

# Εισαγωγή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## 1

Από την αναζήτηση για τον όρο «ηλεκτροθεραπεία» στον παγκόσμιο ιστό προκύπτουν πάνω από 250 χιλιάδες αποτελέσματα. Αυτό σημαίνει κάτι για τη σημασία της ηλεκτροθεραπείας. Ο μεγάλος αριθμός των διαδικτυακών τόπων των κατασκευαστών σημαίνει ότι μάλλον πρόκειται για μια επικερδή αγορά, ενώ το εύρος των θεμάτων ότι κινεί το ενδιαφέρον πολλών σε διάφορα επίπεδα. Σε κάποιους δικτυακούς τόπους το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στον εξοπλισμό και το είδος της ηλεκτροθεραπείας για την αντιμετώπιση του πόνου, σε άλλους παρέχονται αναφορές και πληροφορίες για τους διάφορους τύπους ηλεκτροφυσικών μέσων για το πώς και πότε εφαρμόζονται. Συνολικά μιλώντας, οι διαδικτυακοί τόποι για την ηλεκτροθεραπεία αντιπροσωπεύουν μια μεγάλη ποικιλία από χώρες, πολλούς και διαφορετικούς τύπους εξοπλισμού, μια ευρεία ποικιλία από εφαρμογές της ηλεκτροθεραπείας και μια συνολική θεραπευτική προσέγγιση.

Ο στόχος του παρόντος βιβλίου είναι η παρουσίαση των πιο διαδεδομένων ηλεκτροφυσικών μέσων (ΗΦΜ) και των αρχών της βιοφυσικής που αφορούν στον τρόπο εφαρμογής τους και τα δυνητικά αποτελέσματα που μπορεί να έχουν σε ένα ζωντανό σώμα. Θα γίνει ανάλυση των διάφορων μέσων ηλεκτροθεραπείας βάσει των σχετικών αρχών της βιοφυσικής και των κλινικών αποτελεσμάτων τους. Θα γίνει παρουσίαση των στοιχείων, όπου αυτά είναι διαθέσιμα, για τη θεραπευτική αποτελεσματικότητα και των γνωστών κινδύνων και αντενδείξεων μαζί με την παρουσίαση των αρχών για την εφαρμογή κάθε τύπου ενέργειας. Το περιεχόμενο του βιβλίου αυτού θα μπορούσε να αποτελέσει τη βάση για την εκτίμηση και την αξιολόγηση άλλων, νέων μέσων, καθώς αυτά διατίθενται στην αγορά.

### ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΘΕΡΑΠΕΙΑ;

Ο όρος «ηλεκτροθεραπεία» είναι σχετικά σύγχρονος και εμπεριέχει πολλά νοήματα. Στις παλαιότερες ονομασίες για την κλινική εφαρμογή των ηλεκτροφυσικών μέσων περιλαμβάνονται ο όρος «ηλεκτροθεραπευτική» (Neiswanger 1912) και ο όρος «ιατρικός ηλεκτρισμός» (Cumberbatch 1939). Αυτός ο δεύτερος όρος απέδιδε με συνέπεια την αρχική εστίαση στη χρήση ηλεκτρικών ρευμάτων για την αγωγή των ασθενών. Η άποψη ότι το ανθρώπινο σώμα περιέχει ηλεκτρική ενέργεια, κάτι που το διαφοροποιεί από τη νεκρή, άψυχη ύλη, όπως πρέσβευε ο Galvani (1780), υποστηρίζο-

Μια μετέπειτα εξέλιξη ήταν η εφαρμογή ηλεκτροστατικών πεδίων για τη θεραπεία ασθενών (Geddes 1984). Αυτού του είδους η αγωγή ήταν εντυπωσιακή: τόξα ηλεκτρικών εκκενώσεων μεταβύ του ασθενούς και των ηλεκτροδίων, τρίχες να στέκονται όρθιες και φωτεινοί σωλήνες να εκπέμπουν έγχρωμο φως κατά τη διέλευση του ρεύματος. Κάποιος θα μπορούσε να υποστηρίξει ότι η αντιδραση της πλασματικής θεραπείας (placebo) θα ήταν εντυπωσιακή!

νταν από πολλούς. Αυτή η άποψη μεταφέρθηκε και στη λογοτεχνία, όπως συμβαίνει στην κλασική νουβέλα «Το Τέρας του Φρανκενστάιν», όπου το πλάσμα που συναρμολόγησε ο δρ. Φρανκενστάιν από μέλη εκταφιασμένων ανθρώπινων πτωμάτων, ζωντανεύει μέσω της ηλεκτρικής ενέργειας από κεραυνούς. Δεν αποτελεί έκπληξη, συνεπώς, ότι η εφαρμογή ηλεκτρικού ρεύματος θεωρούνταν από κάποιους ως ένας τρόπος για την επανέζηση, ή τη συμπλήρωση της φυσιολογικής ενέργειας του ανθρώπινου σώματος, κάτι που θα μπορούσε συνεπώς να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση κάποιας νόσου ή κάκωσης.

Στις μέρες μας ο όρος «ηλεκτροθεραπεία» έχει πλέον ένα πιο ευρύ νόημα, στο οποίο συνήθως περιλαμβάνεται η αξιολόγηση, παρά το ότι από τον όρο προτείνεται ότι πρέπει να αναφέρεται μόνο στην αγωγή ή τη θεραπεία. Από τη σύγχρονη χρήση του όρου σε περιοχές, όπως είναι η Ευρώπη και η Αυστραλία, φαίνεται ότι πρόκειται για την αγωγή ή την αξιολόγηση με τη χρήση πολλών μέσων, όπως είναι ο ηλεκτρικός ερεθισμός, ο υπέρηχος, οι διάφοροι μέθοδοι θέρμανσης και ψύχρανσης, η διαθερμία βραχέων κυμάτων και η κλινική εφαρμογή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, όπως είναι η αγωγή με υπέρυθρη ακτινοβολία και η φωτοθεραπεία, η υπεριάδης ακτινοβολία και το laser. Σε άλλες χώρες, όπως είναι οι ΗΠΑ, η ηλεκτροθεραπεία είναι μια άλλη λέξη για την αξιολόγηση και την αγωγή με τη χρήση ηλεκτρικού ερεθισμού. Οι άλλοι τύποι των ηλεκτροφυσικών μέσω τυπικά καλούνται «φυσικά μέσα». Όποιος και αν είναι ο ορισμός, ο σκοπός του παρόντος βιβλίου είναι η παροχή μιας βάσης για την κατανόηση των ηλεκτροφυσικών μέσων συνολικά.

Εδώ οι όροι «ηλεκτροθεραπεία» και «ηλεκτροφυσικά μέσα» (ΗΦΜ) θα χρησιμοποιούνται ο ένας αντί του άλλου και θα αναφέρονται σε κάθε μορφή αξιολόγησης ή αγωγής που διεξάγεται με τη χρήση ενός ηλεκτροφυσικού μέσου, το οποίο μπορεί να εφαρμοστεί εξωτερικά στο ανθρώπινο σώμα. Αυτό σημαίνει ότι θα αναλυθεί μια ευρεία ποικιλία από θέματα, από τον ηλεκτρικό ερεθισμό μέχρι την έκθεση στην υπεριάδη ακτινοβολία, όπως αυτά εφαρμόζονται για την επωφελή έκβαση σε ασθενείς. Κάποιοι τύποι ΗΦΜ εφαρμόζονται επίσης εσωτερικά, όπως είναι οι εμφυτευμένοι ηλεκτρικοί διεγέρτες, όπως είναι οι γαστρικοί και οι καρδιακοί βηματοδότες. Αν και θα γίνει αναφορά στις εφαρμογές αυτές, η εστίαση θα είναι στις εξωτερικές εφαρμογές στο δέρμα, παρά σε αυτές εντός μιας κοιλότητας ή τμήματος του σώματος.

### Περίληψη

- Η ηλεκτροθεραπεία χρησιμοποιείται ευρέως σε ασθενείς.
- Οι ορισμοί της «ηλεκτροθεραπείας» διαφέρουν σε παγκόσμιο επίπεδο.
- Στην ηλεκτροθεραπεία περιλαμβάνονται η αξιολόγηση και η αγωγή με:
  - ηλεκτρικό ερεθισμό
  - βιοανατροφοδότηση
  - υπέρηχο
  - επιπολής θερμοθεραπεία, περιλαμβανομένης της υπέρυθρης ακτινοβολίας
  - κρυοθεραπεία
  - διαθερμία βραχέων κυμάτων
  - μικροκυματική διαθερμία
  - φωτοθεραπεία, περιλαμβανομένου του laser
  - υπεριάδη ακτινοβολία.

## Η ΕΞΩΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΔΕΡΜΑ

Μια βασική προϋπόθεση όλων των ΗΦΜ είναι ότι η εξωτερική ή εξωγενής εφαρμογή της ενέργειας θα μεταβάλλει με επωφελή τρόπο τις διεργασίες σε επίπεδο φυσιολογίας. Αυτές οι διεργασίες μπορεί να είναι φυσιολογικές: για παράδειγμα η εφαρμογή υπερήχου ή ενός τύπου θερμοθεραπείας για την προαγωγή της επούλωσης ενός ιστού μετά από μια ρήξη, ένα διάστρεμμα ή υπερδιάταση. Παρομοίως, ο πάγος ή μια μορφή κρυοθεραπείας εφαρμόζονται για τον περιορισμό της δευτερεύουσας βλάβης που μπορεί να έπειται της φυσιολογικής αιμορραγίας και του σχηματισμού οιδήματος στον τραυματισμένο ιστό. Οι επουλωτικές διαδικασίες ενδέχεται να έχουν καθυστερήσει και το ΗΦΜ εφαρμόζεται για να επαναφέρει τον ρυθμό σε ένα πιο σύνθητος επίπεδο: για παράδειγμα η εφαρμογή ηλεκτρικού ερεθισμού σε κάποιους είδους πληγών. Άλλοι τύποι ΗΦΜ χρησιμεύουν ως συμπλήρωμα για τη φυσιολογική εκμάθηση και επανεκπαίδευση: η βιοανατροφοδότηση και ο ηλεκτρικός ερεθισμός μπορούν να εφαρμοστούν κατά τον τρόπο αυτό. Πολλά ΗΦΜ εφαρμόζονται επίσης για την ελάττωση του πόνου, ποικίλου τύπου και αιτιολογίας.

Το δέρμα αποτελεί έναν φραγμό για όλες τις μορφές εξωγενούς εφαρμοζόμενης ενέργειας. Το πόσο αποτελεσματικό εμπόδιο μπορεί να είναι εξαρτάται από τις ιδιότητες του ίδιου του δέρματος, τον τύπο του εφαρμοζόμενου ΗΦΜ και τον τρόπο και τις παραμέτρους της εφαρμογής. Το δέρμα δεν είναι μια ομοιογενής δομή σε όλη την έκταση του ανθρώπινου σώματος. Σε κάποια σημεία έχει μεγαλύτερο βάθος και διαθέτει δυνατές, ινώδεις συνδέσεις με τους υποκείμενους ιστούς, όπως συμβαίνει στην περιοχή της πτέρνας και με τους γλουτιάριους μυς. Σε άλλες περιοχές είναι πολύ λεπτό, όπως συμβαίνει στην κνήμη, την επιγονατίδα, τα σφυρά ή σε μια ακανθώδη απόφυση. Σε κάποιες περιοχές είναι πολύ εκτατικό, όπως συμβαίνει στη ραχιαία επιφάνεια του χεριού, αλλά στην παλαμιαία επιφάνεια είναι σχετικά ακινητοποιημένο. Αυτού του τύπου οι διαφορές του δέρματος σε διάφορα σημεία επηρεάζουν ανάλογα και την εφαρμογή των ΗΦΜ.

Η σχέση του δέρματος με τις υποκείμενες δομές και το βάθος αυτών ίσως να είναι ακόμη πιο σημαντικές παράμετροι. Το πάχος και το βάθος των υποκείμενων δομών επηρεάζει την ποσότητα της ενέργειας που μπορεί να φτάσει σε εντωβάθιει δομές. Η διείσδυση διαφόρων μορφών θερμοθεραπείας, κρυοθεραπείας, υπερήχου και ηλεκτρικού ρεύματος, για παράδειγμα, επηρεάζεται από το βάθος, αλλά με διαφορετικούς τρόπους. Το δέρμα μεταβάλλεται και από διάφορες παθολογικές διεργασίες, όπως και από τη γήρανση και την τρέχουσα διατροφική και ιατρική κατάσταση του ατόμου. Όλοι αυτοί οι παράγοντες ενδέχεται να μεταβάλλουν την απάντηση στις διάφορες μορφές ενέργειας, όπως είναι η θερμότητα, το φως ή ο ηλεκτρικός ερεθισμός και τον βαθμό, στον οποίο αυτές αναμεταδίδονται εντός και διαμέσου του δέρματος.

Ο τύπος του δέρματος σε κάποια ζώα είναι αρκετά διαφορετικός από ότι στους ανθρώπους. Συχνά είναι πολύ πιο χαλαρό και η απάντηση σε ένα ΗΦΜ μπορεί να είναι διαφορετική. Το δέρμα, όμως, των χοίρων έχει παρόμοια δομή και τα υποκείμενα μαλακά μόρια παρόμοια κατανομή με αυτή στους ανθρώπους. Αυτή η διαφορά μπορεί να είναι σημαντική στις εργαστηριακές μελέτες για διάφορα μέσα ηλεκτροθεραπείας και για την πιθανή κλινική αποτελεσματικότητά τους. Η ποσότητα των τριχών σε μια

περιοχή σε ζώα και ανθρώπους μπορεί να μεταβάλλει την ικανότητα μετάδοσης κάποιων τύπων ενέργειας. Πολλές ιδιότητες του δέρματος μπορούν να μεταβάλλουν την έκβαση της εφαρμογής όλων των τύπων της εξωγενούς ενέργειας.

## ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΤΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ

Τα περισσότερα κεφάλαια του παρόντος βιβλίου έχουν παρόμοια, αλλά όχι πανομοιότυπη, δομή με αυτή των προηγούμενων εκδόσεων. Στο Κεφάλαιο 2, για παράδειγμα, αναλύονται κάποια θέματα από την πλευρά της βιοφυσικής. Σε αυτά περιλαμβάνονται η δομή και η λειτουργία των νεύρων και η αντίδραση του σώματος στη φλεγμονή και το τραύμα. Η εστίαση δεν είναι στα μέσα και πώς αυτά επιδρούν στο σώμα και πότε αυτά πρέπει ή δεν πρέπει να εφαρμόζονται. Αντίθετα, στο Κεφάλαιο 2 παρέχονται λεπτομέρειες για κάποιες από τις διεργασίες σε επίπεδα φυσιολογίας που ενδέχεται να μεταβληθούν, ή να επηρεαστούν, και με αυτόν τον τρόπο οριοθετούνται οι συνθήκες για την εφαρμογή της ηλεκτροθεραπείας. αυτά τα ζητήματα θα αναλυθούν περαιτέρω σε επόμενα κεφάλαια ανάλογα με τη σχετικότητά τους.

Το Κεφάλαιο 4 διαφέρει από τα επόμενα κεφάλαια για τον ηλεκτρικό ερεθισμό καθώς, σε αντίθεση με αυτά, η εστίαση είναι στην εργαστηριακή έρευνα και θεωρία και όχι στην κλινική έρευνα και τη θεραπευτική αποτελεσματικότητα.

Στα Κεφάλαια 3-6 διερευνώνται οι διάφορες παράμετροι της κλινικής εφαρμογής του ηλεκτρικού ερεθισμού. Στα κεφάλαια αυτά υπάρχει μια γενική ανασκόπηση για τον ηλεκτρικό ερεθισμό στο Κεφάλαιο 3 και τον τρόπο εφαρμογής του. Το Κεφάλαιο 4 εστίαζεται στην περίπλοκη θεωρία που διέπει κάποιες από τις διαφορές μεταξύ παλμικών και εναλλασσόμενων ρευμάτων. Στα κεφάλαια 5 και 6 αναλύονται κάποιες από τις κύριες κλινικές εφαρμογές του ηλεκτρικού ερεθισμού, από την αξιολόγηση ως την αγωγή. Η βασική διαφορά μεταξύ των κεφαλαίων είναι ότι η εστίαση στο Κεφάλαιο 5 είναι στον κινητικό ερεθισμό με τη χρήση ηλεκτρικού ερεθισμού. Αυτό σημαίνει ότι αναλύεται ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών και τρόπων για τη διέγερση ενευρωμένων και απονευρωμένων μυών. Πίνεται συζήτηση για τον τρόπο που ενεργεί η εφαρμογή του ερεθισμού, ποιες είναι οι κατάλληλες ρυθμίσεις και για την κλινική αποτελεσματικότητά του. Στο Κεφάλαιο 6 χρησιμοποιείται μια παρόμοια προσέγγιση, αλλά η εστίαση είναι στην εφαρμογή του ηλεκτρικού ερεθισμού για τον αισθητικό ερεθισμό, ειδικότερα για τον έλεγχο του πόνου. Σε άλλες ενότητες του Κεφαλαίου 6 η εστίαση είναι στην ιοντοφόρεση και σε λοιπές εφαρμογές των ηλεκτρικών ρευμάτων. Η κατηγορία «λοιπές εφαρμογές» είναι ευρεία και σε αυτή περιλαμβάνονται κάποιες αρκετά καλά γνωστές και κατανοητές εφαρμογές και άλλες, για τις οποίες η υποκείμενη βάση σε επίπεδο φυσιολογίας είναι πιο αδύναμη.

Η ασφάλεια αποτελεί ένα ζήτημα σχετικά με την εφαρμογή ηλεκτρικού ερεθισμού και άλλων τύπων ΗΦΜ. Ο έλεγχος της μόλυνσης και η ηλεκτρική ασφάλεια είναι κάποιοι από τους σχετικούς παράγοντες. Αυτά, και άλλα εξίσου σημαντικά ζητήματα, θα αναλυθούν στο Κεφάλαιο 7 μαζί με την έννοιες του κινδύνου και των αντενδείξεων.

Στο Κεφάλαιο 8 είναι αφιερωμένο στους πολλούς τύπους της βιοανατροφοδότησης και πώς αυτοί εφαρμόζονται. Ένα μεγάλο τμήμα του Κεφαλαίου αυτού αφορά στην εφαρμογή της ηλεκτρομυογραφικής (ΗΜΓ) βιοανατροφοδότησης. Ο λόγος είναι ότι πλέον εφαρμόζεται συχνά και η πρακτικότητα και η αξιοπιστία του εξοπλισμού βελτιώνεται συνεχώς. Ανα-

λύονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της εφαρμογής της βιο-ανατροφοδότησης και πότε αυτή ίσως να είναι προτιμότερη από τον ηλεκτρικό ερεθισμό που παράγει κινητική απάντηση.

Ο υπέρηχος αποτελεί το κύριο θέμα του Κεφαλαίου 9, τόσο ως αγωγή όσο και ως διαγνωστικό εργαλείο. Οι βιοφυσικές ιδιότητες του υπέρηχου περιγράφονται καθώς και η σύγχρονη γνώση για τη θεραπευτική αποτελεσματικότητα. Γίνεται αναφορά σε κάποια από τα μεθοδολογικά ζητήματα που αφορούν στην απάντηση αυτών των ερωτήσεων, καθώς και σε πρόσφατες έρευνες, από όπου προτείνονται νέες κατευθύνσεις για όσους επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν αυτό το μέσο. Στο τελευταίο μέρος του Κεφαλαίου αυτού υπάρχει μια σύντομη ανασκόπηση του υπέρηχου μακρών κυμάτων, της φονοφόρεσης και του διαγνωστικού υπέρηχου.

Το Κεφάλαιο 10 συνδέεται με τα Κεφάλαια 11 και 12, καθώς όλα αναφέρονται σε διάφορες παραμέτρους της θερμοθεραπείας και της κρυοθεραπείας. Στο Κεφάλαιο 10 περιγράφονται οι εφαρμογές της θερμο- και της κρυοθεραπείας και πώς αυτές επιδρούν στο ανθρώπινο σώμα. Στο Κεφάλαιο 11 γίνεται αναφορά στην επιπλής θερμοθεραπεία και στις συχνά εφαρμοζόμενες μεθόδους, ενώ στο Κεφάλαιο 12 το θέμα είναι η κρυοθεραπεία.

Το Κεφάλαιο 13 είναι αυτόνομο. Περιγράφεται σε αυτό η διαθερμία βραχέων κυμάτων, η οποία αφορά στην εφαρμογή υψησυχνών εναλλασσόμενων ηλεκτρικών ή μαγνητικών πεδίων στο σώμα.

Τα Κεφάλαια 14 και 15 σχετίζονται μεταξύ τους. Στο Κεφάλαιο 14 περιγράφονται οι βασικές αρχές της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Ένας συγκεκριμένος τύπος ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η μικροκυματική, είναι το θέμα του Κεφαλαίου 15. Αυτή η εφαρμογή δεν χάρει μεγάλης εκτίμησης στην αρθρογραφία με την εισαγωγή των φόντων μικροκυμάτων και πλέον δεν χρησιμοποιείται συχνά στην κλινική πράξη, παρά τα σαφή στοιχεία για το βάθος διείσδυσης.

Τα είδη των ΗΦΜ βάσει της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο ορατό και σχεδόν ορατό τμήμα του φάσματος αποτελούν το περιεχόμενο του Κεφαλαίου 16. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στην υπέρυθρη ακτινοβολία, στο ορατό φως και στο laser, καθώς και στον πραγματικό και προτεινόμενο τρόπο δράσης στα γνωστά επίπεδα θεραπευτικής αποτελεσματικότητας.

Το τελευταίο Κεφάλαιο, το 17, αφορά στην υπεριώδη (UV) ακτινοβολία. Αν και UV ακτινοβολία σε κλινικό επίπεδο χρησιμοποιείται όλο και λιγότερο σε πολλές χώρες από ότι παλαιότερα, το Κεφάλαιο παραμένει σημαντικό. Η UV συνεχίζει να εφαρμόζεται και υπάρχει ο κίνδυνος ότι όλο και λιγότεροι κλινικοί θα είναι σε θέση να την εφαρμόζουν αποτελεσματικά. Ο άλλος πιθανός κίνδυνος είναι ότι οι χρήστες δεν έχουν πάντοτε επίγνωση του μεγέθους του άμεσου, αλλά και των μακροπρόθεσμων κινδύνων σχετικά με την εφαρμογή υπεριώδους ακτινοβολίας, από τον εξοπλισμό για μαύρισμα μέχρι τον μεγαλύτερο και πιο ισχυρό εξοπλισμό για κλινική χρήση.

Η μικροκυματική διαθερμία εισήχθη κατά την Β' Παγκόσμιο Πόλεμο. Οι πομποί ραδιοσημάτων ραντάρ, που λειπουργούν στη συχνότητα των 2.54 GHz, βρέθηκε ότι ήταν αποτελεσματικοί για την εντωβάθει θέρμανση των ιστών και υιοθετήθηκαν χρήγορα από τους κλινικούς. Αργότερα βρέθηκε ότι οι μικρότερες μικροκυματικές συχνότητες ήταν πιο επωφελείς (Κεφάλαιο 15).

## ΓΕΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ

Η δομή των περισσότερων κεφαλαίων είναι παρόμοια. Στα περισσότερα η εστίαση είναι σε ένα ΗΦΜ και γίνεται μια δομημένη παρουσίαση των χα-