

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

---

**Το βιβλίο αυτό μιλάει για** μια επαναστατική ανακάλυψη, που είναι ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος μπορεί να αλλάξει από μόνος του, έτσι όπως παρουσιάζεται μέσα από τις ιστορίες επιστημόνων, γιατρών και ασθενών, που από κοινού πέτυχαν αυτές τις εκπληκτικές αλλαγές. Χωρίς χειρουργικές επεμβάσεις ή φάρμακα χρησιμοποίησαν την έως τότε άγνωστη ικανότητα του εγκεφάλου να αλλάζει. Ορισμένοι ήταν ασθενείς με εγκεφαλικά προβλήματα που θεωρούνταν ανίατα. Άλλοι ήταν άνθρωποι χωρίς συγκεκριμένα προβλήματα, οι οποίοι ήθελαν απλώς να βελτιώσουν τη λειτουργία του εγκεφάλου τους ή να διατηρήσουν τις ικανότητές του καθώς γερνούσαν. Επί τετρακόσια χρόνια αυτό το εγχείρημα ήταν αδιανόητο, επειδή η κρατούσα ιατρική και επιστημονική αντίληψη ήταν ότι η ανατομία του εγκεφάλου είναι δεδομένη. Ήταν γενικά αποδεκτό ότι μετά την παιδική ηλικία ο εγκέφαλος αλλάζει μόνο όταν ξεκινά η μακρά διαδικασία της φθοράς και ότι όταν τα εγκεφαλικά κύτταρα δεν μπορούν να αναπτυχθούν κανονικά, ή όταν τραυματιστούν ή πεθάνουν, δεν θα ήταν δυνατό να αντικατασταθούν. Ούτε θα μπορούσε ο εγκέφαλος να αλλάξει ποτέ τη δομή του και να βρει νέο τρόπο να λειτουργήσει, αν κάποιο τμήμα του είχε βλάβη. Σύμφωνα με τη θεωρία του αμετάβλητου εγκεφάλου, οι άνθρωποι που γεννήθηκαν με εγκεφαλικούς ή νοητικούς περιορισμούς ή που έπαθαν εγκεφαλική βλάβη θα είχαν αυτούς τους περιορισμούς ή τη βλάβη διά βίου. Στους επιστήμονες που διερωτώνταν αν ο υγιής εγκέφαλος θα μπορούσε να βελτιωθεί ή να διατηρήσει την κατάσταση του μέσω δραστηριοτήτων ή νοητικών ασκήσεων, η συμβουλή ήταν να μη χάνουν τον χρόνο τους. Ένας νευρολογικός μηδενισμός —η αίσθηση ότι η θεραπεία για πολλά εγκεφαλικά προβλήματα ήταν αναποτελεσματική ή ακόμη και αδικαιολόγητη— επικράτησε και διαδόθηκε στην κουλτούρα μας, μπαίνοντας εμπόδιο ακόμη και στη συνολική οπτική

μας για την ανθρώπινη φύση. Αφού ο εγκέφαλος δεν θα ήταν δυνατό να αλλάξει, η ανθρώπινη φύση, που προκύπτει από αυτόν, έμοιαζε επίσης αναγκαστικά σταθερή και αμετάβλητη.

Η πεποίθηση ότι ο εγκέφαλος δεν μπορεί να αλλάξει βασίστηκε σε τρεις σημαντικούς λόγους: το γεγονός ότι οι ασθενείς με εγκεφαλική βλάβη πολύ σπάνια είχαν πλήρη αποκατάσταση· τη μη δυνατότητα μικροσκοπικής παρατήρησης των εγκεφαλικών δραστηριοτήτων σε ζωντανούς εγκεφάλους· την ιδέα —που χρονολογείται από τις απαρχές της σύγχρονης επιστήμης— ότι ο εγκέφαλος είναι σαν μια θαυμαστή μηχανή. Και ενώ οι μηχανές κάνουν πολλά εξαιρετικά πράγματα, δεν αλλάζουν ούτε αναπτύσσονται.

Άρχισε να με ενδιαφέρει η ιδέα περί μεταβαλλόμενου εγκεφάλου λόγω του έργου μου ως ερευνητή ψυχιάτρου και ψυχαναλυτή. Όταν η ψυχολογική πρόοδος των ασθενών δεν ήταν εκείνη που ευελπιστούσαμε να έχουν, συχνά η συμβατική ιατρική αντίληψη ήταν ότι τα προβλήματά τους ήταν βαθιά «καλωδιωμένα» σε έναν εγκέφαλο που δεν είχε δυνατότητα να αλλάξει. Η «καλωδίωση» ήταν μια ακόμη μεταφορά από τον κόσμο των μηχανών, που προερχόταν από την ιδέα ότι ο εγκέφαλος είναι σαν το λογισμικό [το hardware μεταφράζεται ως υλισμικό και το software ως λογισμικό] του υπολογιστή, με μόνιμα συνδεδεμένα κυκλώματα, που το καθένα είναι σχεδιασμένο να εκτελεί μια συγκεκριμένη, αμετάβλητη λειτουργία.

Όταν πρωτάκουσα ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος ίσως τελικά να μην είναι καλωδιωμένος, θέλησα να διερευνήσω και να σταθμίσω τις ενδείξεις ο ίδιος. Οι έρευνες αυτές με οδήγησαν πολύ πιο μακριά από το ιατρείο μου.

**Ξεκίνησα μια σειρά από ταξίδια και στην πορεία συνάντησα κάποιους λαμπρούς επιστήμονες, στα σύνορα της επιστήμης του εγκεφάλου, οι οποίοι στα τέλη της δεκαετίας του 1960 ή στις αρχές εκείνης του 1970 είχαν κάνει μια σειρά απροσδόκητων ανακαλύψεων. Είχαν δείξει ότι ο εγκέφαλος άλλαζε την ίδια του τη δομή με κάθε διαφορετική δραστηριότητα που εκτελούσε, τελειοποιώντας τα κυκλώματά του έτσι ώστε να είναι κάθε φορά καταλληλότερος για το εκάστοτε έργο. Αν συγκεκριμένα «μέρη» δεν λειτουργούσαν, τότε άλλα μέρη μπορεί μερικές φορές να αναλάβαναν το έργο. Το μεταφορικό σχήμα της μηχανής, του εγκεφάλου ως οργάνου με εξειδικευμένα μέρη, δεν μπορούσε να ερμηνεύσει πλήρως τις αλλαγές που έβλεπαν οι επιστήμονες. Άρχισαν να ονομάζουν αυτή τη θεμελιώδη ιδιότητα του εγκεφάλου «νευροεπλαστικότητα».**

Το πρώτο συνθετικό της λέξης αναφέρεται στους νευρώνες, τα νευρικά κύτταρα στον εγκέφαλο και το νευρικό μας σύστημα. *Εύπλαστος* σημαίνει «δυνάμενος να μεταβληθεί, τροποποιήσιμος». Στην αρχή, πολλοί επιστήμονες δεν τολμούσαν να χρησιμοποιήσουν τη λέξη «νευροεπλαστικότητα» στις δημοσιεύσεις τους και οι συνάδελφοί τους αναφέρονταν σε αυτούς υποτιμητικά, επειδή υποστήριζαν μια έννοια φανταστική. Εκείνοι ωστόσο επέμειναν και σιγά σιγά ανέτρεψαν το δόγμα του αμετάβλητου εγκεφάλου. Έδειξαν ότι τα παιδιά δεν μένουν πάντοτε προσκολλημένα στις νοητικές ικανότητες με τις οποίες γεννιούνται· ότι ένας εγκέφαλος με βλάβη μπορεί συχνά να αναδιοργανωθεί, έτσι ώστε όταν ένα τμήμα του δεν τα καταφέρει, κάποιο άλλο θα μπορούσε να το υποκαταστήσει· ότι αν τα εγκεφαλικά κύτταρα πεθάνουν, μπορεί ενίοτε να αντικατασταθούν· ότι πολλά «κυκλώματα» και ακόμη και βασικά αντανακλαστικά που πιστεύαμε ότι είναι καλωδιωμένα, δεν είναι. Ένας από αυτούς τους επιστήμονες έφτασε να δείξει ότι η σκέψη, η μάθηση και η δράση μπορούν να ενεργοποιήσουν ή να απενεργοποιήσουν τα γονίδια μας, μορφοποιώντας έτσι την ανατομία του εγκεφάλου και τη συμπεριφορά μας – κι αυτό είναι σίγουρα μια από τις πιο εκπληκτικές ανακαλύψεις του 20ού αιώνα.

Στα ταξίδια μου συνάντησα έναν επιστήμονα που βοήθησε ανθρώπους εκ γενετής τυφλούς να αρχίσουν να βλέπουν και έναν άλλο που βοήθησε κωφούς να ακούσουν. Μίλησα με ανθρώπους που είχαν πάθει εγκεφαλικό πριν από δεκαετίες και η περίπτωσή τους θεωρήθηκε ανίατη, και οι οποίοι με νευροπλαστικές θεραπείες μπόρεσαν να ανακάμψουν. Συνάντησα ανθρώπους των οποίων οι μαθησιακές διαταραχές θεραπεύτηκαν και ο Δείκτης Νοημοσύνης αυξήθηκε. Είδα ενδείξεις που δηλώνουν ότι είναι δυνατό άνθρωποι 80 ετών να οξύνουν τη μνήμη τους για να λειτουργήσει με τον τρόπο που λειτουργούσε όταν ήταν στα 55 τους. Είδα ανθρώπους που πέτυχαν την επανακαλωδίωση του εγκεφάλου τους μέσω των σκέψεών τους, για να θεραπεύσουν εμμονές και τραύματα που πριν ήταν αθεράπευτα. Μίλησα με νομπελίστες επιστήμονες που υποστήριζαν ένθερμα ότι πρέπει να σκεφτούμε εκ νέου το μοντέλο μας για τον εγκέφαλο, τώρα που γνωρίζουμε ότι διαρκώς μεταβάλλεται.

**Η ιδέα ότι ο εγκέφαλος** μπορεί να αλλάξει την ίδια τη δομή και λειτουργία του μέσω της σκέψης και της δραστηριότητας θεωρώ ότι είναι η σημαντικότερη αλλαγή της εικόνας μας για τον εγκέφαλο από τότε που πρωτοσχεδιάσαμε τη βασική ανατομία του και τις λειτουργίες των βασικών μονάδων που τον απαρτίζουν, των νευρώνων. Όπως όλες οι επανα-

στάσεις έτσι κι αυτή θα ασκήσει βαθιές επιδράσεις, και τούτο το βιβλίο ελπίζω ότι θα σας παρουσιάσει ορισμένες από αυτές. Η νευροπλαστική επανάσταση έχει επιπτώσεις, μεταξύ άλλων, στην κατανόησή μας για το πώς η αγάπη, το σεξ, η θλίψη, οι σχέσεις, η μάθηση, οι εξαρτήσεις, ο πολιτισμός, η τεχνολογία και η ψυχοθεραπεία αλλάζουν τον εγκέφαλό μας. Όλες οι ανθρωπιστικές, οι κοινωνικές και οι φυσικές επιστήμες, στον βαθμό που ασχολούνται με την ανθρώπινη φύση, επηρεάζονται, όπως και όλες οι μορφές εκπαίδευσης. Όλα αυτά τα πεδία θα πρέπει να δεχτούν το γεγονός της αυτομεταβολής του εγκεφάλου και να συνειδητοποιήσουν ότι η αρχιτεκτονική του εγκεφάλου διαφέρει από άτομο σε άτομο και αλλάζει στην πορεία της ζωής μας.

Ενώ ο άνθρωπος εγκεφάλος έχει προφανώς υποτιμήσει τον εαυτό του, η νευροεπλαστικότητα δεν δηλώνει πάντα καλά νέα: καθιστά τον εγκέφαλό μας όχι μόνο πιο επινοητικό αλλά και πιο ευάλωτο στις εξωτερικές επιρροές. Η νευροεπλαστικότητα έχει τη δύναμη να παράγει πιο ευέλικτες αλλά και πιο άκαμπτες συμπεριφορές – ένα φαινόμενο που ονομάζω «το παράδοξο της ευπλαστότητας». Η ειρωνεία είναι ότι ορισμένες από τις πιο επίμονες συνήθειες και διαταραχές μας είναι προϊόντα της ευπλαστότητάς μας. Από τη στιγμή που μια συγκεκριμένη νευροπλαστική αλλαγή συμβεί στον εγκέφαλο και εδραιωθεί, μπορεί να εμποδίσει άλλες αλλαγές να συμβούν. Μόνο αν κατανοήσουμε τόσο τις θετικές όσο και τις επιπτώσεις της ευπλαστότητας, θα μπορέσουμε πραγματικά να καταλάβουμε το εύρος των ανθρώπινων δυνατοτήτων.

Επειδή μια νέα λέξη είναι χρήσιμη γι' αυτούς που κάνουν ένα νέο πράγμα, ονομάζω «νευροπλαστικούς» τους ασκούντες αυτή τη νέα επιστήμη του εγκεφάλου που μεταβάλλεται.

Στη συνέχεια θα αφηγηθώ τις συναντήσεις μου μαζί τους και με τους ασθενείς τους οποίους βοήθησαν να μετασχηματιστούν.

## 1.

---

### *Μια γυναίκα που έπεφτε διαρκώς...* Και την έσωσε ο άνθρωπος που ανακάλυψε την ευπλαστότητα των αισθήσεών μας

Και πᾶς ὁ λαὸς ἑώρα τὴν φωνὴν  
Ἐξοδος 20:18

**Η Cheryl Schiltz αισθάνεται** ότι διαρκώς πέφτει. Κι επειδή αισθάνεται ότι πέφτει, όντως πέφτει.

Όταν σταθεί χωρίς υποστήριξη, πολύ γρήγορα μοιάζει σαν να στέκεται στο χείλος του γκρεμού, έτοιμη να κατακυλήσει. Πρώτα το κεφάλι της σκαμπανεβάζει και γέρνει στο πλάι και τα χέρια της απλώνονται για να προσπαθήσουν να σταθεροποιήσουν τη στάση της. Λίγο μετά, ολόκληρο το κορμί της κινείται χαοτικά μπρος πίσω και μοιάζει με άτομο που περπατά σε τεντωμένο σχοινί σε αυτή την απεγνωσμένη στιγμή της ταλάντευσης ακριβώς πριν χάσει την ισορροπία του – μόνο που και τα δυο της πόδια είναι ανοιχτά και σταθερά φυτεμένα στο έδαφος. Δε μοιάζει να φοβάται μόνο να μην πέσει, αλλά περισσότερο να μην τη σπρώξουν.

«Μοιάζεις με άτομο που παραπαίει πάνω σε γέφυρα», της λέω.

«Ναι, νιώθω σαν να πρόκειται να πηδήξω, παρόλο που δεν το θέλω».

Παρατηρώντας την πιο προσεκτικά βλέπω ότι, καθώς προσπαθεί να σταθεί ακίνητη, τινάζεται, λες και μια άορατη συμμορία από αλήτες τη σπρώχνει από δω κι από κει προσπαθώντας άσπλαχνα να τη ρίξει κάτω. Μόνο που αυτή η συμμορία είναι στην πραγματικότητα

μέσα της και της το κάνει αυτό επί πέντε χρόνια. Όταν προσπαθεί να περπατήσει, πρέπει να κρατηθεί από έναν τοίχο, αλλά και πάλι τρεκλίζει σαν μεθυσμένη.

Για την Cheryl δεν υπάρχει γαλήνη, ακόμη κι αφού πέσει στο πάτωμα.

«Τι νιώθεις αφού πέσεις;» τη ρωτώ. «Φεύγει η αίσθηση της πτώσης από τη στιγμή που προσγειώνεσαι;»

«Υπάρχουν φορές», λέει η Cheryl, «που κυριολεκτικά χάνω την αίσθηση του πατώματος [...] και μια φανταστική καταπακτή ανοίγει και με καταπίνει». Ακόμη και αφού πέσει, αισθάνεται ότι εξακολουθεί να πέφτει, αδιάκοπα, σε μια ατελείωτη άβυσσο.

**Το πρόβλημα της Cheryl** είναι ότι το αιθουσαίο σύστημα, το αισθητήριο όργανο για το σύστημα ισορροπίας, δεν λειτουργεί. Είναι πολύ κουρασμένη και η αίσθηση ότι βρίσκεται σε ελεύθερη πτώση την τρελαίνει, επειδή δεν μπορεί να σκεφτεί τίποτε άλλο. Φοβάται το μέλλον. Λίγο αφότου ξεκίνησε το πρόβλημά της έχασε τη δουλειά της ως διεθνής αντιπρόσωπος πωλήσεων και τώρα ζει με ένα επίδομα αναπηρίας 1.000 δολαρίων τον μήνα. Ένας νέος φόβος γεννήθηκε μέσα της, ότι γερνάει. Και έχει μια σπάνια μορφή άγχους που δεν έχει όνομα.

Μια ανομολόγητη αλλά πολύ βαθιά πλευρά της καλής ψυχοσωματικής μας κατάστασης βασίζεται στη φυσιολογική λειτουργία της αίσθησης της ισορροπίας. Τη δεκαετία του 1930, ο ψυχίατρος Paul Schilder μελέτησε τον τρόπο με τον οποίο η αίσθηση του υγιούς ανθρώπου και η εικόνα του «σταθερού» σώματος σχετίζονται με την αίσθηση της ισορροπίας. Όταν λέμε ότι νιώθουμε «σταθερότητα» ή «αστάθεια», «ισορροπία» ή «ανισορροπία», με «βαθιές ρίζες» ή «ξεριζωμένος», μιλάμε τη γλώσσα του αιθουσαίου συστήματος, η αλήθεια της οποίας γίνεται πλήρως εμφανής μόνο σε ανθρώπους όπως η Cheryl. Δεν είναι παράδοξο, λοιπόν, που άνθρωποι με τη δική της διαταραχή συχνά καταρρέουν ψυχολογικά και πολλοί έχουν αυτοκτονήσει.

Έχουμε αισθήσεις που δεν γνωρίζουμε ότι έχουμε, μέχρι να τις χάσουμε. Η ισορροπία είναι μία αίσθηση που φυσιολογικά λειτουργεί τόσο καλά, τόσο απρόσκοπτα, ώστε δεν κατατάσσεται μεταξύ των πέντε που περιέγραψε ο Αριστοτέλης και παραβλέφθηκε επί αιώνες.

Το σύστημα ισορροπίας μάς δίνει την αίσθηση του προσανατολισμού στον χώρο. Το αισθητήριο όργανό του, το αιθουσαίο σύστημα,

αποτελείται από τρία ημικυκλικά κανάλια στο έσω ους, τα οποία μας λένε πότε είμαστε όρθιοι και πώς επηρεάζει η βαρύτητα το σώμα μας εντοπίζοντας την κίνηση στον τρισδιάστατο χώρο. Το ένα κανάλι εντοπίζει την κίνηση στο οριζόντιο επίπεδο, το άλλο στο κάθετο επίπεδο και το τρίτο όταν κινούμαστε εμπρός ή πίσω. Τα ημικυκλικά κανάλια περιέχουν τριχωτά κύτταρα σε ένα υγρό δοχείο. Όταν κινούμε το κεφάλι μας, το υγρό αναταράσσει τα τριχωτά κύτταρα στέλνοντας ένα σήμα στον εγκέφαλό μας που μας λέει ότι έχουμε αυξήσει την ταχύτητά μας προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Κάθε κίνηση απαιτεί μια αντίστοιχη προσαρμογή του υπόλοιπου σώματος. Αν κινήσουμε το κεφάλι μας προς τα εμπρός, ο εγκέφαλός μας λέει στο κατάλληλο τμήμα του σώματός μας να προσαρμοστεί, ασυνείδητα, έτσι ώστε να μπορέσουμε να αντισταθμίσουμε αυτή την αλλαγή στο κέντρο βάρους μας και να διατηρήσουμε την ισορροπία μας. Τα σήματα από το αιθουσαίο σύστημα πηγαίνουν σε μια ειδική ομάδα νευρώνων στον εγκέφαλό μας, που ονομάζονται «αιθουσαίοι πυρήνες», οι οποίοι τα επεξεργάζονται και κατόπιν στέλνουν εντολές στους μυς μας να προσαρμοστούν. Ένα υγιές αιθουσαίο σύστημα έχει επίσης στενή σύνδεση με το οπτικό μας σύστημα. Όταν τρέχετε πίσω από ένα λεωφορείο με το κεφάλι σας να κουνιέται πάνω κάτω καθώς κινείστε γρήγορα, είστε σε θέση να διατηρήσετε αυτό το κινούμενο λεωφορείο στο κέντρο του βλέμματός σας, επειδή το αιθουσαίο σύστημά σας στέλνει μηνύματα στον εγκέφαλο δίνοντάς του την ταχύτητα και την κατεύθυνση προς την οποία τρέχετε. Αυτά τα σήματα επιτρέπουν στον εγκέφαλό σας να περιστρέψει και να προσαρμόσει τη θέση των οφθαλμικών βολβών, για να τους κρατήσει στην κατεύθυνση του στόχου σας, του λεωφορείου.

**Βρίσκομαι με την Cheryl** και έναν από τους σπουδαιότερους πρωτοπόρους όσον αφορά την κατανόηση της ευπλαστότητας του εγκεφάλου, τον Paul Bach-y-Rita και την ομάδα του, σε κάποιο από τα εργαστήριά του. Η Cheryl αισιοδοξεί για το σημερινό πείραμα και είναι στωική, αλλά και ανοιχτή ως προς την κατάστασή της. Ο Yuri Danilov, ο βιοφυσιολόγος της ομάδας, κάνει τους υπολογισμούς των δεδομένων που έχουν συλλέξει για το αιθουσαίο σύστημα της Cheryl. Είναι Ρώσος, εξαιρετικά έξυπνος, με βαριά προφορά. «Η Cheryl είναι μια ασθενής που έχει απολέσει το αιθουσαίο σύστημά της κατά 95% έως 100%», λέει.

Βάσει κάθε συμβατικού κριτηρίου, η περίπτωση της Cheryl είναι μάταιη. Σύμφωνα με τη συμβατική άποψη, ο εγκέφαλος αποτελείται

από μια ομάδα ειδικών αρθρωτών επεξεργαστών, που είναι γενετικά προκαθορισμένοι ώστε να εκτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες και μόνο αυτές, καθεμία από τις οποίες αναπτύχθηκε και εκλεπτύνθηκε μέσα σε εκατομμύρια χρόνια εξέλιξης. Από τη στιγμή που κάποια από αυτές καταστραφεί, δεν μπορεί να αντικατασταθεί. Τώρα που καταστράφηκε το αιθουσαίο σύστημα της Cheryl, αυτή έχει τόσες πιθανότητες να επανακτήσει την ισορροπία της όσες πιθανότητες έχει και ένα άτομο με κατεστραμμένο αμφιβληστροειδή να δει ξανά.

Όμως, σήμερα όλα αυτά θα τεθούν υπό αμφισβήτηση.

Φοράει ένα κράνος προστασίας με τρύπες στο πλάι και ένα όργανο μέσα που ονομάζεται επιταχυνσιόμετρο. Γλείφει μια λεπτή πλαστική λωρίδα με μικρά ηλεκτρόδια και τη βάζει στη γλώσσα της. Το επιταχυνσιόμετρο στο κράνος στέλνει σήματα στη λωρίδα. Και τα δύο είναι συνδεδεμένα με έναν υπολογιστή εκεί κοντά. Κάνει πλάκα καθώς φοράει το κράνος, «επειδή, αν δεν βάλω τα γέλια, θα βάλω τα κλάματα».

Πρόκειται για ένα από τα παράξενα πρωτότυπα μηχανήματα του Bach-y-Rita. Θα αντικαταστήσει το αιθουσαίο σύστημά της και θα στείλει σήματα ισορροπίας στον εγκέφαλο από τη γλώσσα της. Το κράνος μπορεί να αντιστρέψει τον τωρινό εφιάλτη της Cheryl. Το 1997, μετά από μια υστερεκτομή ρουτίνας, η 39χρονη τότε Cheryl έπαθε μετεγχειρητική λοίμωξη και της χορηγήθηκε το αντιβιοτικό γενταμυκίνη. Είναι γνωστό ότι η υπερβολική δόση γενταμυκίνης δηλητηριάζει τη δομή του έσω ωτός και μπορεί να ευθύνεται για απώλεια ακοής (που η Cheryl δεν έχει), εμβοές στα αυτιά (που έχει) και καταστροφή του συστήματος ισορροπίας. Όμως, επειδή η γενταμυκίνη είναι φθηνή και αποτελεσματική, εξακολουθεί να συνταγογραφείται, αν και συνήθως για μικρή χρονική περίοδο. Η Cheryl λέει ότι της έδωσαν το αντιβιοτικό για πολύ μεγαλύτερη περίοδο. Κι έτσι έγινε κι αυτή μέλος της μικρής κοινότητας θυμάτων της γενταμυκίνης, που μεταξύ τους ονομάζονται Wobblers (οι Τρεμάμενοι).

Ξαφνικά μια μέρα ανακάλυψε πως δεν μπορούσε να σταθεί χωρίς να πέσει. Έστριβε το κεφάλι της και κουνιόταν όλο το δωμάτιο. Δεν καταλάβαινε αν κουνιόταν η ίδια ή οι τοίχοι. Τέλος, στάθηκε στα πόδια της στηριζόμενη στον τοίχο και έφτασε μέχρι το τηλέφωνο για να καλέσει τον γιατρό της.

Όταν έφτασε στο νοσοκομείο, οι γιατροί της έκαναν διάφορα τεστ για να δουν αν η λειτουργία της ισορροπίας ήταν εντάξει. Της



έβαλαν παγωμένο και ζεστό νερό στα αυτιά και την έγχειραν σε ένα τραπέζι. Όταν της ζήτησαν να σταθεί με τα μάτια της κλειστά, εκείνη έπεσε. «Δεν λειτουργεί το σύστημα του αιθουσαίου», της είπε ένας γιατρός. Οι δοκιμασίες έδειξαν ότι της είχε μείνει περίπου το 2% της λειτουργίας.

«Ο γιατρός ήταν τόσο αδιάφορος... “Μοιάζει με παρενέργεια της γενταμυκίνης”», λέει η Cheryl και αμέσως ταράζεται. «Γιατί στον κόρακα δεν μου το είπαν αυτό; “Είναι μόνιμο”, είπε. Ήμουν μόνη. Η μητέρα μου με είχε πάει στον γιατρό, αλλά είχε φύγει να φέρει το αυτοκίνητο και με περίμενε έξω από το νοσοκομείο. Η μητέρα μου ρώτησε “Θα φτιάξει;” και την κοίταξα και είπα “Είναι μόνιμο... δεν πρόκειται ποτέ να περάσει”».

Επειδή η σύνδεση ανάμεσα στο σύστημα ισορροπίας και το οπτικό σύστημα της Cheryl έχει καταστραφεί, τα μάτια της δεν μπορούν να ακολουθήσουν έναν κινούμενο στόχο ομαλά. «Κάθε τι που βλέπω αναπηδά σαν κακό ερασιτεχνικό βίντεο», λέει. «Είναι σαν ό,τι βλέπω να είναι φτιαγμένο από ζελέ και με κάθε βήμα που κάνω όλα τρεμουλιάζουν».

Παρότι δεν μπορεί να εντοπίσει κινούμενα αντικείμενα με τα μάτια της, η όρασή της είναι το μόνο που της λέει ότι είναι όρθια. Τα μάτια μας μας βοηθούν να ξέρουμε πού βρισκόμαστε στον χώρο όταν προσηλώνονται σε οριζόντιες γραμμές. Μόλις έσβησαν τα φώτα, η Cheryl έπεσε αμέσως στο πάτωμα. Όμως η όραση αποδεικνύεται αναξιόπιστο δεκανίκι γι’ αυτήν, επειδή οποιαδήποτε κίνηση μπροστά της —ακόμη και κάποιος που απλώνει το χέρι του προς το μέρος της— επιτείνει την αίσθηση της πτώσης. Ακόμη και οι τεθλασμένες γραμμές σε ένα χαλί μπορεί να την κάνουν να πέσει, πυροδοτώντας μία έκρηξη ψευδών μηνυμάτων, που την κάνουν να νομίζει ότι στέκεται στραβά, ενώ δεν ισχύει.

Έχει επίσης νοητική κόπωση, επειδή βρίσκεται μόνιμα σε υψηλή εγρήγορση. Χρειάζεται μεγάλη εγκεφαλική ενέργεια για να διατηρήσει την όρθια θέση —εγκεφαλική ενέργεια που αφαιρείται από νοητικές λειτουργίες όπως η μνήμη και η ικανότητα μέτρησης και συλλογισμού.

**Ενώ ο Yuri ετοιμάζει** τον υπολογιστή για την Cheryl, ζητώ να δοκιμάσω το μηχάνημα. Φορώ το κράνος προστασίας και βάζω στο στόμα μου την πλαστική λωρίδα με τα ηλεκτρόδια, που ονομάζεται γλωσ-

σική απεικόνιση (tongue display). Είναι επίπεδη, όχι πιο παχιά από μια τσίχλα.

Το επιταχυνσιόμετρο ή αισθητήρας στο κράνος εντοπίζει την κίνηση σε δύο επίπεδα. Καθώς κουνώ καταφατικά το κεφάλι μου, η κίνηση μεταφράζεται σε έναν χάρτη στην οθόνη του υπολογιστή, που επιτρέπει στην ομάδα να την παρακολουθήσει. Ο ίδιος χάρτης προβάλλεται σε μια μικρή διάταξη 144 ηλεκτροδίων που είναι τοποθετημένα στην πλαστική λωρίδα που έχω στη γλώσσα μου. Καθώς γέρνω μπροστά, ηλεκτρικές δονήσεις, που τις νιώθω σαν φυσαλίδες σαμπάνιας στο μπροστινό μέρος της γλώσσας, μου λένε ότι έχω γείρει μπροστά. Στην οθόνη του υπολογιστή μπορώ να δω πού είναι το κεφάλι μου. Καθώς γέρνω προς τα πίσω, νιώθω τον στρόβιλο της σαμπάνιας σαν μαλακό κύμα στο πίσω μέρος της γλώσσας. Το ίδιο συμβαίνει όταν γέρνω στο πλάι. Μετά κλείνω τα μάτια μου και πειραματίζομαι για να βρω πού βρίσκομαι στον χώρο με τη γλώσσα μου. Σύντομα ξεχνώ ότι οι αισθητήριες πληροφορίες προέρχονται από τη γλώσσα και μπορώ να διαβάσω πού βρίσκομαι στον χώρο.

Η Cheryl παίρνει πίσω το κράνος και κρατάει την ισορροπία της γέροντας πάνω από το τραπέζι.

«Ας αρχίσουμε», λέει ο Yuri κάνοντας τις ρυθμίσεις.

Η Cheryl βάζει το κράνος και κλείνει τα μάτια. Γέρνει αντίθετα το σώμα της και κρατιέται από το τραπέζι με τα δυο δάχτυλα για να έχει επαφή. Δεν πέφτει, παρότι δεν έχει καμία ένδειξη του πάνω ή του κάτω, πέρα από τις φυσαλίδες της σαμπάνιας στη γλώσσα της. Τραβάει τα δάχτυλά της από το τραπέζι. Δεν τρεκλίζει πλέον. Αρχίζει να κλαίει – ο χείμαρρος που κυλά ύστερα από ένα τραύμα· μπορεί πλέον να φανερώσει τα συναισθήματά της τώρα που φοράει το κράνος και νιώθει ασφαλής. Την πρώτη φορά που έβαλε το κράνος, της έφυγε η αίσθηση της διαρκούς πτώσης – πρώτη φορά μέσα σε πέντε χρόνια. Στόχος της σήμερα είναι να σταθεί ελεύθερη για είκοσι λεπτά, φορώντας το κράνος και προσπαθώντας να μείνει κεντραρισμένη. Για οποιονδήποτε – πόσο μάλλον για έναν Τρεμάμενο – το να σταθεί ευθυτενής επί είκοσι λεπτά απαιτεί την εκπαίδευση και τη δεξιότητα των φρουρών του Μπάκιγχαμ.

Φαίνεται ήρεμη. Κάνει πολύ μικρές διορθώσεις. Οι συσπάσεις έχουν σταματήσει και οι μυστηριώδεις δαίμονες που έμοιαζαν να κοιτούν μέσα της, να τη σπρώχνουν και να τη σκουντούν, έχουν εξαφανιστεί. Ο εγκέφαλός της αποκωδικοποιεί σήματα από το τεχνητό αι-

θουσαίο σύστημά της. Γι' αυτήν, ετούτες οι στιγμές γαλήνης είναι ένα θαύμα – ένα θαύμα της νευροευπλαστότητας, επειδή με κάποιο τρόπο αυτά τα μυρμηγκιάσματα στη γλώσσα της, που φυσιολογικά βρίσκουν τον δρόμο τους στο τμήμα του εγκεφάλου που ονομάζεται αισθητικός φλοιός —το λεπτό στρώμα στην επιφάνεια του εγκεφάλου που επεξεργάζεται την αίσθηση της αφής— χαράζουν τώρα ένα νέο μονοπάτι στον εγκέφαλο προς την περιοχή που επεξεργάζεται την ισορροπία.

«Τώρα προσπαθούμε να κάνουμε αυτή τη συσκευή αρκετά μικρή ώστε να κρύβεται μέσα στο στόμα» λέει ο Bach-y-Rita, «όπως το ορθοδοντικό συγκρατητικό σύρμα. Αυτός είναι ο στόχος μας. Τότε αυτή η γυναίκα και οποιοσδήποτε άλλος με το ίδιο πρόβλημα θα έχει πάλι μια κανονική ζωή. Κάποιος σαν την Cheryl θα πρέπει να μπορεί να φέρει τη συσκευή, να μιλάει και να τρώει χωρίς να γνωρίζει κανείς ότι την έχει.

«Όμως αυτό δεν θα επηρεάσει μόνο τους ανθρώπους που έπαθαν βλάβες λόγω της γενταμυκίνης», συνεχίζει. «Χθες στους *New York Times* υπήρχε ένα άρθρο για τις πτώσεις των ηλικιωμένων. Οι μεγάλοι άνθρωποι φοβούνται τις πτώσεις περισσότερο από τις ληστρικές επιθέσεις. Το ένα τρίτο των ηλικιωμένων πέφτουν και επειδή φοβούνται τα πεσίματα μένουν σπίτι, δεν χρησιμοποιούν τα μέλη τους και γίνονται πιο αδύναμοι σωματικά. Όμως νομίζω πως μέρος του προβλήματος είναι ότι η αίσθηση της ισορροπίας —όπως και η ακοή, η γεύση, η όραση και οι άλλες αισθήσεις μας— αρχίζει να εκπίπτει καθώς γερνάμε. Αυτή η συσκευή θα τους βοηθήσει».

«Ηρθε η ώρα», λέει ο Yuri κλείνοντας το μηχανήμα.

**Τώρα έρχεται το δεύτερο θαύμα της νευροευπλαστότητας.** Η Cheryl απομακρύνει τη συσκευή από τη γλώσσα της και βγάζει το κράνος. Χαμογελάει πλατιά, στέκεται ελεύθερη με τα μάτια κλειστά και δεν πέφτει. Μετά ανοίγει τα μάτια της και χωρίς να αγγίξει ούτε τώρα το τραπέζι, σηκώνει το ένα πόδι από το έδαφος και ισορροπεί στο άλλο.

«Αυτόν τον άνθρωπο τον αγαπώ», λέει, και πηγαίνει και αγκαλιάζει τον Bach-y-Rita. Έρχεται κοντά μου. Ξεχειλίζει από συγκίνηση, φορτισμένη συναισθηματικά καθώς νιώθει τον κόσμο κάτω απ' τα πόδια της ξανά, και με αγκαλιάζει κι εμένα.

«Νιώθω σταθερή και στέρεα. Δεν χρειάζεται να σκεφτώ πού είναι οι μύες μου. Μπορώ να σκεφτώ άλλα πράγματα». Στρέφεται στον Yuri και του δίνει ένα φιλί.

«Πρέπει να τονίσω για ποιο λόγο πρόκειται περί θαύματος», λέει ο Yuri, που θεωρεί τον εαυτό του σκεπτικιστή επιστήμονα που καθοδηγείται από τα δεδομένα. «Η γυναίκα αυτή δεν έχει σχεδόν καθόλου φυσικούς αισθητήρες. Επί είκοσι λεπτά τής παρείχαμε έναν τεχνητό αισθητήρα. Όμως το πραγματικό θαύμα είναι αυτό που συμβαίνει τώρα που έχουμε βγάλει τη συσκευή και δεν έχει ούτε τεχνητό ούτε φυσικό σύστημα ισορροπίας. Έχουμε αφυπνίσει κάποιο είδος δύναμης μέσα τής».

Την πρώτη φορά που δοκίμασαν το κράνος, η Cheryl το φόρεσε μόνο ένα λεπτό. Παρατήρησαν ότι, αφότου το έβγαλε, υπήρξε μια «υπολειμματική επίδραση» που διήρκεσε περίπου είκοσι δευτερόλεπτα, το ένα τρίτο του χρόνου που είχε τη συσκευή. Κατόπιν, η Cheryl φόρεσε το κράνος για δύο λεπτά και η υπολειμματική επίδραση διήρκεσε περίπου σαράντα δευτερόλεπτα. Μετά προχώρησαν στα είκοσι περίπου λεπτά περιμένοντας ότι η υπολειμματική επίδραση θα διαρκούσε κάτι λιγότερο από επτά λεπτά. Όμως αντί να διαρκέσει το ένα τρίτο του χρόνου, αυτή διήρκεσε τον τριπλάσιο χρόνο, δηλαδή μία ολόκληρη ώρα. Σήμερα, λέει ο Bach-y-Rita, πειραματίζονται για να δουν αν είκοσι επιπλέον λεπτά στη συσκευή θα οδηγήσουν σε κάποιου είδους επίδραση εκπαίδευσης, έτσι ώστε η υπολειμματική επίδραση να διαρκέσει ακόμη περισσότερο.

Η Cheryl αρχίζει να κάνει πλάκα και επίδειξη. «Μπορώ να περπατήσω σαν γυναίκα ξανά. Αυτό μάλλον δεν είναι σημαντικό για τους περισσότερους, αλλά για μένα σημαίνει πολλά το ότι δεν χρειάζεται να περπατώ με τα πόδια ορθάνοιχτα».

Ανεβαίνει σε μια καρέκλα και πηδάει κάτω. Σκύβει να πιάσει κάτι απ' το πάτωμα, για να δείξει ότι μπορεί και πάλι να ορθώσει το σώμα της. «Την τελευταία φορά που το έκανα αυτό ήμουν σε θέση να κάνω σκοινάκι στη διάρκεια του υπολειμματικού χρόνου».

«Το εκπληκτικό», λέει ο Yuri, «δεν είναι μόνο ότι στέκεται όρθια. Ύστερα από λίγο χρόνο με αυτή τη συσκευή συμπεριφέρεται σχεδόν φυσιολογικά. Ισορροπεί πάνω σε ένα ξύλο. Οδηγεί αυτοκίνητο. Είναι η ανάκτηση της λειτουργίας της ισορροπίας. Όταν κινεί το κεφάλι της, μπορεί να κρατήσει την εστίασή της στον στόχο της – έχει αποκατασταθεί και η σύνδεση μεταξύ οπτικού και αιθουσαίου συστήματος».

Σηκώνω το βλέμμα, η Cheryl χορεύει με τον Bach-y-Rita.

Αυτή οδηγεί τα βήματα.

**Πώς γίνεται η Cheryl να μπορεί να χορεύει και να έχει επιστρέψει στις φυσιολογικές της λειτουργίες χωρίς τη συσκευή;** Ο Bach-y-Rita θεωρεί ότι υπάρχουν διάφοροι λόγοι. Κατά πρώτον, το αιθουσαίο σύστημά της, που έχει υποστεί βλάβη, είναι αποδιοργανωμένο και «θορυβώδες» και στέλνει τυχαία σήματα. Επομένως, ο θόρυβος του κατεστραμμένου ιστού εμποδίζει τυχόν σήματα που στέλνονται από τον υγιή ιστό. Η συσκευή ενισχύει τα σήματα που στέλνουν οι υγιείς ιστοί της. Θεωρεί επίσης ότι η συσκευή βοηθά και στη στρατολόγηση άλλων οδών, και εκεί είναι που μπαίνει στο παιχνίδι η ευπλαστότητα. Ένα εγκεφαλικό σύστημα απαρτίζεται από πολλές νευρωνικές οδούς ή νευρώνες, που συνδέονται μεταξύ τους και συνεργάζονται. Αν συγκεκριμένες βασικές οδοί είναι κλειστές, τότε ο εγκέφαλος χρησιμοποιεί παλαιότερες οδούς για να προχωρήσει. Λέει ο Bach-y-Rita: «Το βλέπω ως εξής: Αν οδηγείς από εδώ στο Μιλγουόκι και η κύρια γέφυρα είναι κλειστή, στην αρχή παραλύεις. Μετά παίρνεις παλαιότερους δρόμους, όχι κεντρικούς, ανάμεσα στα χωράφια. Μετά, καθώς αρχίζεις να χρησιμοποιείς περισσότερο αυτούς τους δρόμους, βρίσκεις συντομότερες οδούς που σε πάνε εκεί που θες και αρχίζεις να φτάνεις εκεί γρηγορότερα». Αυτές οι «δευτερεύουσες» νευρωνικές οδοί «αποκαλύπτονται», εκτίθενται και με τη χρήση ενισχύονται. Αυτή η «αποκάλυψη» θεωρείται γενικά ένας από τους βασικούς τρόπους με τον οποίο αναδιοργανώνεται ο εύπλαστος εγκέφαλος.

Το γεγονός ότι η Cheryl σταδιακά αυξάνει τον χρόνο της υπολειμματικής επίδρασης δηλώνει ότι η οδός που έχει αποκαλυφθεί ενδυναμώνεται. Ο Bach-y-Rita ελπίζει ότι η Cheryl με την εξάσκηση θα είναι σε θέση να συνεχίσει να παρατείνει τη διάρκεια της υπολειμματικής επίδρασης.

Λίγες μέρες αργότερα φτάνει ένα μήνυμα στον Bach-y-Rita από τη Cheryl – η αναφορά της, από το σπίτι της πλέον, για τη διάρκεια του υπολειμματικού χρόνου. «Ο συνολικός υπολειμματικός χρόνος ήταν 3 ώρες και 20 λεπτά [...] Η αστάθεια και θολούρα αρχίζει στο κεφάλι μου, όπως συνήθως [...] Χάνω τα λόγια μου [...] Νιώθω το μυαλό μου να κολυμπάει. Είμαι κουρασμένη, εξουθενωμένη [...] Πεσμένη».

Μια επώδυνη ιστορία Σταχτοπούτας. Η πτώση μετά την κανονικότητα είναι πολύ σκληρό πράγμα. Όταν συμβαίνει, νιώθει ότι πέθανε, ξανάρθε στη ζωή κι ύστερα πάλι πέθανε. Από την άλλη, τρεις ώρες και είκοσι λεπτά μετά το εικοσάλεπτο με τη συσκευή είναι δέκα φορές μεγαλύτερος υπολειμματικός χρόνος. Είναι η πρώτη Τρεμάμενη

που έλαβε αγωγή και ανταποκρίθηκε, και ακόμη κι αν ο υπολειμματικός χρόνος δεν αυξηθεί ποτέ, θα μπορεί πλέον να φοράει για λίγο τη συσκευή τέσσερις φορές την ημέρα και να ζει μια φυσιολογική ζωή. Υπάρχει ωστόσο πραγματικά λόγος να περιμένουμε περισσότερα, αφού κάθε συνεδρία φαίνεται ότι εκπαιδεύει τον εγκέφαλό της να παρατείνει τον υπολειμματικό χρόνο. Αν συνεχιστεί αυτό...

**...Και όντως συνεχίστηκε.** Τον επόμενο χρόνο η Cheryl φόρεσε τη συσκευή συχνότερα για να ανακουφίζεται και να επαυξάνει την υπολειμματική επίδραση. Η διάρκεια της υπολειμματικής επίδρασης έγινε ώρες, μέρες, έφτασε έως και τέσσερις μήνες. Τώρα δεν χρησιμοποιεί καθόλου τη συσκευή και δεν θεωρεί πλέον ότι ανήκει στους Τρεμάμενους.

**Το 1969, το *Nature*,** το μεγαλύτερο ευρωπαϊκό επιστημονικό περιοδικό, δημοσίευσε ένα σύντομο άρθρο που έφερε μια αύρα επιστημονικής φαντασίας. Ο κύριος συγγραφέας, ο Paul Bach-y-Rita, ήταν βασικός επιστήμονας και ειδικός φυσικής ιατρικής και αποκατάστασης – σπάνιος συνδυασμός. Το άρθρο περιέγραφε μία συσκευή που επέτρεπε σε εκ γενετής τυφλούς να δουν. Όλοι τους είχαν βλάβες στον αμφιβληστροειδή και η περίπτωσή τους θεωρούνταν απολύτως ανίατη.

Οι *New York Times*, το *Newsweek* και το *Life* δημοσίευσαν αναφορές στο άρθρο του *Nature*, αλλά, ίσως επειδή ο ισχυρισμός έμοιαζε τόσο απίθανος, η συσκευή και ο εφευρέτης της σύντομα περιέπεσαν σε σχετική λήθη.

Το άρθρο συνόδευε η φωτογραφία ενός παράξενου μηχανήματος – μια μεγάλη παλιά καρέκλα οδοντιάτρου με δονούμενη πλάτη, ένας κουβάρι καλώδια και ογκώδεις υπολογιστές. Όλο αυτό το κατασκευάσμα, το φτιαγμένο από μεταχειρισμένα εξαρτήματα και ηλεκτρολογικά της δεκαετίας του 1960, ζύγιζε 180 κιλά.

Ένας εκ γενετής τυφλός — κάποιος που δεν είχε ποτέ την εμπειρία της όρασης— καθόταν στην καρέκλα πίσω από μια μεγάλη κάμερα μεγέθους εκείνων που χρησιμοποιούνταν τότε στα τηλεοπτικά στούντιο. «Σάρωνε» μια σκηνή μπροστά του χρησιμοποιώντας μανιβέλες για να μετακινήσει την κάμερα, που έστελνε ηλεκτρικά σήματα της εικόνας σε έναν υπολογιστή, ο οποίος τα επεξεργαζόταν. Μετά, τα ηλεκτρικά σήματα μεταβιβάζονταν σε τετρακόσιους δονούμενους διεγέρτες δια-

ταγμένους σε σειρές πάνω σε μια μεταλλική πλακέτα στο μέσο της πλάτης της καρέκλας, έτσι που οι διεγέρτες ακουμπούσαν πάνω στο δέρμα του τυφλού υποκειμένου. Οι διεγέρτες λειτουργούσαν σαν πίξελ που δονούνταν για το σκοτεινό τμήμα της σκηνής και έμεναν ακίνητοι στις φωτεινότερες σκιάσεις. Αυτή η «συσκευή αφής - όρασης», όπως ονομάστηκε, επέτρεψε στα τυφλά υποκείμενα να διαβάσουν, να αντιληφθούν πρόσωπα και σκιές και να διακρίνουν ποια αντικείμενα βρίσκονταν πλησιέστερα και ποια μακρύτερα. Τους επέτρεψε να ανακαλύψουν την προοπτική και να παρατηρήσουν ότι τα αντικείμενα έμοιαζαν να αλλάζουν σχήμα ανάλογα με την οπτική γωνία του παρατηρητή. Τα έξι υποκείμενα του πειράματος έμαθαν να αναγνωρίζουν αντικείμενα όπως το τηλέφωνο, ακόμη κι όταν αυτό βρισκόταν μισοκρυμμένο πίσω από ένα βάζο. Κι επειδή αυτό έγινε τη δεκαετία του 1960, έμαθαν μέχρι και να αναγνωρίζουν την εικόνα του διάσημου ανορεξικού μοντέλου της εποχής, της Twiggy.

**Όλοι όσοι χρησιμοποίησαν** τη σχετικά ογκώδη συσκευή αφής - όρασης είχαν μια αξιοσημείωτη αντιληπτική εμπειρία, καθώς μετέβαιναν από την απτική αίσθηση στο να «δουν» ανθρώπους και αντικείμενα.

Με λίγη εξάσκηση, τα τυφλά υποκείμενα άρχισαν να βιώνουν τον χώρο μπροστά τους τρισδιάστατο, παρότι οι πληροφορίες έρχονταν από τη διδιάστατη διάταξη στην πλάτη τους. Αν κάποιος πετούσε μια μπάλα προς την κάμερα, το υποκείμενο αυτόματα αναπηδούσε προς τα πίσω για να την αποφύγει. Αν η πλακέτα με τους δονούμενους διεγέρτες μετακινούνταν από την πλάτη στην κοιλιά τους, και πάλι τα υποκείμενα αντιλαμβάνονταν επακριβώς τη σκηνή μπροστά από τη κάμερα. Αν τους γαργαλούσαν κοντά στους διεγέρτες, δεν μπερδευαν το γαργαλητό με κάποιο οπτικό ερέθισμα. Η νοητική αντιληπτική εμπειρία τους δεν πραγματοποιούνταν στην επιφάνεια του δέρματος αλλά στον κόσμο. Και η αντιληπτική εμπειρία τους ήταν σύνθετη. Σιγά σιγά με την εξάσκηση, τα υποκείμενα κινούσαν την κάμερα και έλεγαν, για παράδειγμα: «Αυτή είναι η Betty. Σήμερα έχει κάτω τα μαλλιά της και δεν φοράει γυαλιά. Το στόμα της είναι ανοιχτό και κινεί το δεξί της χέρι από την αριστερή πλευρά της στο πίσω μέρος του κεφαλιού της». Είναι αλήθεια ότι συχνά η ευκρίνεια ήταν χαμηλή, αλλά όπως εξηγήωσε ο Bach-y-Rita, η όραση δεν χρειάζεται να είναι τέλεια για να είναι όραση. «Όταν περπατάμε στον δρόμο και έχει ομίχλη και βλέπουμε το περίγραμμα ενός κτιρίου, μήπως το βλέπουμε

λιγότερο λόγω έλλειψης ευκρίνειας;» ρωτούσε. «Όταν κοιτάμε κάτι ασπρόμαυρο, μήπως δεν το βλέπουμε λόγω έλλειψης χρώματος;»

**Αυτό το ξεχασμένο σήμερα μηχανήμα** ήταν μια από τις πρώτες και τολμηρότερες εφαρμογές της νευροευπλαστότητας —ένα εγχείρημα όπου χρησιμοποιήθηκε μία αίσθηση για να αντικαταστήσει μία άλλη— και δούλεψε. Ωστόσο, θεωρήθηκε απίθανο και αγνοήθηκε, επειδή σύμφωνα με την επιστημονική θεώρηση εκείνης της εποχής, η δομή του εγκεφάλου είναι σταθερή και οι αισθήσεις μας, οι δρόμοι μέσα από τους οποίους εισέρχεται στον νου η εμπειρία, είναι καλωδιωμένες. Η ιδέα αυτή, που εξακολουθεί να έχει πολλούς υποστηρικτές, ονομάζεται «εντοπισμός». Συνδέεται στενά με την ιδέα ότι ο εγκέφαλος είναι σαν μια περίπλοκη μηχανή αποτελούμενη από τμήματα, καθένα από τα οποία επιτελεί μια συγκεκριμένη νοητική λειτουργία και υπάρχει σε έναν γενετικά προκαθορισμένο ή καλωδιωμένο τρόπο – εξού και η ονομασία. Ένας εγκέφαλος που είναι καλωδιωμένος, και στον οποίο κάθε νοητική λειτουργία έχει αυστηρά συγκεκριμένη θέση, δεν αφήνει ιδιαίτερο περιθώριο για ευπλαστότητα.

Η ιδέα του εγκεφάλου που μοιάζει με μηχανή ενέπνευσε και καθοδήγησε τη νευροεπιστήμη από τότε που προτάθηκε, τον 17ο αιώνα, αντικαθιστώντας πιο μυστικιστικές έννοιες περί ψυχής και σώματος. Οι επιστήμονες, εντυπωσιασμένοι από τις ανακαλύψεις του Γαλιλαίου (1564-1642), ο οποίος έδειξε ότι μπορούμε να δούμε τους πλανήτες ως άψυχα σώματα που κινούνται από μηχανικές δυνάμεις, κατέληξαν να πιστεύουν ότι όλη η φύση λειτουργούσε σαν ένα μεγάλο κοσμικό ρολόι, υποκείμενη στους φυσικούς νόμους, και άρχισαν να εξηγούν τις λειτουργίες των όντων και των οργάνων του σώματος μηχανιστικά, ωσάν να επρόκειτο επίσης για μηχανές. Η ιδέα αυτή ότι όλη η φύση είναι σαν ένας τεράστιος μηχανισμός και ότι τα όργανά μας μοιάζουν με μηχανές αντικατέστησε την αντίληψη που δύο χιλιάδες χρόνια πριν είχαν εισαγάγει οι αρχαίοι Έλληνες, οι οποίοι θεωρούσαν ότι ολόκληρη η φύση είναι ένας τεράστιος ζωντανός οργανισμός και ότι τα όργανα του σώματος κάθε άλλο παρά άψυχοι μηχανισμοί είναι. Όμως, το πρώτο σπουδαίο επίτευγμα αυτής της νέας «μηχανιστικής βιολογίας» ήταν μια λαμπρή και πρωτότυπη επιτυχία. Ο William Harvey (1578-1657), ο οποίος σπούδασε ανατομία στην Πάδοβα της Ιταλίας, όπου είχε διδάξει ο Γαλιλαίος, ανακάλυψε τον τρόπο που κυκλοφορεί στο σώμα μας το αίμα και έδειξε ότι η καρδιά λειτουρ-



γεί σαν αντλία, που φυσικά είναι μια απλή μηχανή. Σύντομα, πολλοί επιστήμονες άρχισαν να θεωρούν ότι για να είναι επιστημονική μια εξήγηση πρέπει να είναι μηχανιστική – δηλαδή, να βασίζεται στους μηχανικούς νόμους της κίνησης. Μετά τον Harvey και ο Γάλλος φιλόσοφος René Descartes (1596-1650) υποστήριξε ότι ο εγκέφαλος και το νευρικό σύστημα επίσης λειτουργούν σαν αντλία. Είπε ότι τα νεύρα μας είναι πραγματικοί σωλήνες από τα μέλη μας προς τον εγκέφαλο και αντίστροφα. Ήταν ο πρώτος που διατύπωσε μια θεωρία για τον τρόπο που δουλεύουν τα αντανακλαστικά: όταν αγγίζουμε έναν άνθρωπο στο δέρμα, μια ουσία σαν υγρό στους νευρικούς σωλήνες ρέει προς τον εγκέφαλο και «ανακλάται» μηχανικά πίσω μέσω των νεύρων, για να κινήσει τους μυς. Όσο χοντροκομμένο κι αν ακούγεται, δεν ήταν και τόσο άσχετο. Σύντομα οι επιστήμονες εκλέπτυναν την πρωτόγονη εικόνα του, υποστηρίζοντας ότι μέσω των νεύρων δεν κινούνταν κάποιο υγρό, αλλά ηλεκτρικό ρεύμα. Η ιδέα του Descartes για τον εγκέφαλο ως περίπλοκη μηχανή έφτασε στην κορύφωσή της με τη σημερινή αντίληψη για τον εγκέφαλο ως ηλεκτρονικό υπολογιστή και με τη θεωρία του εντοπισμού. Όπως μια μηχανή, ο εγκέφαλος θεωρείται ότι αποτελείται από τμήματα, καθένα το από τα οποία βρίσκεται σε μια προκαθορισμένη θέση εκτελώντας μια μοναδική λειτουργία, έτσι ώστε αν ένα από αυτά τα τμήματα υποστεί βλάβη, δεν μπορεί να αντικατασταθεί με κανέναν τρόπο. Στο κάτω κάτω, στις μηχανές δεν φυτρώνουν νέα εξαρτήματα.

Η θεωρία του εντοπισμού εφαρμόστηκε και στις αισθήσεις, υποστηρίζοντας ότι καθμία από τις αισθήσεις μας —όραση, ακοή, γεύση, αφή, όσφρηση, ισορροπία— έχει έναν κυτταρικό υποδοχέα που ειδικεύεται στον εντοπισμό μίας από τις διάφορες μορφές ενέργειας γύρω μας. Μετά τη διέγερσή τους αυτοί οι κυτταρικοί υποδοχείς στέλνουν ένα ηλεκτρικό σήμα μέσω του νεύρου τους σε μια συγκεκριμένη περιοχή του εγκεφάλου, η οποία επεξεργάζεται αυτή την αίσθηση. Οι περισσότεροι επιστήμονες πίστευαν ότι αυτές οι εγκεφαλικές περιοχές είναι τόσο εξειδικευμένες, ώστε μια περιοχή δεν θα μπορούσε ποτέ να επιτελέσει τη λειτουργία κάποιας άλλης.

Ο Paul Bach-y-Rita, σχεδόν απομονωμένος από τους συναδέλφους του, απέρριψε αυτούς τους ισχυρισμούς περί εντοπισμού. Ανακάλυψε ότι η φύση των αισθήσεών μας είναι απροσδόκητα εύπλαστη και ότι αν μία αίσθηση καταστραφεί, κάποια άλλη ενίοτε μπορεί να αναλάβει στη θέση της – μια διαδικασία που ονομάζει «αισθητηριακή

υποκατάσταση». Ανέπτυξε τρόπους διέγερσης της αισθητηριακής υποκατάστασης και συσκευές που μας δίνουν «υπεραισθήσεις». Ο Bach-y-Rita, ανακαλύπτοντας ότι το νευρικό σύστημα μπορεί να προσαρμοστεί και η όραση να λειτουργήσει με κάμερα και όχι με τον αμφιβληστροειδή, έθεσε τα θεμέλια για τη μεγαλύτερη ελπίδα των ατόμων με τύφλωση: εμφυτεύματα στον αμφιβληστροειδή, που μπορούν να τοποθετηθούν χειρουργικά στο μάτι.

**Σε αντίθεση με τους περισσότερους επιστήμονες**, που μένουν προσκολλημένοι σε ένα πεδίο, ο Bach-y-Rita έγινε ειδικός σε πολλά: ιατρική, ψυχοφαρμακολογία, νευροφυσιολογία οφθαλμού (η μελέτη των οφθαλμικών μυών), οπτική νευροφυσιολογία (η μελέτη της όρασης και του νευρικού συστήματος) και βιοϊατρική μηχανική. Ακολουθεί τις ιδέες εκεί όπου τον οδηγούν. Μιλάει πέντε γλώσσες και έχει ζήσει για κάποιες περιόδους σε Ιταλία, Γερμανία, Γαλλία, Μεξικό, Σουηδία και σε πολλά μέρη στις Ηνωμένες Πολιτείες. Έχει δουλέψει στα εργαστήρια σπουδαίων επιστημόνων και κατόχων Βραβείου Νόμπελ, αλλά ποτέ δεν ενδιαφέρθηκε ιδιαίτερα για το τι νομίζουν οι άλλοι και δεν έχει μπλέξει με τα πολιτικά παιχνίδια που παίζουν πολλοί ερευνητές για να προχωρήσουν. Αφού πήρε το δίπλωμα του γιατρού, άφησε την ιατρική και στράφηκε στη βασική έρευνα. Έθεσε δε ερωτήματα που έμοιαζαν να προκαλούν τον κοινό νοου, όπως: «Είναι απαραίτητα τα μάτια για την όραση, τα αυτιά για την ακοή, η γλώσσα για τη γεύση, η μύτη για την όσφρηση;» Και μετά, στα σαράντα τέσσερά του, όντας πάντα ένας αεικίνητος νους, ξαναγύρισε στην ιατρική και ξεκίνησε ειδικότητα —μια διαδικασία με ατέλειωτες μέρες και άγρυπνες νύχτες— διαλέγοντας μια από τις πιο μουντές ειδικότητες: φυσική ιατρική και αποκατάσταση. Φιλοδοξία του ήταν να μετατρέψει ένα στάσιμο πεδίο σε επιστήμη εφαρμόζοντας εκεί όσα είχε μάθει για την ευπλαστότητα.

**Ο Bach-y-Rita είναι εντελώς ανεπιτήδευτος άνθρωπος.** Έχει αδυναμία στα κοστούμια των πέντε δολαρίων και φοράει ρούχα από τον Στρατό της Σωτηρίας όποτε δεν τον πάρει είδηση η γυναίκα του. Οδηγεί ένα σκουριασμένο αυτοκίνητο δώδεκα ετών, ενώ η γυναίκα του ένα νέο μοντέλο Passat.

Έχει πυκνά μαλλιά, σγουρά και γκριζα, μιλάει γρήγορα με απαλή φωνή, έχει το σκούρο δέρμα του μεσογειακού άντρα ισπανοεβραϊ-

κής καταγωγής και φαίνεται πολύ νεότερος από τα 69 του χρόνια. Είναι προφανώς εγκεφαλικός τύπος, αλλά ακτινοβολεί μια παιδική ζεστασιά απέναντι στη γυναίκα του την Esther, που είναι Μεξικάνα με καταγωγή από τους Μάγια.

Έχει συνηθίσει να νιώθει ξένος. Μεγάλωσε στο Μπρονξ, δεν ήταν ούτε ενάμισι μέτρο όταν μπήκε στο Γυμνάσιο, εξαιτίας μιας μυστηριώδους ασθένειας που εμπόδισε την ανάπτυξή του επί οκτώ χρόνια, και είχε δύο φορές προκαταρκτική διάγνωση για λευχαιμία. Καθημερινά έτρωγε ξύλο από τους μεγαλύτερους μαθητές και εκείνα τα χρόνια ανέπτυξε ένα εξαιρετικά υψηλό κατώφλι αντοχής στον πόνο. Όταν ήταν δώδεκα ετών, έσπασε η σκωληκοειδής απόφυσή του και έτσι οι γιατροί μπόρεσαν να διαγνώσουν τη μυστηριώδη ασθένεια, μια σπάνια μορφή χρόνιας σκωληκοειδίτιδας. Ψήλωσε 20 εκατοστά και κέρδισε στον πρώτο του καβγά.

Είμαστε στο αυτοκίνητο και οδηγούμε στο Μάντισον του Ουισκόνσιν, εκεί όπου είναι το σπίτι του, όταν δεν βρίσκεται στο Μεξικό. Δεν έχει ίχνος αυτοπροβολής και, αφού έχουμε συζητήσει ώρες ολόκληρες, αφήνει μόνο μία ελάχιστη αυτοεπιβεβαιωτική παρατήρηση να βγει από τα χείλη του.

«Μπορώ να συνδέσω οτιδήποτε με οτιδήποτε». Και χαμογελάει.

«**Βλέπουμε με τον εγκέφαλό μας, όχι με τα μάτια μας**», λέει.

Αυτός ο ισχυρισμός έρχεται σε αντίθεση με την ιδέα της κοινής λογικής ότι βλέπουμε με τα μάτια μας, ακούμε με τα αυτιά μας, γεύομαστε με τη γλώσσα μας, μυρίζουμε με τη μύτη μας και νιώθουμε με το δέρμα μας. Ποιος θα αμφισβητούσε τέτοιου είδους δεδομένα; Όμως για τον Bach-y-Rita, τα μάτια μας μπορούν μόνο να αισθάνονται αλλαγές στην ενέργεια του φωτός – ο εγκέφαλός μας είναι αυτός που αντιλαμβάνεται και, επομένως, βλέπει.

Το πώς εισέρχεται μία αίσθηση στον εγκέφαλο δεν είναι σημαντικό για τον Bach-y-Rita. «Όταν ένας τυφλός χρησιμοποιεί το μαστούνι, το κινεί μπρος - πίσω και έχει μόνο ένα σημείο, την άκρη του, που τον τροφοδοτεί με πληροφορίες μέσω των υποδοχέων της αφής στο χέρι. Κι όμως, αυτή η κίνηση του επιτρέπει να ξεχωρίσει πού βρίσκεται ο παραστάτης της πόρτας ή η καρέκλα ή να διακρίνει ένα πόδι όταν το χτυπήσει, επειδή θα υποχωρήσει λίγο. Κατόπιν, χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες για να οδηγηθεί στην καρέκλα να καθίσει. Παρότι τις πληροφορίες τις παίρνει στους αισθητήρες του

χειριού και εκεί «έρχεται σε διεπαφή» μαζί του το μπαστούνι, εκείνο που υποκειμενικά αντιλαμβάνεται δεν είναι η πίεση του μπαστουιού το χέρι του, αλλά η διάταξη του δωματίου: καρέκλες, τοίχοι, πόδια, ο τρισδιάστατος χώρος. Η πραγματική επιφάνεια υποδοχής στο χέρι γίνεται απλώς ο μεταφορέας της πληροφορίας, μία πύλη δεδομένων. Η επιφάνεια υποδοχής χάνει την ταυτότητά της κατά τη διαδικασία».

Ο Bach-y-Rita κατέληξε στο ότι το δέρμα και οι αισθητήρες αφής του θα μπορούσαν να υποκαταστήσουν τον αμφιβληστροειδή, επειδή τόσο το δέρμα όσο και ο αμφιβληστροειδής είναι δισδιάστατες επιφάνειες καλυμμένες με αισθητικούς υποδοχείς, που επιτρέπουν να σχηματιστεί επάνω τους μία «εικόνα».

Ένα πράγμα είναι να βρεθεί μία νέα πύλη δεδομένων, ένας τρόπος να φτάσουν οι αισθήσεις στον εγκέφαλο. Άλλο πράγμα όμως είναι να γίνει από τον εγκέφαλο η αποκωδικοποίηση αυτών των απτικών αισθήσεων και η μετατροπή τους σε εικόνες. Για να το κάνει αυτό ο εγκέφαλος πρέπει να μάθει κάτι νέο, και το τμήμα του εγκεφάλου που ασχολείται με την επεξεργασία της αφής πρέπει να προσαρμοστεί στα νέα σήματα. Αυτή η προσαρμοστικότητα υποδηλώνει ότι ο εγκέφαλος είναι εύπλαστος, με την έννοια ότι μπορεί να αναδιοργανώσει το αισθητηριο-αντιληπτικό του σύστημα.

Αν ο εγκέφαλος μπορεί να αναδιοργανωθεί από μόνος του, τότε η απλή θεωρία του εντοπισμού δεν μπορεί να αποδίδει σωστά την εικόνα του εγκεφάλου. Αρχικά, ακόμη και ο Bach-y-Rita υποστήριζε τη θεωρία αυτή, παρακινημένος από τα λαμπρά επιτεύγματά της. Η θεωρία του εντοπισμού προτάθηκε για πρώτη φορά σοβαρά το 1861, όταν ο χειρουργός Paul Broca είχε έναν ασθενή που μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο έχασε την ικανότητα της ομιλίας και μπορούσε να φελλίσει μόνο μία λέξη. Όποια ερώτηση κι αν του έκαναν, ο καημένος ο άντρας απαντούσε: «Ταν, ταν». Όταν πέθανε, ο Broca ανέτμησε τον εγκέφαλό του και βρήκε κατεστραμμένο ιστό στον αριστερό μετωπιαίο λοβό. Διάφοροι σκεπτικιστές αμφισβήτησαν την ιδέα ότι η ομιλία θα μπορούσε να εντοπιστεί σε ένα μόνο τμήμα του εγκεφάλου, μέχρι που ο Broca τούς έδειξε τον τραυματισμένο ιστό, και κατόπιν δημοσίευσε τις περιπτώσεις και άλλων ασθενών που είχαν χάσει την ικανότητα της ομιλίας και είχαν βλάβη στην ίδια περιοχή. Αυτό το τμήμα του εγκεφάλου ονομάστηκε «περιοχή Broca» και θεωρήθηκε ότι συντονίζει τις κινήσεις των μυών στα χείλη και τη γλώσσα. Λίγο αργότερα, ένας άλλος γιατρός, ο Carl Wernicke, συσχέτισε τη βλάβη σε