

# Αρχές Ηλεκτροχειρουργικής

## Principles of Electrosurgery

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ** Η Ηλεκτροχειρουργική αποτελεί μία μέθοδο με πολλές εφαρμογές στις διάφορες ειδικότητες της Ιατρικής και της Οδοντιατρικής. Η συσκευή Ηλεκτροχειρουργικής διαθέτει τρία κύρια εξαρτήματα: την πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, το κύκλωμα ταλαντώσεων και το κύκλωμα του ασθενούς. Τα συχνότερα χρησιμοποιούμενα ηλεκτρόδια θεραπείας προσφέρονται συνήθως κατά την αγορά της συσκευής. Το dispersive electrode και τα συστήματα απομακρύνσεως του καπνού είναι σημαντικά τμήματα της συσκευής. Η Ηλεκτροχειρουργική βρίσκει κλινική εφαρμογή στην καταστροφή επιφανειακών ιστών, τη βαθύτερη καταστροφή ιστών και την ηλεκτροτομή. Θα πρέπει επίσης να σταθμίζονται οι πιθανοί κίνδυνοι κατά τη χρήση της συσκευής, όπως η ύπαρξη βηματοδότη, η πιθανότητα ανάφλεξης κατά την παρουσία οινόπνεύματος ή αερίων του εντέρου, η πιθανή επίδραση ηλεκτρικών εκκενώσεων και η πιθανή μετάδοση μικροοργανισμών κατά την εφαρμογή.

**Λέξεις κλειδιά:** πηγή ενέργειας, κύκλωμα, ηλεκτρόδια θεραπείας, dispersive electrode, κλινικές εφαρμογές ηλεκτροχειρουργικής.

### ΚΩΝ. Β. ΝΟΥΤΣΗΣ

Διευθυντής Δερματολογικής Κλινικής  
Γ.Ν.Α. «Ο Ευαγγελισμός»

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Προκάτοχος της ηλεκτροχειρουργικής υπήρξε η καυτηρίαση με πυρακτωμένο σίδηρο. Για πολλούς αιώνες, πυρακτωμένο μέταλλο χρησιμοποιούνταν για την καυτηρίαση ιστών, την καταστροφή μικροοργανισμών και τον έλεγχο αιμορραγίας (αιμόσταση). Για την επίτευξη υψηλής θερμοκρασίας, αρχικά χρησιμοποιούνταν η πυρά, η οποία αργότερα αντικαταστάθηκε από τον ηλεκτρισμό (ηλεκτροκαυτηρίαση). Με την ηλεκτροκαυτηρίαση, η οποία επινοήθηκε από το Claude Raquelin το 1875, μεταλλικό σύρμα θερμαίνεται από την αντίσταση στη ροή συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος. Η αρχή είναι ακριβώς η ίδια με την χρησιμοποιούμενη στην ηλεκτρική τσιγγέρα ή την ηλεκτρική κουζίνα με την εφαρμογή συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος. Πολύ καλή αιμόσταση (ακόμη και σε υγρό χειρουργικό πεδίο) μπορεί να επιτευχθεί με την ηλεκτροκαυτηρίαση, αλλιώς το τρίτου βαθμού

έγκαυμα που προκύπτει, συχνά προκαλεί μακρόχρονη επούλωση και άσχημο αισθητικό αποτέλεσμα.

Στην ηλεκτροχειρουργική με υψηλής συχνότητας εναλλασσόμενο ρεύμα, το δραστικό ηλεκτρόδιο δε θερμαίνεται.

Σήμερα, σπάνια χρησιμοποιείται μια μικρή (μεγέθους στυλόγράφου) συσκευή ηλεκτροκαυτηρίασης με μπαταρία στα νοσοκομεία και τα εξωτερικά ιατρεία για την αιμόσταση αιμορραγίας μικρού μεγέθους.

Σύγχρονη συσκευή ηλεκτροκαυτηρίασης, η οποία επινοήθηκε από τον Robert Shaw στη δεκαετία του 1970, χρησιμοποιεί συνεχές ρεύμα για να θερμαίνει στους 110-280°C αιχμηρό νυστέρι, που τέμνει και ταυτόχρονα αποφράσσει μικρά αγγεία, χωρίς να προκαλεί σημαντική βλάβη στους γύρω ιστούς.

Το εναλλασσόμενο ρεύμα προκαλεί βιολογικές αντιδράσεις, όπως ηλεκτρική διέγερση νεύρων και μυϊκές συσπάσεις. Το εναλλασσόμενο ρεύμα πρέπει να είναι πολύ υψηλής συχνότητας για να χρησιμοποιηθεί για άηθους σκοπούς, χωρίς να προκαλεί ανεπιθύμητες εκδηλώσεις (τετανικούς σπασμούς και πόνο).

Ο Jacques Arsene d' Arsonval το 1891 έδειξε πειραματικά ότι εναλλασσόμενο ρεύμα, με συχνότητα μεγαλύτερη των 10.000 κύκλων ανά δευτερόλεπτο (10.000 Hertz-Hz), δεν προκαλεί νευρομυϊκή διέγερση, ούτε τετανικές συσπάσεις.

Ο όρος fulguration, από τη Λατινική λέξη fulgur = lightning = αστραπή, κεραυνός, αναφέρεται στη δημιουργία σπινθήρων.

Ο όρος coagulation, από τη Λατινική λέξη coagulare = Curdle = προκαλώ ή υφίσταμαι πήξη, αναφέρεται στη διαθερμοπηξία. Το δραστικό ηλεκτρόδιο έρχεται σε άμεση επαφή με τον ιστό. Το ηλεκτρόδιο γειώσεως (indifferent electrode) επιτρέπει στο εισερχόμενο στον ασθενή ρεύμα να επιστρέψει στην ηλεκτροχειρουργική συσκευή. Το ρεύμα, κατά τη διαθερμοπηξία, διεισδύει βαθύτερα σε σχέση με την ηλεκτροχειρουργική με παραγωγή σπινθήρων (electrofulguration). Ο όρος electrodesiccation, από τη Λατινική λέξη desiccare=ξηράνση χωρίς απανθράκωση των ιστών, αναφέρεται στην παραγωγή λεπτών σπινθήρων, σε αντίθεση προς τους αδρούς σπινθήρες της electrofulguration.

Ο William Bovie, φυσικός στο Harvard, είχε την πιο σημαντική συμβολή στην εξέλιξη της ηλεκτροχειρουργικής, κατασκευάζοντας συσκευή ηλεκτροχειρουργικής ικανή για διαθερμοπηξία και τομή ιστών. Ο διάσημος νευροχειρουργός Harvey Cushing, με τη βοήθεια του Bovie, άρχισε να χρησιμοποιεί τη

συσκευή αυτή για αιμόσταση και τομή ιστών στις χειρουργικές επεμβάσεις στο Peter Bent Brigham Hospital το 1926.

Δύο χρόνια αργότερα, ο Cushing δημοσίευσε τα αποτελέσματα με επαινετικά σχόλια για τη συσκευή αυτή της ηλεκτροχειρουργικής, η οποία εξασφάλισε αποδοχή από τον ιατρικό κόσμο. Η επίδραση της ηλεκτροχειρουργικής συσκευής του Bovie στην ιατρική ήταν τόσο μεγάλη, ώστε ο όρος Bovie συχνά χρησιμοποιείται ως ουσιαστικό αναφερόμενο στην ηλεκτροχειρουργική συσκευή ή ως ρήμα για να περιγράψει την ηλεκτροχειρουργική επέμβαση.

Για την ειρωνεία της τύχης, το Harvard δεν ανανέωσε τη θητεία στον Bovie, λόγω μικρού αριθμού δημοσιεύσεων. Ο Bovie ο οποίος πούλησε το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας στην εταιρεία Liebel-Flarsheim έναντι ενός (1) δολαρίου, χαίρων μεγάλης υπόληψης στον Ιατρικό κόσμο, πέθανε φτωχός.

Η ηλεκτροχειρουργική συσκευή συνεχίζει να εξελίσσεται. Οι τεχνικές ηλεκτροχειρουργικής με παραγωγή σπινθήρων (electrofulguration), ηλεκτροαποξήρανση (electrodesiccation), διαθερμοπηξία (electrocoagulation) και ηλεκτροχειρουργική τομή (electrosection) εκτελούνται με συσκευές συμπαγείς, αποδοτικές, οι περισσότερες από τις οποίες έχουν ηλεκτρονικά κυκλώματα. Η εξέλιξη χρήσιμων εξαρτημάτων επέκτεινε την εφαρμογή των συσκευών αυτών και την ευρύτατη χρήση της ηλεκτροχειρουργικής στις διάφορες ειδικότητες της Οδοντιατρικής και της Ιατρικής.

Η ηλεκτροχειρουργική συσκευή, για τους περισσότερους ιατρούς αποτελεί ένα «μαύρο κουτί» (black box, σφραγισμένη ηλεκτρονική συσκευή).

Βασικές γνώσεις της συσκευής αυτής είναι απαραίτητες για την κατανόηση των τύπων του παραγόμενου ρεύματος και την εκτίμηση των κλινικών εφαρμογών των παραγόμενων κυματομορφών (Waveforms).

Το εισερχόμενο στη συσκευή ηλεκτρικό ρεύμα, διέρχεται μέσω μετασχηματιστών, που μεταβάλλουν το voltage και παρέχουν χαρακτηριστικά απαραίτητα για διάφορες λειτουργίες. Ακολουθώντας, το ρεύμα διέρχεται μέσω κυκλωμάτων ταλαντώσεως, που αυξάνουν τη συχνότητα του ρεύματος και τελικά το ρεύμα εισέρχεται στο κύκλωμα του ασθενούς.

Το ρεύμα έρχεται σε επαφή με τον ασθενή μέσω της χειρολαβής, η οποία απολήγει στο ηλεκτρόδιο θεραπείας. Στο σημείο θεραπείας, η αντίσταση των ιστών στη δίοδο του ρεύματος προκαλεί μετατροπή του υψηλής συχνότητας εναλλασσόμενου ρεύματος σε θερμότητα.

Ταλαντωτές ρεύματος υψηλής συχνότητας, χρησιμοποιούμενοι στις σύγχρονες ηλεκτροχειρουργικές συσκευές, παράγουν ρεύμα με συχνότητες 500.000-3.5 εκατομμύρια κύκλους / sec (500-3.500 kilohertz, KHz). Οι συχνότητες αυτές αποτελούν τμήμα των χαμηλών ραδιοσυχνοτήτων. Οι συσκευές αυτές ηλεκτροχειρουργικής (που εναλλακτικά ονομάζονται συσκευές ραδιοχειρουργικής) δυνατόν να επιφέρουν παρεμβολές στην τεχνολογική διάταξη συντονισμού του ραδιοφώνου. Γι' αυτό οι χρησιμοποιούμενες από τις ηλεκτροχειρουργικές συσκευές ραδιοσυχνότητες καθορίζονται και ελέγχονται από την Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών (Federal Communications Commission) στις ΗΠΑ και από αντίστοιχες επιτροπές σε άλλες χώρες.

## ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ

### Τρία είναι τα κύρια εξαρτήματα:

- πηγή ηλεκτρικής ενέργειας (αποτελούμενη από έναν ή περισσότερους μετασχηματιστές)
- το κύκλωμα ταλαντώσεων (που αυξάνει τη συχνότητα του ρεύματος) και
- το κύκλωμα του ασθενούς (γείωση – ground plate και χειρολαβή απολήγουσα στο ηλεκτρόδιο θεραπείας).

Το ηλεκτρόδιο γειώσεως, αν και είναι απαραίτητο στις περισσότερες επεμβάσεις, δε χρησιμοποιείται στις monoterminial εφαρμογές της ηλεκτροχειρουργικής.

## ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

### Ηλεκτροχειρουργικών επεμβάσεων

Ποικιλία συμπληρωματικών εργαλείων (αξεσουάρ) επαυξάνουν την ευκολία και άνεση των ηλεκτροχειρουργικών επεμβάσεων. Αυτά περιλαμβάνουν: ποικιλία ηλεκτροδίων, προσαρμογέα βελόνης (needle adapter), λαβίδες διαθερμοπηξίας, χειρολαβές με διακόπτη. Στο χώρο των ηλεκτροχειρουργικών επεμβάσεων πρέπει επιπλέον να υπάρχουν συσκευή απομακρύνσεως του καπνού (smoke evacuator) και τα απαραίτητα μέσα για την αποστείρωση των ηλεκτροδίων.

### Ηλεκτρόδια Θεραπείας

Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα ηλεκτρόδια θεραπείας προσφέρονται συνήθως κατά την αγορά της

ηλεκτροχειρουργικής συσκευής. Γενικά, μεγαλύτερου μεγέθους ηλεκτρόδια (υπό μορφήν σφαίρας ή αδράς βελόνης –ball or coarse needle) χρησιμοποιούνται στην ηλεκτροαποξήρανση (electrodesiccation) και ηλεκτροχειρουργική με παραγωγή σπινθήρων (electrofulguration), για να επιτύχουμε θεραπεία σε μεγαλύτερη επιφάνεια. Για την ηλεκτροτομή (electrosection) χρησιμοποιούνται λεπτού πάχους ηλεκτρόδια, τα οποία επιφέρουν ελάχιστη βλάβη των γύρω ιστών. Το χρησιμοποιούμενο ηλεκτρόδιο είναι ευθύ για ευθεία τομή του δέρματος ή στο σχήμα βρόχου (θηλιάς), ρόμβου ή τριγώνου για την αφαίρεση εξωφυτικών βλαβών. Μεγάλη ποικιλία ηλεκτροδίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διαθερμοπηξία σε διάφορες κλινικές εφαρμογές. Πολλοί δερματολόγοι χρησιμοποιούν προσαρμογέα υποδερμικής βελόνης (hypodermic needle adapter). Η επινόηση αυτή επιτρέπει τη χρησιμοποίηση μεταλλικών αποστειρωμένων βελόνων, ως ηλεκτροδίων, στις ηλεκτροχειρουργικές επεμβάσεις. Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στη θεραπεία ευρειαγγείων. Μετά το τέλος της θεραπείας, η βελόνη αφαιρείται από τον προσαρμογέα και απορρίπτεται. Τέτοια μιας χρήσεως ηλεκτρόδια με βελόνη είναι πολύ χρήσιμα σε επεμβάσεις ηλεκτροτομής, εξαιρέσεις εξωφυτικών βλαβών και επανορθωτικές επεμβάσεις.

Υπάρχουν μερικά εξειδικευμένα ηλεκτρόδια, όπως το matricectomy (για τη μερική αφαίρεση της μήτρας του όνυχος σε είσφρηση όνυχος), το ηλεκτρόδιο αναρροφήσεως (κοίλο μεταλλικό ηλεκτρόδιο) και το ηλεκτρόδιο με μονωμένη βελόνη (insulated needle electrode), το οποίο χρησιμοποιείται στην αποτρίχωση και τη θεραπεία ευρυαγγείων.

Τα ηλεκτρόδια δυνατόν να είναι συμπαγή (μη καμπύμενα) ή εύκαμπτα, κατασκευαζόμενα από εύκαμπτο μέταλλο. Ένα τμήμα του μεταλλικού ηλεκτροδίου επικαλύπτεται από μη αγώγιμο μονωτικό υλικό. Όλη η μεταλλική βάση του ηλεκτροδίου πρέπει να προσαρμόζεται καλά στη χειρολαβή πριν θέσουμε σε λειτουργία τη συσκευή, για την αποφυγή ηλεκτροπηξίας του χειριστή.

Το ηλεκτρόδιο καθίσταται λιγότερο αποτελεσματικό καθώς απανθρακωμένοι ιστοί επικάθονται στην επιφάνεια του ηλεκτροδίου. Είναι σημαντικό να διατηρούμε το ηλεκτρόδιο καθαρό κατά τη διάρκεια των ηλεκτροχειρουργικών επεμβάσεων. Αν και τα κυτταρικά ράκη (debris) μπορούν να αποξεστούν με νυστέρι ή με λειαντικό εργαλείο, οι μέθοδοι αυτοί επιφέρουν σημαντική φθορά των ηλεκτροδίων. Απλή τεχνική για την απομάκρυνση κατεστραμμένων ιστών από το ηλε-

κτρόδιο συνίσταται στην περιτύλιξη του ηλεκτροδίου με εμποτισμένη με νερό της βρύσης γάζα και διοχέτευση ρεύματος στο ηλεκτρόδιο επί 10sec. Ακολουθώντας, το ηλεκτρόδιο τρίβεται απαλά με τη βρεγμένη γάζα. Η διαδικασία αυτή καθαρισμού του ηλεκτροδίου είναι πολύ γρήγορη, εύκολη και αποτελεσματική και προλαμβάνει τη φθορά των ηλεκτροδίων.

### Dispersive Electrodes (Ground Plates)

Υπάρχει μεγάλη σύγχυση σχετικά με το ρόλο του ηλεκτροδίου αυτού. Το ηλεκτρόδιο αυτό αναφέρεται με διάφορα ονόματα όπως:

Indifferent electrode, passive electrode, return electrode, ground plate.

Αν και το ηλεκτρόδιο αυτό δεν χρησιμοποιείται στην ηλεκτροαποξήρανση και την ηλεκτροχειρουργική με παραγωγή σπινθήρων, το dispersive electrode παίζει σημαντικό ρόλο στην επίτευξη σταθερών και αξιόπιστων αποτελεσμάτων στη διαθερμοπηξία και ηλεκτροτομή και επίσης στην πρόληψη δυνητικών κινδύνων της ηλεκτροχειρουργικής.

Συχνά οι ιατροί αναφέρονται στο dispersive electrode ως γείωση. Στην πραγματικότητα το dispersive electrode δε γειώνει τον ασθενή, αλλά συμπληρώνει το ηλεκτρικό κύκλωμα που αρχίζει και τελειώνει στην ηλεκτροχειρουργική συσκευή. Το ρεύμα από την ηλεκτροχειρουργική συσκευή εξέρχεται από το χειρουργικό ηλεκτρόδιο θεραπείας, ρέει μέσω του ασθενούς στο indifferent electrode και ακολουθώντας επιστρέφει στη συσκευή.

Η τρίτη σχισμή ή οπή στην πρίζα του τοίχου συνδέεται με τη γη. Το μεταλλικό περίβλημα της ηλεκτροχειρουργικής συσκευής ή το μεταλλικό τμήμα του εξεταστικού τραπεζιού συνδέεται προς την γείωση μέσω της τρίτης αιχμηρής απόληξης (δόντι) του ηλεκτρικού βύσματος. Η διαδρομή αυτή αποτελεί τη διαδρομή ελάχιστης αντίστασης για την απομάκρυνση ανεπιθύμητου ηλεκτρικού ρεύματος. Εάν ο ασθενής τυχαία ακουμπήσει μεταλλικό τμήμα του γειωμένου χειρουργικού τραπεζιού, το ρεύμα αμέσως ακολουθεί αυτή την πορεία ελάχιστης αντίστασης προκαλώντας στον ασθενή ηλεκτροπληξία. Ο ιατρός δυνατόν να καταστεί θύμα ηλεκτροπληξίας, εάν κατά τη διάρκεια ηλεκτροχειρουργικής επεμβάσεως χωρίς γάντια ακουμπήσει τον ασθενή. Στην περίπτωση αυτή γειωμένος είναι ο ιατρός μέσω του δαπέδου και όχι ο ασθενής και το ρεύμα διέρχεται μέσω του σώματος του ιατρού προς την γείωση.

### Συστήματα απομακρύνσεως του καπνού (Smoke Evacuation Systems)

Τα τελευταία χρόνια έχουν προκύψει ανησυχίες σχετικά με την πιθανότητα μόλυνσεως του υγειονομικού προσωπικού από τον καπνό, τον προκαλούμενο κατά την εξαέρωση ιστών στην χειρουργική CO<sub>2</sub> laser και την ηλεκτροχειρουργική. Μελέτες έδειξαν την παρουσία ανέπαφων και βιώσιμων σωματιδίων ιών στον καπνό αυτό. Γι' αυτό όλα τα μέλη της ομάδας θεραπείας θα πρέπει να φορούν χειρουργικές μάσκες προσώπου και να χρησιμοποιούν συστήματα απομάκρυνσης του καπνού, με το στόμιο του αναρροφητικού σωλήνα σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 2cm από την προς θεραπεία περιοχή. Τα συστήματα απομακρύνσεως του καπνού απαιτούν συχνή αλλαγή φίλτρου και σωλήνα συλλογής του καπνού για να λειτουργούν αξιόπιστα.

### ΠΡΟΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ

Εκτιμάται η πιθανότητα εμφανίσεως αλλεργικών αντιδράσεων του ασθενούς σε καθαριστικά του δέρματος, αναισθητικά, τοπικές κρέμες και επιδέσμους. Η ηλεκτροχειρουργική θα πρέπει να γίνεται με προσοχή σε ασθενείς με καρδιακό βηματοδότη, αλλά δεν αντενδείκνυται.

Συσκευή απομακρύνσεως του καπνού θα πρέπει να προσφέρει ασφαλή αφαίρεση του καπνού σε εκτεταμένη ηλεκτροχειρουργική επέμβαση. Το ιατρικό και παραϊατρικό προσωπικό θα πρέπει να χρησιμοποιεί μάσκα και να προστατεύει τους οφθαλμούς από την έκθεση μικροβίων που υπάρχουν στον καπνό. Πάντα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται γάντια. Πριν την ηλεκτροχειρουργική επέμβαση, η προς θεραπεία βλάβη και το γύρω δέρμα θα πρέπει να καθαρίζονται με μη αλκοολικό καθαριστικό, όπως Hibiclens ή Povidone iodine. Υπάρχει πιθανότητα το οινόπνευμα να αναφλεγεί κατά την ηλεκτροχειρουργική επέμβαση, γι' αυτό θα πρέπει να αποφεύγεται.

Τοπική αναισθησία με 1% lidocaine (Xylocaine) με epinephrine, σχεδόν πάντοτε χρησιμοποιείται στην ηλεκτροχειρουργική. Η συνήθης εξαίρεση είναι στη θεραπεία μικρών ευρυαγγειών του προσώπου, στην οποία δεν χρησιμοποιείται αναισθησία. Για την αναισθητοποίηση εντοπισμένων επιφανειακών βλαβών γίνεται τοπική διήθηση με το διάλυμα του αναισθητικού, ενώ field blocks και nerve blocks χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερες ηλεκτροχειρουργικές επεμβάσεις, όπως κατά την θεραπεία ρινοφύματος.

Όταν τοπική αναισθησία χρησιμοποιείται πριν τη θεραπεία θολωτών βλάβων, όπως σπίλου, είναι χρήσιμο να κάνουμε μάλαξη της εξοιδημένης αναισθητοποιημένης περιοχής πριν την ηλεκτροχειρουργική επέμβαση, για να προλάβουμε την εμφάνιση εμβυσισμένης ουλής μετά την επέμβαση.

Η lidocaine είναι ασφαλής, έχει ταχεία έναρξη δράσεως και εξαπλώνεται εύκολα στους ιστούς. Κατά την ηλεκτροχειρουργική επέμβαση ο ασθενής θα πρέπει να είναι κατακεκλιμένος. Η θέση αυτή ελαττώνει τον κίνδυνο λιποθυμίας και πιθανού τραυματισμού του ασθενούς. Ο ιατρός θα πρέπει να καθορίζει την κατάλληλη ένταση ισχύος πριν από κάθε επέμβαση, να επιλέγει το πιο ενδεδειγμένο ηλεκτρόδιο θεραπείας και να τοποθετεί κατάλληλη το dispersive electrode.

### ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ

Τρεις είναι οι κύριες δυνατότητες της ηλεκτροχειρουργικής:

- α) καταστροφή επιφανειακών ιστών (electrodesiccation/ electrofulguration)
- β) βαθύτερη καταστροφή ιστών (electrocoagulation και
- γ) ηλεκτροτομή (electrosection)

### Ελαχιστοποίηση της βλάβης των ιστών από την ηλεκτροχειρουργική επέμβαση

Θα πρέπει να γνωρίζουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν την έκταση βλάβης στην υπό θεραπεία περιοχή. Οι παράγοντες αυτοί είναι:

1. εμβαδό επιφάνειας επαφής του ηλεκτροδίου
2. χρονική διάρκεια επαφής του ηλεκτροδίου με τον ιστό
3. η ένταση του χρησιμοποιούμενου ηλεκτρικού ρεύματος
4. ο τύπος του επιλεγμένου ρεύματος

Επιμελής τεχνική και σχολαστική προσοχή στους παράγοντες αυτούς ελαχιστοποιεί την καταστροφή ιστών από την ηλεκτροχειρουργική. Μεταβάλλοντας το μέγεθος του ηλεκτροδίου, αλλιάζουμε την πυκνότητα ισχύος στο άκρο του ηλεκτροδίου. Όταν το μέγεθος του ηλεκτροδίου αυξάνεται, η ένταση της ισχύος θα πρέπει να αυξηθεί για να επιτύχουμε αποτελέσματα συγκρίσιμα με εκείνα από τη χρησιμοποίηση μικρότερου ηλεκτροδίου σε χαμηλότερη ένταση ισχύος. Η ποσοτική βλάβη ιστών στη θέση θεραπείας αυξάνεται ευθέως ανάλογα με τη χρονική

διάρκεια εφαρμογής του ηλεκτροχειρουργικού ρεύματος. Θα πρέπει να χρησιμοποιούμε τη βραχύτερη διάρκεια εφαρμογής ρεύματος, την αναγκαία για την επιτυχία του επιθυμητού αποτελέσματος. Για να ελαχιστοποιήσουμε τη διάρκεια επαφής του ηλεκτροδίου σε μια περιοχή κινούμε συνεχώς το ηλεκτρόδιο στην περιοχή αυτή κυκλικά ή πέρα – δώθε. Πάντα θα πρέπει να χρησιμοποιούμε την ελάχιστη απαιτούμενη ένταση ισχύος.

Για πολύ επιφανειακές βλάβες, εντοπιζόμενες στην επιφάνεια του επιθηλίου, χρησιμοποιείται electrodesiccation ή electrofulguration αποφεύγοντας την πρόκληση ουλών.

Η διαθερμοπηξία (electrocoagulation), η οποία διεισδύει βαθύτερα, χρησιμοποιείται για πιο εκτεταμένες βλάβες. Γι' αυτό, είναι πολύ σημαντικό ο ιατρός να γνωρίζει την ιστολογική φύση της προς θεραπεία βλάβης. Σε βλάβες που απαιτούν τομή ή εξαίρεση χρησιμοποιείται η ηλεκτροτομή. Όσο βαθύτερη η διείσδυση στο δέρμα της χρησιμοποιούμενης καταστροφικής μεθόδου (ηλεκτροχειρουργική, κρυσταλλοχειρουργική, CO<sub>2</sub> laser) τόσο μεγαλύτερη η πιθανότητα δημιουργίας ουλής. Πρόκληση ουλής δεν είναι αποδεκτή μετά από τη θεραπεία πολύ επιφανειακών δερματικών βλαβών, αισθητικής φύσεως. Κατά τη θεραπεία κακοήθων βλαβών, που απαιτούν εκτεταμένη ηλεκτροχειρουργική καταστροφή, η δημιουργία ουλής αναμένεται.

### Monopolar, Bipolar, Monoterminal, Biterminal

Οι όροι μονοπολικός (monopolar) και διπολικός (bipolar) χρησιμοποιούνται για να δείξουν τον αριθμό των απολήξεων στο άκρο του χειρουργικού ηλεκτροδίου θεραπείας. Όταν το χειρουργικό ηλεκτρόδιο έχει μία μόνο απολήξη στο άκρο του χαρακτηρίζεται μονοπολικό και όταν έχει δύο απολήξεις διπολικό. Έτσι το χειρουργικό ηλεκτρόδιο που απολήγει σε μικρή σφαίρα (μπίλια) είναι μονοπολικό, ενώ το ηλεκτρόδιο που απολήγει σε λαβίδα διπολικό.

Ο όρος monoterminal αναφέρεται στη χρησιμοποίηση μόνο του ηλεκτροδίου θεραπείας, χωρίς να χρησιμοποιείται το indifferent electrode (dispersive electrode, ground plate).

Ο όρος biterminal δείχνει ότι χρησιμοποιούνται και τα δυο ηλεκτρόδια (ηλεκτρόδιο θεραπείας και indifferent ηλεκτρόδιο). Στη διαθερμοπηξία (electrocoagulation) και την ηλεκτροτομή χρησιμοποιούμε και τα δυο ηλεκτρόδια. Στην ηλεκτροαποξήρανση (electrodesiccation) και την ποικιλία της την electrofulguration χρησιμοποιούμε ένα μόνο ηλεκτρόδιο, το ηλεκτρόδιο θεραπείας.

## ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ

### Ηλεκτροχειρουργική και καρδιακοί βηματοδότες

Βηματοδότες σταθερού ρυθμού (ασύγχρονοι asyn-chronous) διεγείρουν την καρδιά με σταθερή συχνότητα, ανεξαρτήτως του ενδογενούς καρδιακού ρυθμού. Οι βηματοδότες αυτοί ανθίστανται στην επίδραση εξω-τερικού ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, όπως εκείνο που προκαλείται από την ηλεκτροχειρουργική. Πάντως, τα τελευταία χρόνια, οι σταθερού ρυθμού βηματοδότες έχουν αντικατασταθεί από τους non competitive demand βηματοδότες (μη ανταγωνιστικούς λειτουργούντες σε πρώτη ζήτηση).

Οι Demand (Synchronous) βηματοδότες χρησιμοποιούν αισθητήρα (sensor) για τη διαπίστωση του ενδογενούς καρδιακού ρυθμού. Εκκλυόμενες ηλεκτρικές ώσεις αποστέλλονται στην καρδιά, όταν ο αυτόματος καρδιακός ρυθμός είναι βραδύτερος από τον προκαθορισμένο ρυθμό του βηματοδότη. Πιο συχνά χρησιμοποιείται ο βηματοδότης που αναστέλλει κοιηλιακές ώσεις.

Ο βηματοδότης αυτός καταστέλλει τη λειτουργία του όταν λάβει ώσεις από φυσιολογική δραστηριότητα των κοιηλιών της καρδιάς. Εάν, μετά από προκαθορισμένο χρονικό μεσοδιάστημα, ο βηματοδότης δεν ανιχνεύσει καρδιακές κοιηλιακές ώσεις, πυροδοτεί νέες ώσεις με σταθερό ρυθμό.

Επειδή η λειτουργία των βηματοδοτών αυτών αναστέλλεται πλήρως από ανιχνεύσιμη παρέμβαση, είναι δυνατόν να προκύψει ασυστολία, εάν ο ασθενής δεν έχει αυτόματο ρυθμό και η ηλεκτρική παρέμβαση είναι παρατεταμένη. Πάντως οι σύγχρονοι βηματοδότες είναι αρκετά ασφαλείς, διαθέτουν προστατευτικό περίβλημα και κυκλώματα απορρίψεως. Έτσι, διάφορα πεδία μαγνητικά και ραδιοσυχνοτήτων σπάνια προκαλούν κλινικά προβλήματα.

Παρ' όλη αυτά, η ηλεκτροχειρουργική αποφεύγεται σε ασθενείς με ασταθή καρδιακή ανεπάρκεια και σε θεραπεία βλαβών εντοπιζόμενων στο υπερκείμενο του βηματοδότη δέρμα.

Κατά την εκτέλεση ηλεκτροχειρουργικών επεμβάσεων σε ασθενείς με βηματοδότη, τα ηλεκτρόδια θα πρέπει να τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε ο βηματοδότης να μη βρίσκεται μεταξύ του ηλεκτροδίου θεραπείας και του dispersive ηλεκτροδίου (ηλεκτροδίου γειώσεως). Αποφεύγεται, έτσι, η ροή ρεύματος σε περιοχή γειτονική προς τον βηματοδότη. Επίσης, για την ελαχιστοποίηση πιθανών προβλημάτων του

βηματοδότη χορηγούμε ηλεκτροχειρουργικό ρεύμα σε ριπές βραχείας διάρκειας μικρότερης των 5 seconds.

### Ανάφλεξη

Υπάρχει ο κίνδυνος ανάφλεξης ή εκρήξεως εάν οι ηλεκτροχειρουργικές επεμβάσεις γίνουν παρουσία οινόπνευματος, οξυγόνου ή αερίων του εντέρου (μεθάνιο). Θα πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερη φροντίδα, ώστε να μην υπάρχει οινόπνευμα στο χειρουργικό πεδίο.

Το οξυγόνο δεν αποτελεί γενικά πρόβλημα, με εξαίρεση το περιβάλλον χειρουργικού θαλάμου. Τα αέρια του εντέρου είναι πολύ εύφλεκτα και απαιτείται προσοχή κατά τις ηλεκτροχειρουργικές επεμβάσεις στην περιεδρική χώρα.

### Ηλεκτρικό Shock

Οι σύγχρονες συσκευές ηλεκτροχειρουργικής είναι αρκετά ασφαλείς και δεν επιτρέπουν την απειλευθήρωση επικίνδυνων ποσοτήτων ηλεκτρισμού σε περίπτωση κακής λειτουργίας. Πάντως και ο ιατρός και ο ασθενής δυνατόν να αισθανθούν την επίδραση ηλεκτρικών εκκενώσεων κατά την ηλεκτροχειρουργική επέμβαση κάτω από ορισμένες συνθήκες. Τέτοια ατυχή περιστατικά δύνανται να προληφθούν εάν ο ασθενής δεν έρχεται σε επαφή με το μεταλλικό κρεβάτι και ο θεράπων ιατρός φοράει γάντια κατά τη διάρκεια της ηλεκτροχειρουργικής επέμβασης.

### Μετάδοση μικροοργανισμών

Υπάρχει η πιθανότητα μετάδοσης μικροοργανισμών, είτε μέσω του ηλεκτροδίου είτε μέσω του εισπνεόμενου καπνού που παράγεται κατά την ηλεκτροχειρουργική επέμβαση. Από τις έρευνες, δεν έχουν προκύψει πειστικές αποδείξεις. Οι ιατροί θα πρέπει να ελαχιστοποιήσουν τον κίνδυνο μετάδοσης μικροοργανισμών μέσω του ηλεκτροδίου, χρησιμοποιώντας αποστειρωμένα ηλεκτρόδια ή ηλεκτρόδια μιας χρήσεως.

Υπάρχουν προσαρμογείς (adapters), οι οποίοι επιτρέπουν τη χρησιμοποίηση μιας χρήσεως μεταλλικών υποδερμικών βελόνων ως ηλεκτροδίων. Στις εκτεταμένες ηλεκτροχειρουργικές επεμβάσεις (ηλεκτροτομή, εκτεταμένη διαθερμοπηξία) και στη χειρουργική με CO<sub>2</sub> laser παράγονται μεγάλες ποσότητες καπνού. Στον καπνό αυτό έχει διαπιστωθεί η παρουσία ανέπαφων σωματιδίων ιού. Συσκευή για την απομάκρυνση του καπνού (smoke evacuator), με το στόμιο του σωλήνα

αναρρόφησης του καπνού σε απόσταση μικρότερη των 2cm από το χειρουργικό πεδίο, ενδείκνυται για εκτεταμένες ηλεκτροχειρουργικές επεμβάσεις, ιδιαίτερα κατά την θεραπεία βλαβών ιογενούς προελεύσεως. Επίπλέον, ο ιατρός και τα άλλα μέλη της θεραπευτικής ομάδας θα πρέπει να φορούν χειρουργική μάσκα.

## ABSTRACT

Electrosurgery is a method with various useful applies in different specialties of Medicine and Dentistry. The device of Electrosurgery has three main appendages: the source of electric energy, the circuit of the oscillation and the circuit of the patient. The mainly used therapy electrodes are provided with the purchase of the device. The dispersive electrode and the systems of detecting smoke are very important components of the device. Electrosurgery has clinical appliance in destroying superficial tissues, destroying deeper tissues and in electrotomy. It is also necessary to think about possible dangers during the use of the device, such as the existence of pacemaker, the possibility of reflection due to alcohol and bowel gas, the possibility of electric shock and the possibility of transmission of pathogenic microbes during the application of the method.

**Key words:** *source of energy, circuit, therapy electrodes, dispersive electrode, clinical appliance of Electrosurgery.*

## Διεύθυνση αλληλογραφίας:

Σόλωνος 66, ΤΚ: 10680 Κολλωνάκι - Αθήνα

Τηλ.: 210 3602966

E-mail: know-x94@otenet.gr

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Goodman MM. Principles of Electrosurgery In Textbook of Cutaneous Surgery edit by Ronald G. Wheeland, W.B. Saunders Company Philadelphia, 1992, pp 206-219.
2. Leal-khoury S, Lodha R and Nouri K. Electrosurgery In Textbook Techniques in Dermatologic Surgery by Keyvan Nouri, Susan Leal-Khoury, Mosby, Edinburgh 2003, pp 81-83.
3. Pollack SV. Electrosurgery of the skin. Churchill Livingstone, New York, 1991.
4. Robinson KJ. Electrosurgery In Textbook Atlas of Cutaneous Surgery Edited by June K. Robinson et al. W.B. Saunders Company, Philadelphia 1996, pp 61-69.
5. Sebben JE. Electrosurgery and cardiac pacemakers. J. Am Acad Dermatol 9:457-463, 1983.
6. Sebben JE. The hazards of electrosurgery. J Am Acad Dermatol 16:869-872, 1987.
7. Sebben JE. Electrosurgery In Textbook of Dermatologic Surgery edited by John L. Ratz Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia 1998. pp 457-472.