοιβαίου οφέλους θα εξελιχθούν αν κάθε μέλος κερδίζει περισσότερο απ' όσα προσφέρει. Αυτό αληθεύει είτε μιλάμε για μέλη της ίδιας αγέλης λύκων είτε για τόσο διαφορετικά όντα όπως τα μυρμηγκία και οι αφίδες ή οι μέλισσες και τα άνθη. Στην πράξη, ίσως είναι δύσκολο να διακρίνουμε περιπτώσεις αυθεντικά αμοιβαίου οφέλους από άλλες μονόπλευρης εκμετάλλευσης.

Θεωρητικά, είναι εύκολο να φανταστούμε την εξέλιξη συνεταιρισμών αμοιβαίου οφέλους όταν οι συμβαλλόμενοι δίνουν και παίρνουν ταυτόχρονα, όπως συμβαίνει στην περίπτωση που οι συνεταιίροι συνιστούν μια λειχήνα. Αναφύονται προβλήματα όμως, όταν υπάρχει καθυστέρηση ανάμεσα στην προσφορά του οφέλους και την ανταπόδοση, επειδή ο αποδέκτης του οφέλους μπορεί να μπει στον πειρασμό να εξαπατήσει και να αρνηθεί να ανταποδώσει με τη σειρά του. Η επίλυση του προβλήματος είναι ενδιαφέρουσα και αξίζει να εξεταστεί λεπτομερέστερα. Αυτό θα το κάνω καλύτερα με ένα υποθετικό παράδειγμα.

Υποθέστε ότι σε κάποιο είδος πουλιού παρασιτεί ένα βρωμερό τσιμπούρι που είναι φορέας επικίνδυνης νόσου. Είναι απόλυτη ανάγκη αυτά τα τσιμπούρια να αφαιρεθούν το ταχύτερο δυνατό. Κανονικά κάθε πουλί μπορεί, όταν καθαρίζεται, να βγάλει τα τσιμπούρια με το ράμφος του. Υπάρχει όμως ένα σημείο – το πάνω μέρος του κεφαλιού – που δεν το φτάνει το ράμφος του. Εύκολα βρίσκει ο καθένας τη λύση του προβλήματος. Ένα ζώο μπορεί να μην είναι σε θέση από μόνο του να ξύσει το κεφάλι του, όμως αυτό γίνεται εύκολα από κάποιον φίλο. Αργότερα, όταν το παράσιτο εμφανιστεί στο φίλο, η καλή πράξη ανταποδίδεται. Η αμοιβαία περιποίηση καθαρισμού είναι όντως πολύ συνηθισμένη στα πτηνά και τα θηλαστικά.

Αυτό έχει άμεσο διαισθητικό νόημα. Οποιοσδήποτε διαθέτει συνειδητή προνοητικότητα μπορεί να δει ότι έχει σημασία να συμμετέχει στη διαδικασία της ανταπόδοσης των περιποιήσεων. Εχουμε όμως μάθει να δυσπιστούμε σε ό, τι διαισθητικά φαίνεται πως έχει σημασία. Τα γονίδια δεν διαθέτουν προνοητικότητα. Μπορεί η θεωρία του εγωιστικού γονιδίου να εξηγήσει την αμοιβαία περιποίηση ή τον αμοιβαίο αλτρουισμό όταν υπάρχει χρονική καθυστέρηση ανάμεσα στην καλή πράξη και την ανταπόδοση ; Ο Williams εξέτασε εν συντομία το πρόβλημα το 1960 σε ένα βιβλίο

του, που το έχω ήδη αναφέρει. Όπως και ο Δαρβίνος, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο καθυστερημένος αντίστροφος αλτρουισμός μπορεί να εξελιχθεί σε είδη στα οποία κάθε άτομο έχει την ικανότητα να αναγνωρίζει και να θυμάται ένα άλλο ως ξεχωριστό άτομο. Ο Trivers το 1971 προώθησε περισσότερο το ζήτημα. Όταν όμως έγραφε δεν είχε υπόψη του την ιδέα του Maynard Smith για την εξελικτικά σταθερή στρατηγική. Μαντεύω ότι αν τη γνώριζε, θα τη χρησιμοποιούσε γιατί με τη βοήθεια της θα διατύπωνε πολύ εύκολα τις δικές του θεωρίες. Το «δίλημμα του φυλακισμένου» που αναφέρει (ένα προσφιλές αίνιγμα της θεωρίας των παιγνίων) δείχνει ότι ήδη είχε αυτή τη γραμμή σκέψης.

Ας υποθέσουμε ότι ο Β έχει στο πάνω μέρος του κεφαλιού του ένα παράσιτο, και ο Α του το αφαιρεί. Αργότερα έρχεται κάποια στιγμή που ο Α έχει με τη σειρά του ένα τσιμπούρι στο κεφάλι του. Φυσικά, ψάχνει να βρει τον Β για να του το βγάλει. Ο Β γυρίζει απλώς την πλάτη του και φεύγει. Ο Β είναι κατεργάρης, ένα άτομο που δέχεται το όφελος από τον αλτρουισμό των άλλων αλλά αρνείται να ανταποδώσει ή η ανταπόδοσή του είναι ανεπαρκής. Οι κατεργάρηδες περνούν καλύτερα από τους αλτρουιστές που προσφέρουν χωρίς διάκριση, αφού κερδίζουν οφέλη χωρίς να καταβάλλουν αντίτιμο. Βέβαια, το κόστος για την «περιποίηση» του κεφαλιού κάποιου άλλου ατόμου φαίνεται μικρό σε σχέση με το όφελος από την αφαίρεση ενός επικίνδυνου παράσιτου, όμως δεν είναι αμελητέο. Πρέπει να ξοδευτεί κάποιος πολύτιμος χρόνος και ενέργεια.

Εστώ ότι κάποιος πληθυσμός συνίσταται από άτομα που υιοθετούν μία από τις δύο στρατηγικές. Όπως και στην ανάλυση του M. Smith, δεν μιλάμε για συνειδητές στρατηγικές αλλά για προγράμματα μη συνειδητής συμπεριφοράς που τα επιβάλλουν τα γονίδια. Ονομάζουμε τις δύο στρατηγικές «κοροΐδο» και «κατεργάρης». Τα κοροΐδα περιποιούνται τους πάντες χωρίς καμία διάκριση. Οι κατεργάρηδες δέχονται τον αλτρουισμό των κοροΐδων αλλά ουδέποτε περιποιούνται κανέναν, ούτε καν κάποιον που τους περιποιήθηκε προηγουμένως. Όπως στην περίπτωση των γερακιών και των περιστερών, αμοιβούμε τα άτομα χρησιμοποιώντας κάποια αυθαίρετη μονάδα. Δεν έχουν σημασία οι ακριβείς αριθμητικές τιμές, αρκεί το όφελος από την περιποίηση να ξεπερνά το κόστος της ανταπόδοσης. Αν τα παράσιτα είναι πολλά, κάθε κοροΐδο σ' έναν πληθυσμό κοροΐδων μπορεί να υπολογίζει ότι θα τον περιποιούνται τόσο συχνά όσο κι αυτός τους άλλους. Έτσι, για ένα κοροΐδο ανάμεσα σε κοροΐδα ο ισολογισμός είναι θετικός. Ολοι συμπεριφέρονται όπως πρέπει και η λέξη κοροΐδο φαίνεται να μην είναι η κατάλληλη. Ας υποθέσουμε τώρα ότι εμφανίζεται ένας κατεργάρης. Επειδή θα τον περιποιούνται χωρίς να ανταποδίδει τίποτε σε κανέναν, η κατά μέσον όρο αμοιβή του θα είναι μεγαλύτερη από την αμοιβή ενός κοροΐδου. Συνεπώς τα γονίδια του κατεργάρη θα αρχίσουν να διαδίδονται στον πληθυσμό. Σύντομα, τα γονίδια των κοροΐδων θα τείνουν να εξαφανιστούν. Αυτό οφείλεται στο ότι, ανεξάρτητα από την αναλογία τους στον πληθυσμό, οι κατεργάρηδες περνούν καλύτερα, από τα κοροΐδα. Για παράδειγμα, θεωρήστε την περίπτωση που ο πληθυσμός αποτελείται από 50% κοροΐδα και 50% κατεργάρηδες. Η κατά μέσον όρο αμοιβή για κάθε κοροΐδο και κάθε κατεργάρη θα είναι μικρότερη από την αντίστοιχη αμοιβή κάθε ατόμου σ' έναν πληθυσμό 100% κοροΐδων. Όμως και τώρα οι κατεργάρηδες περνούν καλύτερα από τα κοροΐδα επειδή παίρνουν όλα τα οφέλη – όσα διατίθενται – και δεν πληρώνουν τίποτε. Όταν το ποσοστό των κατεργάρηδων φτάσει το 90%, η μέση αμοιβή για όλα τα άτομα θα είναι πολύ μικρή : πολλά άτομα και από τους δύο τύπους θα πεθάνουν από τη μολυσματική ασθένεια που μεταφέρουν τα τσιμπούρια. Αλλά και πάλι, οι κατεργάρηδες θα περνούν καλύτερα από τα κοροΐδα. Συνεπώς, όσον αφορά μόνο αυτές τις δύο στρατηγικές, τίποτε δεν μπορεί να σταματήσει την εξαφάνιση των κοροΐδων και, πολύ πιθανόν, την εξαφάνιση όλου του πληθυσμού.

Ας υποθέσουμε τώρα ότι υπάρχει μια Τρίτη στρατηγική, του «τσιγκούνη». Οι τσιγκούνηδες περιποιούνται τους ξένους και άτομα που τους περιποιήθηκαν προηγουμένως. Εντούτοις, αν κάποιο άτομο τους ξεγελάσει, θυμούνται το περιστατικό και εκδικούνται αρνούμενοι να τον ξαναπεριποιηθούν. Σ' έναν πληθυσμό τσιγκούνηδων και κοροΐδων, είναι αδύνατο να τους ξεχωρίσεις. Και οι δύο τύποι συμπεριφέρονται αλτρουιστικά στους άλλους, και οι δύο έχουν ίσες

υψηλές μέσες αμοιβές. Σ' έναν πληθυσμό αποτελούμενο κυρίως από κατεργάρες, ένας μόνο τσιγκούνης δεν θα περνούσε πολύ καλά. Θα ξόδευε πολλή ενέργεια περιποιούμενος τα περισσότερα από τα άτομα που θα συναντούσε – γιατί θα χρειαζόταν χρόνο να αναπτύξει μνησικακία για όλα τα άτομα του πληθυσμού. Από την άλλη μεριά, κανένας δεν θα του ανταπέδιδε την περιποίηση. Αν οι τσιγκούνηδες είναι ελάχιστοι συγκριτικά με τους κατεργάρες, τα γονιδιά τους θα εξαφανιστούν. Εντούτοις, αν οι τσιγκούνηδες καταφέρουν να αυξηθούν αριθμητικά ώστε να φτάσουν ένα κρίσιμο ποσοστό, οι πιθανότητες να συναντώνται μεταξύ τους γίνονται αρκετά μεγάλες, ώστε να αντισταθμίσουν τους κόπους που κατέβαλαν άσκοπα περιποιούμενοι τους κατεργάρες. Όταν φτάσουν αυτό το κρίσιμο ποσοστό θ' αρχίσουν να έχουν υψηλότερη αμοιβή από τους κατεργάρες οι οποίοι προχωρούν με επιταχυνόμενο ρυθμό προς την εξαφάνιση. Όταν οι κατεργάρες πλησιάζουν στην εξαφάνιση ο ρυθμός μείωσής τους επιβραδύνεται και μπορεί να επιβιώνουν για αρκετό χρόνο ως μειονότητα. Κι αυτό γιατί ένας από τους σπάνιους κατεργάρες έχει ελάχιστη πιθανότητα να συναντήσει τον ίδιο τσιγκούνη δύο φορές : συνεπώς, το ποσοστό των κατεργάρων θα είναι μικρό.

Αφηγήθηκα την ιστορία αυτών των στρατηγικών υποθέτοντας ότι μπορούμε διαισθητικά να προβλέψουμε σίγουρα τι θα συμβεί. Στην πραγματικότητα, τίποτε δεν είναι σίγουρο. Για να ελέγξω λοιπόν την ορθότητα της διαίσθησης μπήκα στον κόπο να επεξεργαστώ το ζήτημα σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Πραγματικά, η στρατηγική του τσιγκούνη αποδεικνύεται εξελικτικά σταθερή σε αντίθεση με αυτήν του κοροΐδου και του κατεργάρη, με την έννοια ότι σ' έναν πληθυσμό αποτελούμενο κυρίως από τσιγκούνηδες δεν ευδοκιμούν ούτε κατεργάρες ούτε κοροΐδα. Αλλά και η στρατηγική των κατεργάρων είναι επίσης ΕΣΣ, επειδή σε έναν πληθυσμό αποτελούμενο κυρίως από κατεργάρες δεν μπορούν να ευδοκιμήσουν ούτε τσιγκούνηδες ούτε κοροΐδα. Ένας πληθυσμός θα μπορούσε να σταθεροποιηθεί σε μία από αυτές τις δύο ΕΣΣ. Μακροπρόθεσμα, θα μπορούσε να μεταπηδά από τη μία στην άλλη. Ανάλογα με τις ακριβείς τιμές των αμοιβών (οι παραδοχές που έκανα στο πρόγραμμα προσομοίωσης ήταν φυσικά εντελώς αυθαίρετες), μία από αυτές τις δύο ευσταθείς καταστάσεις θα έχει μεγαλύτερη «ζώνη έλξης» και είναι πιθανότερο να πραγματοποιηθεί. Παρεμπιπτόντως, σημειώστε ότι ένας πληθυσμός κατεργάρων έχει περισσότερες πιθανότητες να εξαφανιστεί απ' όσες ένας πληθυσμός τσιγκούνηδων, αυτό όμως ουδόλως επηρεάζει την ιδιότητά του να συνιστά ΕΣΣ. Αν ένας πληθυσμός φτάνει σε μια ΕΣΣ που οδηγεί στην εξαφάνισή του, ασφαλώς θα εξαφανιστεί, κι αυτό σίγουρα είναι πολύ άσχημο. Είναι πολύ διασκεδαστικό να παρακολουθήσει κανείς στον ηλεκτρονικό υπολογιστή ένα πρόγραμμα προσομοίωσης το οποίο αρχίζει με μεγάλο αριθμό κοροΐδων, μια μειονότητα τσιγκούνηδων μόλις πιο πάνω από την κρίσιμη αναλογία, και περίπου με την ίδια μειονότητα κατεργάρων. Το πρώτο πράγμα που συμβαίνει είναι να μειωθεί απότομα ο πληθυσμός των κοροΐδων, καθώς οι κατεργάρες τους εκμεταλλεύονται αλύπητα. Ο πληθυσμός των κατεργάρων ανέρχεται στα ύψη και φτάνει σ' ένα μέγιστο τη στιγμή που χάνεται και το τελευταίο κοροΐδο. Αλλά οι κατεργάρες μπορούν ακόμη να υπολογίζουν στους τσιγκούνηδες. Στο χρόνο που μειώνεται κατακόρυφα ο αριθμός των κοροΐδων, οι τσιγκούνηδες λιγοστεύουν σιγά σιγά από τα χτυπήματα των ευημερούντων κατεργάρων, καταφέρνουν όμως να διατηρούνται. Μετά την εξαφάνιση και του τελευταίου κοροΐδου, οι κατεργάρες δεν μπορούν πλέον να εφαρμόσουν τόσο εύκολα την εγωιστική εκμετάλλευση και οι τσιγκούνηδες αρχίζουν να αυξάνονται αργά εις βάρος των κατεργάρων. Η αύξηση του πληθυσμού τους που επιταχύνεται σταθερά είναι κατακόρυφη και ο πληθυσμός των κατεργάρων λιγοστεύει σχεδόν ως την εξαφάνιση, κατόπιν όμως ισορροπεί καθώς απολαμβάνει τα προνόμια της σπανιότητας και της σχετικής ελευθερίας που αποκτούν απ' αυτήν. Εντούτοις, οι κατεργάρες οδηγούνται αργά και αδυσώπητα σε πλήρη εξαφάνιση. Οι μόνοι που απομένουν είναι οι τσιγκούνηδες. Παραδόξως, η παρουσία των κοροΐδων έβαλε σε κίνδυνο τους τσιγκούνηδες μόνο στην αρχική φάση, γιατί αυτοί ήταν η αιτία της πρόσκαιρης ευημερίας των κατεργάρων.

Αν προσθέσω ότι η υπόθεσή μου σχετικά με τους κινδύνους από την έλλειψη περιποιήσεων είναι μάλλον σωστή. Ποντίκια που βρίσκονται σε απομόνωση τείνουν να εμφανίσουν σοβαρές πληγές σε σημεία του κεφαλιού τους που δεν μπορούν να τα φτάσουν και να τα περιποιηθούν. Σε ένα πείραμα, ποντίκια που διαβιούσαν σε ομάδες δεν υπέφεραν από τέτοιες πληγές, επειδή το ένα έγλειφε το κεφάλι του άλλου. Θα είχε ενδιαφέρον να ελεγχθεί πειραματικά η θεωρία του αμοιβαίου αλτρονισμού, και φαίνεται ότι τα ποντίκια προσφέρονται γι' αυτή τη μελέτη.

Ο Trivers αναφέρει την αξιοσημείωτη συμβίωση του ψαριού «καθαριστή». Κάπου 50 είδη που περιλαμβάνουν μικρά ψάρια και γαρίδες ζουν τρώγοντας παράσιτα από την επιφάνεια μεγαλύτερων ψαριών άλλων ειδών. Προφανώς, το μεγάλο ψάρι ωφελείται γιατί απαλλάσσεται από τα παράσιτά του, αλλά και οι καθαριστές προσπορίζονται άφθονη τροφή. Η σχέση είναι συμβιωτική. Σε πολλές περιπτώσεις το μεγάλο ψάρι ανοίγει το στόμα του και αφήνει τους καθαριστές να καθαρίσουν τα δόντια του και ύστερα να φύγουν από τα βράχιά του, που επίσης τα καθαρίζουν. Θα φανταζόταν κανείς ότι το μεγάλο ψάρι θα περίμενε με πανουργία ως τη στιγμή που καθαριστής θα τέλειωνε τη δουλειά του και κατόπιν θα τον κατάπινε. Κι όμως, συνήθως τον αφήνει να φύγει ανενόχλητος. Αυτό αποτελεί μια αξιόλογη πράξη εμφανούς αλτρονισμού γιατί σε πολλές περιπτώσεις ο καθαριστής έχει το ίδιο μέγεθος με τη συνήθη λεία του μεγάλου ψαριού.

Τα ψάρια καθαριστές έχουν χαρακτηριστικές ραβδώσεις στο σώμα τους και εκτελούν ειδικές χορευτικές κινήσεις από τις οποίες αναγνωρίζονται. Τα μεγάλα ψάρια αποφεύγουν να τρώνε τα μικρά ψάρια με ρίγες αυτού του είδους και τα οποία πλησιάζουν με αυτές τις ειδικές χορευτικές κινήσεις. Αντ' αυτού περιέρχονται σε μια κατάσταση ύπνωσης και αφήνουν τον καθαριστή ελεύθερο να τα προσεγγίσει εξωτερικά και εσωτερικά. Δεν είναι εκπληκτικό που τα εγωιστικά γονίδια, όντας συμφεροντολόγα, εκμεταλλεύτηκαν την κατάσταση. Εξελίχθηκαν είδη μικρών ψαριών που μοιάζουν με τους καθαριστές και εκτελούν τις ίδιες χορευτικές φιγούρες για να εξασφαλίσουν σίγουρη προσέγγιση στο μεγάλο ψάρι. Όταν το μεγάλο ψάρι περιέλθει στην κατάσταση της ύπνωσης, το κατεργάριο ψάρι αντί να φάει ένα παράσιτο, δαγκώνει ένα κομμάτι από το πτερύγιο του μεγάλου ψαριού και φεύγει αμέσως. Μολονότι υπάρχουν τέτοιοι απατεώνες, η σχέση ανάμεσα στα ψάρια καθαριστές και στους πελάτες τους διατηρείται φιλική και σταθερή. Το επάγγελμα του καθαριστή παίζει σημαντικό ρόλο στην καθημερινή ζωή μιας κοινότητας στους κοραλλιογενείς υφάλους. Κάθε καθαριστής έχει τη δική του επικράτεια. Παρατηρήθηκε μάλιστα ότι μεγάλα ψάρια «κάνουν ουρά» περιμένοντας τη σειρά τους, όπως οι πελάτες ενός κουρείου. Πιθανώς, αυτή η μονιμότητα της θέσης κατέστησε δυνατή την εξέλιξη του καθυστερημένου αμοιβαίου αλτρονισμού. Για το μεγάλο ψάρι, το όφελος να πηγαίνει να καθαρίζεται πάντα στο ίδιο «κουρείο» αντί να ψάχνει κάθε φορά για καινούργιο, πρέπει να ξεπερνά το κόστος να συγκροτηθεί και να μη φάει τον καθαριστή. Αυτό δεν είναι δύσκολο να το πιστέψουμε, εφόσον οι καθαριστές είναι μικρά ψάρια. Η ύπαρξη απατεώνων που μιμούνται τους καθαριστές ίσως θέτει έμμεσα σε κίνδυνο τους αυθεντικούς καθαριστές, γιατί αναπτύσσει μια μικρή πίεση στα μεγάλα ψάρια να τρώνε τους ραβδωτούς χορευτές. Η μονιμότητα της θέσης των αυθεντικών καθαριστών επιτρέπει στους πελάτες να τους βρίσκουν και να αποφεύγουν τους απατεώνες.

Στον άνθρωπο έχει αναπτυχθεί ισχυρή μνήμη και ικανότητα αναγνώρισης των ατόμων. Θα μπορούσαμε λοιπόν να περιμένουμε ότι ο αμοιβαίος αλτρονισμός έχει παίξει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του ανθρώπου. Ο Trivers προχωρεί τόσο ώστε να δέχεται ότι πολλά από τα ψυχολογικού τύπου χαρακτηριστικά μας – μίσος, ενοχή, ευγνωμοσύνη, συμπάθεια κ.ά. – διαμορφώθηκαν διαμέσου της φυσικής επιλογής από τη βελτίωση της ικανότητας να εξαπατούμε, να αντιλαμβανόμαστε τους απατεώνες και να αποφεύγουμε να μας εκλαμβάνουν ως απατεώνες. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι «εκλεπτυσμένοι απατεώνες», οι οποίοι φαίνεται πως ανταποδίδουν αλλά πάντα δίδουν λιγότερα απ' όσα παίρνουν. Είναι μάλιστα πιθανόν ο μεγάλος εγκέφαλος του ανθρώπου και η προδιάθεσή του να σκέπτεται μαθηματικά να εξελίχθηκε ως μηχανισμός ακόμη πιο έμμεσης εξαπάτησης και ακόμη μεγαλύτερης όξυνσης στην αποκάλυψη

της πανουργίας των άλλων. Το χρήμα είναι συμβατικό τεκμήριο καθυστερημένου αμοιβαίου αλτρουισμού.

Είναι ατέλειωτες οι γοητευτικές σκέψεις που γεννά η ιδέα του αμοιβαίου αλτρουισμού όταν εφαρμόζεται στους ανθρώπους. Όμως, όσο κι αν είναι δελεαστικό, δεν είμαι καλύτερος για τέτοιες σκέψεις από κάθε άλλο. Αφήνω λοιπόν αυτή την απόλαυση στον αναγνώστη.

11. ΜΙΜΙΔΙΑ : ΟΙ ΝΕΟΙ ΑΝΤΙΓΡΑΦΕΙΣ

Ως τώρα δεν μίλησα πολύ για τον άνθρωπο, αν και σκόπιμα δεν τον απέκλεισα. Ένας λόγος που χρησιμοποίησα τον όρο «μηχανή επιβίωσης» είναι ότι ο όρος «ζώο» θα άφηνε απ' έξω και τα φυτά, αλλά για μερικούς τουλάχιστον, και τους ανθρώπους. Τα επιχειρήματα που ανέπτυξα πρέπει να ισχύουν για κάθε ον που εξελίχθηκε πάνω στη Γη. Αν πρόκειται να εξαιρεθεί ένα είδος, πρέπει να υπάρχουν κάποιοι ειδικοί λόγοι. Υπάρχουν, λοιπόν, σοβαροί λόγοι που να επιτρέπουν να θεωρούμε το είδος μας μοναδικό ; Πιστεύω πως η απάντηση είναι καταφατική.

Η μοναδικότητα του ανθρώπινου είδους μπορεί να συνοψιστεί σε μια λέξη : κουλτούρα. Χρησιμοποιώ τη λέξη όχι με την έννοια κάποιας ανωτερότητας αλλά με την επιστημονική σημασία της. Η μεταβίβαση της κουλτούρας είναι ανάλογη με τη γενετική μεταβίβαση, με την έννοια ότι ενώ είναι ουσιαστικά συντηρητική διαδικασία, εντούτοις μπορεί να εμφανίζει μια μορφή εξέλιξης. Ο Geoffrey Chaucer [Αγγλος ποιητής (1342-1400). Με το έργο του *Οι Μύθοι του Καντέρμπουρυ* θεωρείται από τους σημαντικότερους ποιητές της χώρας του. (Σ.τ.μ.)] δεν θα μπορούσε να κουβεντιάσει για πολύ με κάποιον σύγχρονο Αγγλο, μολονότι τους συνδέει μια άρρηκτη αλυσίδα περίπου 20 γενεών που η καθεμιά τους θα μπορούσε άνετα να συζητήσει με τις αμέσως γειτονικές της σ' αυτή την αλυσίδα, όπως μιλάει ένα παιδί με τον πατέρα του. Φαίνεται πως η γλώσσα εξελίσσεται όχι όμως με τον γενετικό τρόπο αλλά με ρυθμό κατά πολλές τάξεις μεγέθους μεγαλύτερο από το ρυθμό της γενετικής εξέλιξης.

Η μεταβίβαση της κουλτούρας δεν είναι αποκλειστικό χαρακτηριστικό του ανθρώπινου είδους. Το καλύτερο μη ανθρώπινο παράδειγμα που γνωρίζω το έδωσε πρόσφατα ο P.F. Jenkins. Αφορά το τραγούδι ενός πουλιού που ζει στα νησιά της Νέας Ζηλανδίας και ονομάζεται κορώνη η τεφρόνωτος. Στο νησί όπου έκανε τις παρατηρήσεις του, υπήρχε ένα ρεπερτόριο από 9 διακριτά τραγούδια. Κάθε συγκεκριμένο αρσενικό τραγουδούσε μόνο ένα ή λίγα από αυτά. Τα αρσενικά μπορεί να ταξινομηθούν σε ομάδες της ίδιας διαλέκτου. Για παράδειγμα, σε μια περιοχή μια ομάδα 8 αρσενικών τραγουδούσαν ένα συγκεκριμένο τραγούδι, το τραγούδι cc. Άλλες ομάδες είχαν διαφορετικά τραγούδια. Ο Jenkins, συγκρίνοντάς τα τραγούδια των πατέρων και των γιων, έδειξε ότι οι τύποι των τραγουδιών δεν κληροδοτούνταν γενετικά. Κάθε νεαρό αρσενικό μπορούσε να υιοθετήσει δια της μίμησης τραγούδια πουλιών από γειτονικές περιοχές, όπως γίνεται με τις ανθρώπινες γλώσσες. Στο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα που έμεινε στο νησί ο Jenkins, υπήρχε ένας σταθερός αριθμός τραγουδιών, ένα είδος «δεξαμενής τραγουδιών», απ' όπου κάθε νεαρό αρσενικό πουλί αντλούσε το μικρό ρεπερτόριό του. Ο Jenkins είχε την τύχη να ακούσει μερικές φορές ένα καινούργιο τραγούδι που προέκυπτε από κάποιο λάθος κατά τη μίμηση ενός παλαιού. Με τα λόγια του : «Προέκυψαν καινούργιες μορφές τραγουδιού με την αλλαγή του ύψους μιας νότας, την επανάληψη μιας άλλης, την παράλειψη μερικών και το συνδυασμό κομματιών από άλλα υπάρχοντα τραγούδια... Η εμφάνιση της νέας μορφής ήταν ένα ξαφνικό συμβάν, και αυτή η καινούργια μορφή έμεινε σταθερή για αρκετά χρόνια. Επιπλέον, σε αρκετές περιπτώσεις, η παραλλαγή μεταβιβαζόταν επακριβώς με τη νέα μορφή της σε νεότερους μιμητές, έτσι ώστε αυτοί οι τραγουδιστές να αποτελούν μια αναγνωρίσιμη συνεκτική ομάδα». Ο Jenkins αποδίδει την προέλευση των νέων τραγουδιών σ' αυτό που ονομάζει «πολιτιστικές μεταλλαγές».

Το τραγούδι αυτού του πουλιού εξελίσσεται πραγματικά με μη γενετικό τρόπο. Υπάρχουν και άλλα παραδείγματα πολιτιστικής εξέλιξης σε πουλιά και πιθήκους [Το χειμώνα του 1971 ένας μακάκος μιας παρατηρούμενης ομάδας πιθήκων από την Ιαπωνία κυλώντας μια μικρή μπάλα χιονιού σχημάτισε μια τόσο μεγάλη χιονόμπαλα που μπορούσε να κάθεται πάνω της. Τον επόμενο χειμώνα το επανέλαβε αλλά αυτή τη φορά τον μιμήθηκαν και άλλα άτομα της ομάδας. Στα επόμενα χρόνια αυτό το υπόδειγμα προπολιτιστικής συμπεριφοράς είχε παγιωθεί. Βλ. G.G. Eaton : “The Social Order of Japanese macaques”, *Scientific American*, Οκτ. 1976. (Σ.τ.μ.)], έχουν όμως ενδιαφέρον μόνο ως αξιοπερίεργα. Μόνο στο δικό μας είδος φαίνεται πραγματικά τι μπορεί να

επιτελέσει η πολιτιστική εξέλιξη. Ένα μόνο από τα πολλά παραδείγματα είναι η γλώσσα. Η μόδα στο ντύσιμο ή ακόμη και στο διαιτολόγιο, οι τελετές και τα έθιμα, η τέχνη και η αρχιτεκτονική, οι τρόποι στις τεχνικές κατασκευές και η τεχνολογία, όλα εξελίσσονται στον ιστορικό χρόνο με τέτοιο τρόπο ώστε να φαίνεται πως συνιστούν ταχύτερη εξέλιξη, ενώ στην πραγματικότητα δεν έχουν καμιά σχέση με τη γενετική εξέλιξη. Εντούτοις, όπως και στη γενετική εξέλιξη, η αλλαγή μπορεί να είναι πρόοδος. Υπάρχει η αίσθηση ότι η σύγχρονη επιστήμη είναι καλύτερη από την παλαιότερη. Έτσι, με την πάροδο των αιώνων, οι ιδέες μας για το Σύμπαν όχι μόνο αλλάζουν αλλά γίνονται καλύτερες. Ομολογουμένως, η σύγχρονη εκρηκτική πρόοδος χρονολογείται από την Αναγέννηση, η οποία ακολούθησε μια σκοτεινή περίοδος στασιμότητας, όταν η επιστημονική παιδεία στην Ευρώπη είχε απονεκρωθεί στο επίπεδο που είχαν φτάσει οι αρχαίοι Έλληνες. Όμως, όπως είδαμε στο πέμπτο κεφάλαιο, και η γενετική εξέλιξη μπορεί να προχωρεί με μια σειρά μικρών αλμάτων μεταξύ ευσταθών επιπέδων.

Η αναλογία ανάμεσα στην πολιτιστική και τη γενετική εξέλιξη έχει επισημανθεί συχνά, μερικές φορές μάλιστα με εντελώς περιττή δόση μυστικισμού. Ειδικότερα, ο Sir Karl Popper διαφώτισε την αναλογία ανάμεσα στην επιστημονική πρόοδο και τη γενετική εξέλιξη διαμέσου της φυσικής επιλογής. Θα ήθελα να προχωρήσω ακόμη περισσότερο προς τις κατευθύνσεις που κινήθηκαν και άλλοι ερευνητές, όπως ο γενετιστής L.L. Cavalli-Sforza, ο ανθρωπολόγος F.T. Cloak και ο ηθολόγος J.M. Cullen.

Σαν ενθουσιώδης οπαδός του Δαρβίνου, είμαι δυσαρεστημένος από τον τρόπο με τον οποίο αγαπητοί ομοϊδεάτες ερμηνεύουν την ανθρώπινη συμπεριφορά. Προσπάθησαν να βρουν «βιολογικά πλεονεκτήματα» στις διάφορες εκφάνσεις του ανθρώπινου πολιτισμού. Για παράδειγμα, η θρησκεία της φυλής έχει θεωρηθεί μηχανισμός παγίωσης της ταυτότητας της ομάδας, πολύτιμη για ένα είδος ομαδικών κυνηγιών τα άτομα του οποίου βασίζονται στη συνεργασία για να συλλάβουν μεγάλα και γρήγορα θηράματα. Συχνά η εξελικτική προκατάληψη που διέπει τέτοιες θεωρίες, στην πραγματικότητα συνιστά αποδοχή της άποψης ότι επιτελείται «επιλογή ομάδων». Οι εν λόγω θεωρίες μπορεί να ξαναδιατυπωθούν με βάση την ορθόδοξη γονιδιακή επιλογή. Για μεγάλο τμήμα των τελευταίων λίγων εκατομμυρίων χρόνων ο άνθρωπος έζησε σε μικρές ομάδες συγγενικών ατόμων. Η «επιλογή συγγένειας» και η επιλογή που ευνοεί τον αμοιβαίο αλτρουισμό μπορεί να επέδρασαν στα ανθρώπινα γονίδια και να προκάλεσαν πολλές από τις βασικές ψυχολογικές ιδιοτυπίες και ροπές μας. Αυτές οι ιδέες είναι σωστές ως ένα σημείο, αλλά νομίζω πως δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν το τεράστιο πρόβλημα να εξηγήσουν την κουλτούρα, την πολιτιστική εξέλιξη και τις ανά τον κόσμο παρατηρούμενες μεγάλες διαφορές πολιτιστικής καλλιέργειας, από τον άγριο εγωισμό των *ικ* [Φυλή της Ουγκάντας. (Σ.τ.μ.)] που περιέγραψε ο Colin Turnbull ως τον λεπτό αλτρουισμό των Αραπές [Φυλή της Νέας Γουινέας. (Σ.τ.μ.)] της Margaret Mead. Νομίζω πως πρέπει να πάρουμε τα πράγματα πάλι από την αρχή, να ξεκινήσουμε απευθείας από τις πρώτες αρχές. Η θέση που θα υποστηρίξω – και θα φανεί παράξενη γιατί προέρχεται από το συγγραφέα των προηγούμενων κεφαλαίων – είναι ότι για να κατανοήσουμε την εξέλιξη του σύγχρονου ανθρώπου είμαστε υποχρεωμένοι να απορρίψουμε την άποψη ότι το γονίδιο πρέπει να είναι η μοναδική βάση των ιδεών μας για την εξέλιξη. Είμαι ενθουσιώδης δαρβινιστής και πιστεύω ότι ο δαρβινισμός είναι τόσο μεγάλη θεωρία ώστε δεν μπορεί να περιοριστεί στο στενό πλαίσιο του γονιδίου. Στη θεωρία που προτείνω, θα χρησιμοποιήσω το γονίδιο ως βολική αναλογία και τίποτε παραπάνω.

Στο κάτω κάτω, τι το ξεχωριστό έχουν τα γονίδια ; Η απάντηση είναι ότι έχουν την ικανότητα να αυτοαντιγράφονται. Υποτίθεται ότι οι νόμοι της φυσικής επιλογής ισχύουν παντού, σε όλο το προσιτό Σύμπαν. Υπάρχουν άραγε βιολογικοί νόμοι με παρόμοια καθολική ισχύ ; Οι αστροναύτες που πιθανόν να ταξιδέψουν σε μακρινούς πλανήτες αναζητώντας την ύπαρξη ζωής, θα περιμένουν ίσως να βρουν πλάσματα αφάνταστα περίεργα και μυστηριώδη. Θα υπήρχε όμως κάτι το κοινό σ' όλες αυτές τις μορφές ζωής ακόμη και στην περίπτωση που η βασική χημεία τους ήταν διαφορετική ; Αν υπάρχουν μορφές ζωής που η χημεία τους να βασίζεται στο πυρίτιο αντί στον

άνθρακα, ή στην αμμωνία αντί στο νερό, αν ανακαλυφθούν πλάσματα που να πεθαίνουν από ζέστη στους -100 β. Κελσίου, αν βρεθεί μορφή ζωής που να μη βασίζεται καθόλου στη χημεία αλλά σε αναπαλλόμενα ηλεκτρονικά κυκλώματα, μπορεί να υπάρχει κάποια γενική αρχή που να ισχύει για όλες αυτές τις μορφές ζωής ; Προφανώς, δεν το γνωρίζω, αλλά το διακινδυνεύω και αποδέχομαι μια γενική αρχή. Η αρχή αυτή είναι ότι όλες οι μορφές ζωής εξελίσσονται διαμέσου της επιβίωσης διαφόρων αυτοαντιγραφόμενων πραγμάτων. Στον πλανήτη μας, τα πράγματα που αυτοαντιγράφονται είναι κυρίως τα γονίδια, τα μόρια DNA. Ίσως όμως υπάρχουν και άλλα. Αν υπάρχουν, και με την προϋπόθεση ότι ικανοποιούνται ορισμένες άλλες συνθήκες, είναι σχεδόν αναπόφευκτο ότι θα τείνουν να αποτελέσουν τη βάση μιας άλλης εξελικτικής διαδικασίας.

Αραγε είναι απαραίτητο να πάμε σε μακρινούς κόσμους για να βρούμε άλλα είδη αυτοαντιγραφόμενων πραγμάτων, και συνεπώς άλλα είδη εξέλιξης ; Νομίζω ότι στον πλανήτη μας έχει εμφανιστεί πρόσφατα ένα νέο είδος αντιγραφέα. Βρίσκεται μπροστά στα μάτια μας. Είναι ακόμη στη νηπιακή ηλικία του, αναδύεται σπασμωδικά στην αρχέγονη σούπα του, αλλά ήδη έχει πετύχει μια εξελικτική αλλαγή με τόσο γρήγορο ρυθμό που αφήνει τον παλιό αντιγραφέα, το γονίδιο, να τρέχει ασθμαίνοντας πολύ πίσω του.

Η νέα αυτή «σούπα» είναι η ανθρώπινη κουλτούρα. Για το νέο αντιγραφέα χρειαζόμαστε ένα όνομα. Μια λέξη που να μας φέρνει στο νου μια μονάδα πολιτισμού, μια μονάδα που να μεταβιβάζεται με *μίμηση*. Η λέξη “mimeme” [Δημιούργημα του συγγραφέα από τη λέξη mimesis = μίμηση. (Σ.τ.μ.)], που έχει ελληνική ρίζα, θα ήταν κατάλληλη, προτιμώ όμως μια μονοσύλλαβη που να ηχεί σαν τη λέξη gene (γονίδιο) [Προφέρεται «τζιν», και το meme «μιμ». (Σ.τ.μ.)]. Ελπίζω οι φιλόλογοι φίλοι μου να μου συγχωρήσουν τη συντόμευση της λέξης mimeme σε meme = μιμίδιο [Στο ελληνικό κείμενο υιοθετούμε τη λέξη «μιμίδιο», που ηχεί όπως η λέξη «γονίδιο». (Σ.τ.μ.)]. Αν τους παρηγορούσε, θα μπορούσαν να τη συσχετίσουν με τη λέξη memory (μνήμη) ή τη γαλλική mème (ο αυτός).

Παραδείγματα μιμίδιων είναι οι μελωδίες, οι ιδέες, τα συνθήματα, τα ρούχα της μόδας, τα σχήματα των αγγείων ή των γεφυρών. Όπως τα γονίδια εξαπλώνονται μέσα στη γονιδιακή δεξαμενή μεταφερόμενα από σώμα σε σώμα με σπέρματα ή αυγά, έτσι και τα μιμίδια διαδίδονται στη μιμιδική δεξαμενή περνώντας από εγκέφαλο σε εγκέφαλο με μια διαδικασία η οποία, σε ευρύτερη έννοια, μπορεί να ονομαστεί μίμηση. Όταν κάποιος επιστήμονας ακούσει ή πληροφορηθεί μια καλή ιδέα, τη μεταβιβάζει στους συναδέλφους και τους φοιτητές του. Την αναφέρει σε άρθρα και διαλέξεις. Αν η ιδέα γίνει αποδεκτή, μπορούμε να πούμε ότι διαδίδεται μόνη της εξαπλούμενη από εγκέφαλο σε εγκέφαλο. Ο συνάδελφός μου Ν.Κ. Humphrey διαβάζοντας ένα αρχικό σχέδιο αυτού του κεφαλαίου το συνόψισε με σαφήνεια : «...Τα μιμίδια πρέπει να θεωρηθούν ζωντανές δομές όχι με την μεταφορική αλλά με την επιστημονική έννοια. Όταν φυτεύετε στο μυαλό μου ένα γόνιμο μιμίδιο, στην κυριολεξία βάζετε ένα παράσιτο στον εγκέφαλό μου κάνοντάς τον φορέα για την παραπέρα διάδοση του μιμιδίου, όπως ένας ιός γίνεται παράσιτο του γενετικού μηχανισμού του ξενιστή κυττάρου. Κι αυτό δεν είναι απλό σχήμα λόγου γιατί το μιμίδιο πραγματικά «ζει μετά θάνατον» ως φυσικό αντικείμενο, σε εκατομμύρια αντίγραφα, με τη μορφή κάποιας δομής στο νευρικό σύστημα ανθρώπων όλου του κόσμου».

Ας πάρουμε την ιδέα του Θεού, που δεν γνωρίζουμε πως εμφανίστηκε στη μιμιδική δεξαμενή. Πιθανόν να παρουσιάστηκε ανεξάρτητα πολλές φορές με «μεταλλαγές». Οπωσδήποτε είναι πανάρχαιη. Πως αναπαράγεται ; Με τον γραπτό και τον προφορικό λόγο, και με τη συνδρομή της μουσικής και της τέχνης. Γιατί έχει τόσο υψηλό δείκτη επιβίωσης ; Θυμηθείτε ότι ο «δείκτης επιβίωσης» δεν σημαίνει εδώ την αξία ενός γονιδίου σε μια γονιδιακή δεξαμενή αλλά την αξία ενός γονιδίου σε μια γονιδιακή δεξαμενή αλλά την αξία ενός μιμιδίου σε μια «μιμιδική» δεξαμενή. Το πραγματικό ερώτημα είναι : τι προσδίδει στην ιδέα του Θεού τόση σταθερότητα και τόση διεισδυτική ικανότητα στο πολιτιστικό περιβάλλον ; Ο υψηλός δείκτης επιβίωσης του μιμιδίου του Θεού στη μιμιδική δεξαμενή είναι αποτέλεσμα της μεγάλης ψυχολογικής έλξης του. Παρέχει μια επιφανειακά δικαιολογημένη απάντηση στα βαθιά και βασανιστικά προβλήματα της ύπαρξης.

Ισχυρίζεται πως οι αδικίες αυτού του κόσμου θα επανορθωθούν σε κάποιον άλλον. Είναι η «αιώνια αγκαλιά» όπου καταφεύγουμε σε στιγμές αδυναμίας και ανάγκης και η οποία, σαν τα εικονικά φάρμακα που δίνουν καμιά φορά οι γιατροί, δεν μπορούμε να πούμε πως είναι φανταστική γιατί είναι αποτελεσματική. Αυτοί είναι μερικοί από τους λόγους για τους οποίους η ιδέα του Θεού αναπαράγεται τόσο εύκολα στις διαδοχικές γενεές των εγκεφάλων των ανθρώπων. Στο περιβάλλον της ανθρώπινης κουλτούρας ο Θεός υπάρχει μόνο με τη μορφή μιμίδιου με μεγάλη δύναμη επιβίωσης ή μεταδοτική ισχύ.

Μερικοί συνάδελφοι μου υπέδειξαν ότι αυτή η ερμηνεία της επιβιωτικής δύναμης του μιμίδιου του Θεού παρακάμπτει το πραγματικό πρόβλημα. Σε τελευταία ανάλυση, αυτό που επιζητούν πάντα είναι η ανεύρεση ενός «βιολογικού πλεονεκτήματος». Δεν τους ικανοποιεί η εξήγηση της «μεγάλης ψυχολογικής έλξης» που προσφέρει η ιδέα του Θεού. Θέλουν να ξέρουν το *γιατί*. Ψυχολογική έλξη σημαίνει έλξη από μέρους των εγκεφάλων, και οι εγκεφαλοί έχουν διαμορφωθεί με φυσική επιλογή γονιδίων μέσα στις γονιδιακές δεξαμενές. Θέλουν να βρουν κάποιο τρόπο που να εξηγεί πως ο εγκεφαλος μπορεί να βελτιώνει την επιβίωση του γονιδίου.

Εκτιμώ πολύ αυτή την άποψη και δεν αμφιβάλω ότι υπάρχουν γενετικά πλεονεκτήματα στο είδος των εγκεφάλων που έχουμε. Εντούτοις νομίζω ότι αν αυτοί οι συνάδελφοι εξετάσουν προσεχτικά τις δικές τους βασικές υποθέσεις, θα βρουν πως αφήνουν και οι ίδιοι πολλά αναπάντητα ερωτήματα, όπως και εγώ. Ο βασικός λόγος που η προσπάθειά μας να εξηγήσουμε τα βιολογικά φαινόμενα με την έννοια του γονιδιακού πλεονεκτήματος συνιστά καλή τακτική είναι ότι τα γονίδια είναι αντιγραφείς. Από τη στιγμή που η αρχέγονη σούπα δημιούργησε συνθήκες στις οποίες μόρια μπορούσαν να αναπαράγουν αντίγραφα του εαυτού τους, οι αντιγραφείς ανέλαβαν την εξουσία. Για περισσότερο από 3 δισεκατομμύρια χρόνια, το DNA υπήρξε ο μόνος αξιόλογος αντιγραφέας στον κόσμο. Όμως αυτό το μονοπώλιο δεν είναι υποχρεωτικό να διαρκέσει αιώνια. Οποτε εμφανιστούν κατάλληλες συνθήκες με τις οποίες ένα νέο είδος αντιγραφέα *μπορεί* να κάνει αντίγραφα του εαυτού του, ο νέος αντιγραφέας *θα τείνει* να αναλάβει την εξουσία και θ' αρχίσει ένα νέο είδος ανεξάρτητης εξέλιξης. Μόλις ξεκινήσει η καινούργια εξέλιξη θα εξυπηρετήσει την παλαιά χωρίς καμία καταπίεση. Η αρχική εξέλιξη με την επιλογή γονιδίων δημιούργησε τη σούπα μέσα στην οποία φανερώθηκαν τα πρώτα μιμίδια. Μόλις εμφανίστηκαν τα αναπαραγόμενα μιμίδια άρχισε το δικό τους (πολύ ταχύτερο) είδος εξέλιξης. Εμείς οι βιολόγοι έχουμε αφομοιώσει τόσο πολύ την ιδέα της γενετικής εξέλιξης ώστε κοντεύουμε να ξεχάσουμε ότι αποτελεί μόνο ένα από τα πολλά είδη εξέλιξης.

Υπό την ευρύτερη έννοια, η μίμηση είναι ο τρόπος με τον οποίο τα μιμίδια *μπορούν* να αναπαράγονται. Όμως, όπως δεν αναπαράγονται όλα τα γονίδια με την ίδια επιτυχία, έτσι και σε μια μιμδική δεξαμενή μερικά μιμίδια αναπαράγονται με μεγαλύτερη επιτυχία από άλλα. Αυτό είναι το ανάλογο της φυσικής επιλογής. Εχω αναφέρει συγκεκριμένα παραδείγματα ιδιοτήτων που προσδίδουν στα μιμίδια μεγαλύτερη δύναμη επιβίωσης. Όμως, εν γένει, πρέπει να είναι οι ίδιες με αυτές που συζητήθηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο σχετικά με τους αντιγραφείς : η μακροβιότητα, η γονιμότητα και η πιστότητα αντιγραφής. Η μακροβιότητα ενός συγκεκριμένου αντιγράφου ενός μιμίδιου πιθανώς δεν έχει σχετικά μεγάλη σημασία, όπως ακριβώς και η μακροβιότητα ενός γονιδιακού αντιγράφου. Το αντίγραφο μιας συγκεκριμένης μελωδίας που υπάρχει μέσα στο μυαλό μου θα μείνει εκεί μόνο για το υπόλοιπο της ζωής μου. Το αντίγραφο της ίδιας μελωδίας που έχει τυπωθεί σ' ένα βιβλίο της βιβλιοθήκης μου είναι απίθανο να διαρκέσει περισσότερο. Όμως πιστεύω ότι και στους επόμενους αιώνες θα υπάρχουν αντίγραφα της ίδιας μελωδίας είτε σε τυπωμένα χαρτιά είτε σε ανθρώπινους εγκεφάλους. Όπως και στην περίπτωση των γονιδίων, η γονιμότητα είναι πολύ πιο σημαντική από τη μακροβιότητα των συγκεκριμένων αντιγράφων. Αν το μιμίδιο είναι μια σωστή επιστημονική ιδέα, η εξάπλωσή του θα εξαρτηθεί από την απήχησή του στο σύνολο του επιστημονικού κόσμου. Θα μπορούσαμε να έχουμε ένα πρόχειρο μέτρο της δύναμης επιβίωσής του αν μετρούσαμε πόσες φορές αναφέρεται στα επιστημονικά περιοδικά των επόμενων χρόνων [Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι τα «μιμίδια» αναφέρονται ήδη στο βιβλίο του

Freeman Dyson : *Origins of life*, εκδ. Cambridge University Press, του F. Dyson : *Infinite in All Directions*, έκδ. Harper, κ.ά. (Σ.τ.μ.). Αν πρόκειται για ένα λαϊκό τραγούδι, η εξάπλωσή του στη μιμιδική δεξαμενή μπορεί να μετρηθεί από τον αριθμό των ανθρώπων που ακούμε να το τραγουδούν στους δρόμους. Αν είναι ένας «τύπος» γυναικείου υποδήματος, ο πληθυσμός των μιμητών μπορεί να βρεθεί από τις στατιστικές πωλήσεων των καταστημάτων υποδημάτων. Μερικά μιμίδια, όπως και μερικά γονίδια, πραγματοποιούν λαμπρή βραχύβια επιτυχία εξαπλούμενα ταχύτατα, αλλά δεν διατηρούνται για πολύ στη μιμιδική δεξαμενή. Παραδείγματα είναι τα λαϊκά «σουζέ» και τα ψηλά τακούνια. Εντούτοις, άλλα μιμίδια μπορεί να συνεχίσουν να διαδίδονται για χιλιάδες χρόνια, όπως οι εβραϊκοί θρησκευτικοί νόμοι, κυρίως γιατί η τυπογραφία εξασφαλίζει την επιβίωσή μας.

Ερχομαι τώρα στην τρίτη γενική ιδιότητα των επιτυχημένων αντιγραφών : την πιστότητα αντιγραφής. Πρέπει να παραδεχτώ ότι εδώ βρίσκομαι σε ολισθηρό έδαφος. Εκ πρώτης όψεως, φαίνεται πως τα μιμίδια δεν είναι καθόλου υψηλής πιστότητας αντιγραφείς. Κάθε φορά που ένας επιστήμονας ακούει κάποια ιδέα και την ανακοινώνει σε κάποιον άλλο, είναι πιθανό να την αλλάξει λίγο. Σ' αυτό το βιβλίο δεν απέκρυψα την οφειλή μου στις ιδέες του R.L. Trivers. Εντούτοις δεν τις επανέλαβα με τα δικά του λόγια. Τις τροποποίησα λίγο για να εξυπηρετήσω τους δικούς μου σκοπούς, αλλάζοντας τα σημεία έμφασης και συμφύροντάς τες με ιδέες δικές μου και άλλων. Τα μιμίδια περνούν σε σας με αλλοιωμένη μορφή. Αυτό διαφέρει τελείως από τον σωματιδιακό τρόπο μεταβίβασης των γονιδίων : «όλα-ή-τίποτε». Κατά τη μιμιδική μεταβίβαση φαίνεται ότι επέρχονται συνεχείς μεταλλαγές ή ακόμη και αναμειξεις.

Όμως αυτή η φαινομενική έλλειψη σωματιδιακότητας μπορεί να είναι παραπλανητική και να εξακολουθεί να ισχύει η αναλογία των μιμιδίων με τα γονίδια. Στο κάτω κάτω, αν μελετήσουμε τη μεταβίβαση πολλών γενετικών χαρακτηριστικών, λόγου χάρη του ύψους του ανθρώπου ή του χρώματος της επιδερμίδας, δεν φαίνεται να είναι έργο αδιαίρετων και μη αναμίξιμων γονιδίων [Γονίδια που ελέγχουν ποσοτικούς χαρακτήρες (ύψος, χρώμα κ.ά.) προσθέτοντας κάτι στην ένταση με την οποία εμφανίζεται ο χαρακτήρας, ονομάζονται συμβάλλοντα ή προσθετικά. (Σ.τ.μ.)]. Αν ζευγαρώσουν δύο άτομα, ένα της λευκής και ένα της μαύρης φυλής, τα παιδιά τους δεν είναι λευκά ή μαύρα : είναι κάτι το ενδιάμεσο. Αυτό δεν σημαίνει ότι τα σχετικά γονίδια δεν είναι σωματίδια. Υπάρχουν τόσα πολλά που σχετίζονται με το χρώμα της επιδερμίδας, και το καθένα έχει τόσο μικρό αποτέλεσμα, ώστε να φαίνεται ότι αναμιγνύονται. Ως τώρα μίλησα για τα μιμίδια σαν να ήταν προφανές από τι αποτελείται καθεμιά ξεχωριστή μονάδα τους. Όμως αυτό κάθε άλλο παρά προφανές είναι. Είπα ότι μια μελωδία είναι ένα μιμίδιο, τι είναι όμως μια συμφωνία ; Από πόσα μιμίδια αποτελείται ; Εδώ το μιμίδιο είναι ένα μουσικό μέρος, μια αναγνωρίσιμη μελωδική φράση, ένα μέτρο, μια νότα ή κάτι άλλο ;

Θα καταφύγω στο εκφραστικό τέχνασμα που χρησιμοποίησα και στο τρίτο κεφάλαιο. Εκεί χώρισα το «γονιδιακό σύμπλεγμα» σε μεγάλες και μικρές γενετικές μονάδες και σε μονάδες μέσα σε μονάδες. Το «γονίδιο» δεν ορίστηκε τελεσίδικα ως «ολόκληρο-ή-τίποτε», αλλά ως μια βολική μονάδα, ένα κομμάτι του χρωμοσώματος με επαρκή αντιγραφική πιστότητα ώστε να συνιστά βιώσιμη μονάδα για τη φυσική επιλογή. Αν μία μόνη φράση της ένατης συμφωνίας του Μπετόβεν είναι αρκούντως χαρακτηριστική και απομνημονεύσιμη ώστε να μπορεί να αφαιρεθεί από το πλαίσιο όλης της συμφωνίας και να χρησιμοποιηθεί με εξοργιστική αυθάδεια ως σήμα κάποιου ραδιοφωνικού σταθμού, τότε υπό αυτές τις συνθήκες δικαιούται να ονομάζεται ένα μιμίδιο. Βέβαια, μείωσε σε σημαντικό βαθμό την ικανότητά μου να απολαύσω το μεγαλοφυές έργο.

Παρομοίως, όταν λέμε ότι σήμερα όλοι οι βιολόγοι πιστεύουν στη θεωρία του Δαρβίνου, δεν εννοούμε ότι ο κάθε βιολόγος έχει αποτυπώσει στον εγκέφαλό του ένα απaráλλακτο αντίγραφο των λέξεων που χρησιμοποίησε ο ίδιος ο Δαρβίνος. Κάθε άτομο εκφράζει τις δαρβινικές ιδέες με τον δικό του τρόπο. Πιθανόν να μη διάβασε τα ίδια τα κείμενα του Δαρβίνου αλλά κάποια άλλα νεοτέρων συγγραφέων. Πολλά από αυτά που είπε ο Δαρβίνος είναι λαθεμένα ως προς τις λεπτομέρειες. Αν ο Δαρβίνος διάβαζε τούτο το βιβλίο, δύσκολα θα αναγνώριζε την αρχική θεωρία

του στο κείμενό μου, αν και ελπίζω ότι θα του άρεσε ο τρόπος που την παρουσιάζω. Ανεξάρτητα όμως απ' όλα αυτά, υπάρχει κάτι, κάτι από την ουσία του δαρβινισμού στο νου κάθε ατόμου που κατανοεί τη θεωρία. Αν δεν συνέβαινε αυτό, τότε δεν θα είχε σχεδόν κανένα νόημα να λέμε ότι δύο άνθρωποι συμφωνούν μεταξύ τους. Μια «ιδέα-μιμίδιο» μπορεί να οριστεί σαν ένα πράγμα που μπορεί να μεταβιβαστεί από έναν εγκέφαλο σε άλλο. Έτσι το μιμίδιο της δαρβινικής θεωρίας είναι η ουσιαστική βάση της ιδέας η οποία είναι κοινή για όλους τους εγκεφάλους που κατανοούν τη θεωρία. Οι διαφορές στους τρόπους που την παρουσιάζουν διάφοροι άνθρωποι, εξ' ορισμού, δεν αποτελούν μέρος του μιμιδίου. Αν η δαρβινική θεωρία μπορεί να υποδιαιρευθεί σε διάφορα συστατικά μέρη, ώστε μερικοί να πιστεύουν το μέρος Α και όχι το Β ενώ άλλοι το Β και όχι το Α, τότε τα Α και Β πρέπει να θεωρηθούν ξεχωριστά μιμίδια. Αν όμως ο καθένας που πιστεύει το Α πιστεύει επίσης και το Β (αν τα μιμίδια είναι «στενά συνδεδεμένα», για να χρησιμοποιήσω τον γενετικό όρο), τότε είναι βολικότερο να τα θεωρούμε όχι δύο αλλά ένα και μόνο μιμίδιο.

Όμως οι αναλογίες ανάμεσα στα μιμίδια και τα γονίδια δεν σταματούν εδώ. Πουθενά δεν έπαυσα να τονίζω ότι δεν πρέπει να θεωρούμε ότι τα γονίδια έχουν συνείδηση, ότι ενεργούν σκόπιμα. Εντούτοις η τυφλή φυσική επιλογή τα κάνει να συμπεριφέρονται σαν να είχαν κάποιο σκοπό και μας βολεύει να μιλάμε για σκοπιμότητα των γονιδίων. Όταν λέμε, λόγου χάρη, ότι «τα γονίδια προσπαθούν να αυξήσουν τον αριθμό τους στις μελλοντικές γονιδιακές δεξαμενές», στην πραγματικότητα εννοούμε το εξής : «εκείνα τα γονίδια που συμπεριφέρονται με τέτοιο τρόπο ώστε ο αριθμός τους να αυξάνεται στις μελλοντικές γονιδιακές δεξαμενές, καταλήγουν τελικά να είναι τα γονίδια των οποίων τα αποτελέσματα βλέπουμε στον κόσμο». Όπως βρήκαμε βολικό να θεωρούμε τα γονίδια ενεργά μέσα που εργάζονται σκόπιμα για την επιβίωσή τους, με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να βλέπουμε και τα μιμίδια. Και στις δύο περιπτώσεις δεν υπάρχει κανένας μυστικισμός. Και στις δύο περιπτώσεις δεν υπάρχει κανένας μυστικισμός. Και στις δύο περιπτώσεις χρησιμοποιούμε τη λέξη «σκόπιμος» με μεταφορική έννοια, αλλά, καθώς είδαμε ήδη στην περίπτωση των γονιδίων, είναι μια καρποφόρα μεταφορά. Χρησιμοποιήσαμε επίσης λέξεις όπως «εγωιστικό» και «σκληρό» γονίδιο, με πλήρη επίγνωση ότι πρόκειται για σχήματα λόγου. Μπορούμε να μιλάμε με το ίδιο ακριβώς πνεύμα για εγωιστικά ή σκληρά μιμίδια ;

Εδώ υπάρχει ένα πρόβλημα σχετικό με τη φύση του ανταγωνισμού. Οπου υπάρχει σεξουαλική αναπαραγωγή κάθε γονίδιο ανταγωνίζεται ιδιαίτερα τα δικά του αλληλόμορφα – αντίπαλοι για την ίδια χρωμοσωμική θέση. Τα μιμίδια φαίνεται πως δεν έχουν τίποτε ανάλογο με τα χρωμοσώματα και τίποτε ανάλογο με τα αλληλόμορφα. Φαντάζομαι πως υπάρχει μια επιπόλαιη άποψη ότι πολλές ιδέες έχουν τις «αντίθετές» τους. Αλλά σε γενικές γραμμές, τα μιμίδια μοιάζουν περισσότερο με τα πρώτα αντιγραφικά μόρια που κολυμπούσαν χαοτικά ελεύθερα στην αρχέγονη σούπα και λιγότερο με τα σύγχρονα γονίδια με τις σαφώς ζευγαρωμένες χρωμοσωμικές οργανώσεις. Με ποια έννοια λοιπόν τα μιμίδια ανταγωνίζονται μεταξύ τους ; Εφόσον δεν έχουν αλληλόμορφα, μπορούμε να τα θεωρούμε «εγωιστικά» ή «σκληρά» ; Η απάντηση είναι καταφατική επειδή κατά μια έννοια παρασύρονται σ' ένα είδος ανταγωνισμού μεταξύ τους.

Κάθε χρήστης ψηφιακού υπολογιστή ξέρει πόσο πολύτιμος είναι ο χρόνος λειτουργίας και ο χώρος αποθήκευσης μνήμης. Σε πολλά μεγάλα κέντρα υπολογιστών πληρώνονται με χρήμα, και γι' αυτό σε κάθε χρήστη εκχωρείται ορισμένος χρόνος που μετριέται σε δευτερόλεπτα και ορισμένος χώρος που μετριέται σε «λέξεις». Οι υπολογιστές στους οποίους ζουν τα μιμίδια είναι οι ανθρώπινοι εγκέφαλοι. Ο χρόνος είναι πιθανώς πιο σημαντικός περιοριστικός παράγοντας από το χώρο αποθήκευσης της μνήμης και αποτελεί αντικείμενο σοβαρού ανταγωνισμού. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος και το σώμα που ελέγχει δεν μπορούν να κάνουν ταυτόχρονα πολλά πράγματα. Αν ένα μιμίδιο πρόκειται να απορροφήσει όλη την προσοχή ενός ανθρώπινου εγκεφάλου, θα το κάνει εις βάρος «αντίπαλων» μιμιδίων. Αλλά αντικείμενα για τα οποία ανταγωνίζονται τα μιμίδια είναι ο χρόνος εκπομπής στο ραδιόφωνο και την τηλεόραση, ο χώρος που διατίθεται για διαφημίσεις, το πλάτος των στηλών των εφημερίδων, τα ράφια των βιβλιοθηκών κ.ά.

Στο τρίτο κεφάλαιο είδαμε ότι στη γονιδιακή δεξαμενή μπορεί να εμφανιστούν αρμονικά γονιδιακά συμπλέγματα. Ένα μεγάλο σύνολο γονιδίων που σχετίζεται με το μιμητισμό των πεταλούδων είναι τόσο στενά συνδεδεμένα ώστε να θεωρούνται ένα γονίδιο. Στο πέμπτο κεφάλαιο συναντήσαμε το πολυπλοκότερο εξελικτικά σταθερό σύνολο γονιδίων. Στις γονιδιακές δεξαμενές των σαρκοβόρων εξελίχθηκαν αμοιβαίως κατάλληλα δόντια, νύχια, έντερα και αισθητήρια όργανα, και στις γονιδιακές δεξαμενές των φυτοφάγων διαφορετικό σταθερό σύνολο χαρακτηριστικών. Μήπως κάτι ανάλογο συμβαίνει και στις δεξαμενές των μιμιδίων ; Για παράδειγμα, μήπως το μιμίδιο του Θεού συνδύαστηκε με άλλα μιμίδια και αυτή η σύνδεση βοήθησε στην επιβίωση όλων των συμμετεχόντων μιμιδίων ; Θα μπορούσαμε ίσως να θεωρήσουμε μια οργανωμένη εκκλησία, με την αρχιτεκτονική της, τις τελετουργίες, τους κανόνες, τη μουσική, τα καλλιτεχνικά έργα και τις γραπτές παραδόσεις, ως αρμονικό σταθερό σύνολο αλληλοβοηθούμενων μιμιδίων.

Η απειλή του «πυρός της κολάσεως» είναι ένα συγκεκριμένο παράδειγμα διδασκαλίας που ενίσχυσε αποτελεσματικότερα το θρησκευτικό τυπικό. Πολλά παιδιά, ακόμη και ενήλικοι, πιστεύουν ότι αν δεν υπακούσουν στους ιερατικούς κανόνες θα υποστούν φρικτά μαρτύρια «μετά θάνατον». Αυτό είναι ιδιαίτερα αποκρουστική μέθοδος πειθούς που, και το Μεσαίωνα και σήμερα, προκαλεί ισχυρότατη ψυχική αγωνία. Είναι όμως εξαιρετικά αποτελεσματική. Θα μπορούσε να είχε σχεδιαστεί σκόπιμα από κάποιο μακιαβελικό ιερατείο τέλεια εκπαιδευμένο στις ψυχολογικές μεθόδους κατήχησης. Όμως αμφιβάλλω αν οι ιερείς ήταν τόσο έξυπνοι. Το πιθανότερο είναι ότι μη συνειδητά μιμίδια εξασφάλισαν την επιβίωσή τους από τις ίδιες ιδιότητες ψευτοσκληρότητας που παρουσιάζουν και τα επιτυχημένα γονίδια. Με απλά λόγια, η ιδέα της κόλασης αυτοδιδαιωνίζεται εξαιτίας των ισχυρών ψυχολογικών επιπτώσεών της. Συνδέθηκε με το μιμίδιο του Θεού επειδή το ένα ενισχύει το άλλο και το ένα βοηθά την επιβίωση του άλλου στη μιμιδική δεξαμενή.

Ένα άλλο μέλος του θρησκευτικού μιμιδικού συμπλέγματος ονομάζεται Πίστη. Αυτό σημαίνει τυφλή εμπιστοσύνη χωρίς αποδείξεις, ή ακόμη και αντίθετα προς υπάρχουσες αποδείξεις. Η ιστορία του άπιστου Θωμά λέγεται όχι τόσο για να τον θαυμάσουμε, όσο για να μπορέσουμε να θαυμάσουμε τους άλλους αποστόλους μετά από σύγκριση. Ο Θωμάς ζητούσε αποδείξεις. Για ορισμένα είδη μιμιδίων τίποτε δεν είναι πιο επικίνδυνο από την αναζήτηση αποδείξεων. Οι άλλοι απόστολοι, που είχαν τόσο ισχυρή πίστη ώστε να μη χρειάζονται αποδείξεις, μας παρουσιάζονται ως άξιοι μίμησης. Το μιμίδιο της τυφλής πίστης εξασφαλίζει τη διαιώνισή του με τον απλό μη συνειδητό τρόπο να αποθαρρύνει τη λογική έρευνα.

Η τυφλή πίστη μπορεί να δικαιολογεί τα πάντα. Αν κάποιος πιστεύει σε διαφορετικό Θεό ή ακόμη και αν εφαρμόζει διαφορετική τελετουργία στη λατρεία του ίδιου Θεού, η τυφλή πίστη μπορεί να διατάξει ότι αυτός πρέπει να πεθάνει πάνω σε σταυρό, στην πυρά, να αποκεφαλιστεί με το σπαθί ενός Σταυροφόρου, να πυροβοληθεί σ' ένα δρόμο της Βηρυττού ή να ανατιναχθεί σ' ένα καφενείο του Μπέλφαστ. Τα μιμίδια της τυφλής πίστης έχουν τους δικούς τους άσπλαχνους τρόπους για να διαδοθούν. Αυτό δεν ισχύει μόνο για την τυφλή θρησκευτική πίστη αλλά και για τον πατριωτισμό και τις πολιτικές πεποιθήσεις.

Όπως τα γονίδια, έτσι και τα μιμίδια συχνά ενισχύονται μεταξύ τους, αλλά μερικές φορές έρχονται σε αντίθεση. Λόγου χάρη, η συνήθεια της αγαμίας δεν κληρονομείται γενετικά. Ένα γονίδιο «για» την αγαμία είναι καταδικασμένο να εξαφανιστεί από τη γονιδιακή δεξαμενή, εκτός κι αν συντρέχουν πολύ ειδικές συνθήκες, όπως εκείνες που συναντήσαμε στα κοινωνικά έντομα. Όμως το μιμίδιο της αγαμίας μπορεί να διατηρείται στη μιμιδική δεξαμενή. Ας υποθέσουμε, λόγου χάρη, ότι η επιτυχία ενός μιμιδίου καθορίζεται από το χρόνο που καταναλώνουν όσοι το διαδίδουν στους άλλους. Από τη σκοπιά του μιμιδίου θεωρείται χαμένος χρόνος αυτός που ξοδεύεται για οτιδήποτε άλλο εκτός από τη διάδοσή του. Το μιμίδιο της αγαμίας μεταδίδεται από τους ιερωμένους σε νεαρά άτομα που δεν έχουν αποφασίσει ακόμη τι θα κάνουν στη ζωή τους. Το μέσο μεταβίβασης είναι τα διάφορα είδη της ανθρώπινης επιρροής, ο προφορικός και ο γραπτός λόγος, τα προσωπικά

παραδείγματα κ.ά. Υποθέστε, για χάρη της συζήτησης, ότι ο γάμος θα εξασθενίσει τη δύναμη ενός ιερέα να επηρεάζει το ποίμνιό του, ας πούμε επειδή θα ανάλωνε σ' αυτόν μεγάλο μέρος της προσοχής και του χρόνου του. Στην πραγματικότητα, αυτό χρησιμοποιήθηκε ως επίσημος λόγος για να εξαναγκάζονται οι κληρικοί σε αγαμία. Αν αλήθευε αυτό, τα μιμίδια της αγαμίας έπρεπε να έχουν υψηλότερο δείκτη επιβίωσης από εκείνα του γάμου. Φυσικά, για το γονίδιο «για» αγαμία θα ίσχυε ακριβώς το αντίθετο. Αν ο ιερέας είναι μια μηχανή επιβίωσης για τα μιμίδια, η αγαμία θα είναι μια χρήσιμη γι' αυτόν ιδιότητα. Αλλά το μιμίδιο της αγαμίας είναι μόνο ένας μικρός σύντροφος στο μεγάλο σύμπλεγμα των αλληλοβοηθούμενων θρησκευτικών μιμιδίων.

Υποψιάζομαι ότι τα αρμονικά μιμιδικά συμπλέγματα εξελίσσονται όπως ακριβώς και τα συνδυαζόμενα γονιδιακά συμπλέγματα. Η επιλογή ευνοεί όσα μιμίδια εκμεταλλεύονται το πολιτιστικό περιβάλλον τους για δικό τους όφελος. Αυτό το πολιτιστικό περιβάλλον συνίσταται από άλλα μιμίδια, που και αυτά είναι προϊόντα επιλογής. Συνεπώς, η μιμιδική δεξαμενή πρέπει να έχει τις ιδιότητες ενός εξελικτικά σταθερού συνόλου στο οποίο δύσκολα εισχωρούν νέα μιμίδια.

Μιλώντας για τα μιμίδια υπήρξα μάλλον αρνητικός, όμως έχουν και την καλή πλευρά τους. Όταν πεθαίνουμε μπορεί ν' αφήσουμε πίσω μας δύο πράγματα : γονίδια και μιμίδια. Είμαστε μηχανές που κατασκευάστηκαν από γονίδια και οι οποίες είναι προορισμένες να τα μεταβιβάσουν. Αυτή όμως η πλευρά του εαυτού μας θα ξεχαστεί σε 3 γενεές. Το παιδί σας, ακόμη και το εγγόνι σας, μπορεί να έχει κάποια ομοιότητα με σας, λόγου χάρη στα χαρακτηριστικά του προσώπου, στο μουσικό ταλέντο σας ή στο χρώμα των μαλλιών. Όμως η συνεισφορά των γονιδίων σας από τη μια γενεά στην επόμενη μειώνεται στο μισό και δεν χρειάζονται πολλές γενεές για να γίνει ασήμαντη. Τα γονίδιά σας μπορεί ένα προς ένα να είναι αθάνατα, αλλά το σύνολο των γονιδίων που συνιστά τον καθένα μας θα σκορπίσει αναπόφευκτα. Η βασίλισσα Ελισάβετ Β' είναι κατευθείαν απόγονος του Γουλιέλμου του Κατακτητή. Εντούτοις, είναι πολύ πιθανό να μην έχει ούτε ένα από τα γονίδια του παλαιού βασιλιά. Δεν μπορούμε να αναζητήσουμε την αθανασία στην αναπαραγωγή ατόμων.

Αν όμως συνεισφέρετε στην παγκόσμια κουλτούρα, αν έχετε μια όμορφη ιδέα, αν συνθέσετε μια μελωδία, αν εφεύρετε ένα μπουζί, αν γράψετε ένα ποίημα, όλα αυτά μπορεί να συνεχίσουν να υπάρχουν για πολύ καιρό μετά από τη διάλυση των γονιδίων σας μέσα στη γονιδιακή δεξαμενή. Όπως παρατήρησε ο G.C. Williams, σήμερα μπορεί να ζουν ή και να μη ζουν ένα ή δύο γονίδια του Σωκράτη, αλλά ποιος νοιάζεται γι' αυτό ; Όμως τα μιμιδικά συμπλέγματα του Σωκράτη, του Λεονάρντο ντα Βίντσι, του Κοπέρνικου και του Μαρκόνη συνεχίζουν το δρόμο τους.

Όσο πιθανολογική κι αν είναι η θεωρία των μιμιδίων, υπάρχει ένα σημαντικό σημείο που θα ήθελα να το ξανατονίσω. Όταν εξετάζουμε την εξέλιξη των πολιτιστικών χαρακτηριστικών και τα οφέλη από την επιβίωσή τους, πρέπει να ξεκαθαρίσουμε ποιος ωφελείται από την επιβίωση. Οι βιολόγοι έχουν συνηθίσει να ψάχνουν για πλεονεκτήματα σε γονιδιακό επίπεδο ή, ανάλογα με την προτίμησή τους, σε επίπεδο ατόμου, ομάδας ή είδους. Αυτό που δεν συζητήσαμε ως τώρα είναι ότι ένα πολιτιστικό χαρακτηριστικό μπορεί να έχει εξελιχθεί με τον τρόπο που εξελίχθηκε επειδή απλώς αυτό το ωφελεί.

Δεν πρέπει να αναζητούμε συμβατικά βιολογικά πλεονεκτήματα από την επιβίωση χαρακτηριστικών όπως η θρησκεία, η μουσική και οι τελετουργικοί κανόνες, μολονότι θα μπορούσε κάλλιστα να υπάρχουν. Μόλις τα γονίδια εφοδιάσουν τις μηχανές επιβίωσης με εγκεφάλους ικανούς να μιμούνται ταχύτατα, τα μιμίδια αναλαμβάνουν αυτόματα την εξουσία. Ούτε πρέπει να θεωρήσουμε δεδομένο ότι η μίμηση αποτελεί γενετικό πλεονέκτημα, μολονότι κάτι τέτοιο θα ήταν αρκετά χρήσιμο. Το μόνο που χρειάζεται είναι ένας εγκέφαλος με την ικανότητα να μιμείται : ακολούθως τα μιμίδια θα τον βοηθήσουν να εκμεταλλευτεί στο έπακρο την ικανότητά του.

Κλείνω λοιπόν το θέμα των νέων αντιγραφών και τελειώνω το βιβλίο μου με μια παρατήρηση δικαιολογημένης αισιοδοξίας. Ένα αποκλειστικό γνώρισμα του ανθρώπου, που μπορεί να εξελίχθηκε μιμιδικά ή όχι, είναι η ικανότητά του να προβλέπει ενσυνείδητα. Τα εγωιστικά γονίδια (και, αν δεχτείτε τη συλλογιστική αυτού του κεφαλαίου, τα εγωιστικά μιμίδια) δεν έχουν την

ικανότητα να προβλέπουν. Είναι τυφλοί αντιγραφείς χωρίς επίγνωση. Το γεγονός ότι αναπαράγονται και κάποια άλλα χαρακτηριστικά, δείχνει ότι, θέλοντας και μη, τείνουν να αναπτύξουν ιδιότητες οι οποίες, σύμφωνα με το πνεύμα του βιβλίου, μπορεί να ονομαστούν εγωιστικές. Δεν μπορούμε να περιμένουμε από τον απλό αντιγραφέα, γονίδιο ή μιμίδιο, να αποποιηθεί το βραχύβιο εγωιστικό πλεονέκτημα, ακόμη κι αν στην πραγματικότητα του ήταν μακροπρόθεσμα επιζήμιο. Αυτό το είδαμε στο πέμπτο κεφάλαιο, όταν αναφερθήκαμε στην επιθετικότητα. Ακόμη κι αν για κάθε μεμονωμένο άτομο η «συνωμοσία περιστεριών» ήταν επωφελέστερη από την εξελικτικά σταθερή στρατηγική, τελικά η φυσική επιλογή θα ευνοούσε την ΕΣΣ.

Μια άλλη μοναδική ιδιότητα του ανθρώπου μπορεί να είναι ο αυθεντικός, ανιδιοτελής, αληθινός αλτρουισμός. Το ελπίζω, αλλά δεν πρόκειται να το υποστηρίξω με κανέναν τρόπο ούτε να κάνω υποθέσεις για την πιθανή μιμιδική εξέλιξή του. Θέλω να τονίσω όμως ότι ακόμη κι αν δεχτούμε το χειρότερο, ότι δηλαδή ο άνθρωπος ως μονάδα είναι κατά βάση εγωιστής, η συνειδητή προβλεπτικότητά μας, η ικανότητα να συλλαμβάνουμε το μέλλον με τη φαντασία, θα μπορούσε να μας σώσει από τις φοβερές εγωιστικές υπερβολές των τυφλών αντιγραφέων. Σε τελευταία ανάλυση, διαθέτουμε τον πνευματικό εξοπλισμό ώστε να φροντίζουμε για τα μακροπρόθεσμα εγωιστικά συμφέροντά μας και όχι μόνο για τα βραχυπρόθεσμα. Μπορούμε να αντιληφθούμε τα μακροπρόθεσμα κέρδη που θα αποφέρει η συμμετοχή μας σε μια «συνεννοημένη ομάδα περιστεριών» και να καθήσουμε να συζητήσουμε από κοινού τους τρόπους λειτουργίας της. Έχουμε τη δύναμη να μην υποκύπτουμε στα εγωιστικά γονίδια που κληρονομήσαμε και αν χρειαστεί, στα εγωιστικά μιμίδια που μας προίκισε η αγωγή. **Μπορούμε ακόμη να συζητήσουμε για να βρούμε τους τρόπους για τη σκόπιμη καλλιέργεια και ανάπτυξη καθαρού, ανιδιοτελούς αλτρουισμού – ενός πράγματος που δεν υπάρχει στη φύση, μιας ιδιότητας που ουδέποτε φανερώθηκε σε όλη την ιστορία του κόσμου. Έχουμε δομηθεί ως γονιδιακές μηχανές και έχουμε εκπαιδευτεί ως μιμιδικές μηχανές, έχουμε όμως τη δύναμη να στραφούμε εναντίον των δημιουργών μας. Εμείς, μόνοι πάνω στη Γη, μπορούμε να επαναστατήσουμε κατά της τυραννίας των εγωιστικών αντιγραφέων. –**