



Διαθερμίες

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

- Μικροκύματα 300MHz – 300GHz
- Βραχέα Κύματα 10-100MHz
- Διαθερμίες μικροκυμάτων
- Διαθερμίες βραχέων
- 2450MHz (Αυστραλία, Μ. Βρετανία & Ευρώπη)
- 27,12 MHz \pm 160KHz
- 915 & 433,9MHz (Β. Αμερική)

Λίγα λόγια για τη ιστορία...



1. Το 1890 ο d' Arsonval πέρασε 1A υψηλής συχνότητας ρεύμα μέσα από αυτόν και ένα βοηθό του. Δημιουργήθηκε μόνο ένα ελαφρύ αίσθημα ζέστης.
2. Μετέπειτα έρευνες οδήγησαν στη ανάπτυξη επαγωγικών και χωρητικών μεθόδων για την παροχή υψηλής συχνότητας ρευμάτων στο σώμα, προκειμένου να παραχθεί 'εν τω βάθει θερμότητα'. Αυτές οι τεχνικές ονομάζονται σήμερα διαθερμίες.
3. Από το 1920 και μετά τα ρεύματα υψηλής συχνότητας έγιναν ιδιαίτερα δημοφιλή.
4. Σήμερα οι διαθερμίες είναι συνήθης πρακτική.

50% των φυσικοθεραπευτών στην Αγγλία χρησιμοποιούν κάποιο τύπο διαθερμίας 2-3 φορές την ημέρα. Η πιο δημοφιλής εφαρμογή αφορά τα βραχεία κύματα. (Pope *et al.*, 1995)

Φυσικά Χαρακτηριστικά μικροκυμάτων



1. Έχουν συχνότητα 2450MHz .
2. Η ακτινοβολία παράγεται από μία λυχνία Magnetron, η οποία εκπέμπει μικροκυματική ενέργεια, μέσω ενός ακτινοβόλου (κεραία).
3. Η προς εμπομπή ενέργεια μεταφέρεται στον ακτινοβόλο με έναν κυματοδηγό (ειδικό θωρακισμένο καλώδιο).

Απορρόφηση μικροκυματικής ακτινοβολίας



1. Η κατανομή της θερμότητας στο εσωτερικό ενός ιστού σχετίζεται με τη συμπεριφορά της ακτινοβολίας όπως αυτή υπαγορεύεται από τους νόμους της οπτικής (απορρόφηση, σκέδαση, ανάκλαση, μετάδοση).
2. Η διεισδυτικότητα εξαρτάται από τη συχνότητα, και συνεπώς και από το μήκος κύματος και είναι ανάλογη του τελευταίου. Μεγαλύτερο μήκος κύματος → μεγαλύτερη διεισδυτικότητα → απορρόφηση σε μεγαλύτερο βάθος.
3. Ωστόσο η σχέση δεν είναι γραμμική, γιατί ρόλο παίζει και η σύσταση του ιστού.

Φυσικά Χαρακτηριστικά βραχέων κυμάτων



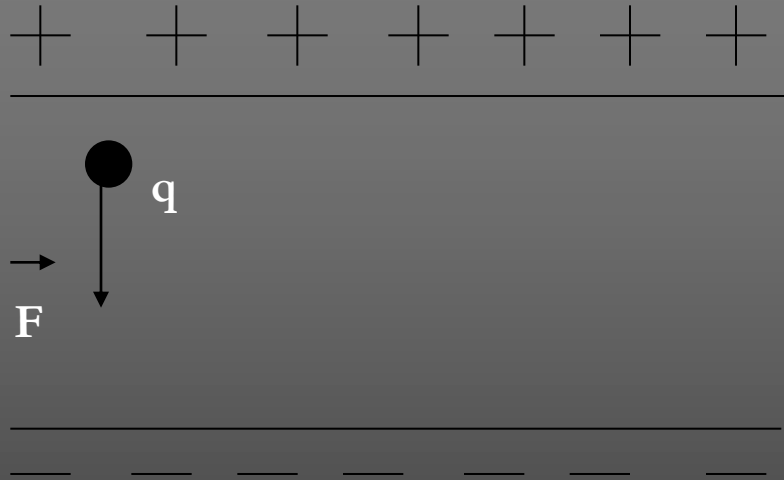
1. Τα βραχέα ραδιοκύματα βρίσκονται ανάμεσα στα μικροκύματα και στα κύματα μέσης συχνότητας.
2. Έχουν συχνότητα 10-100MHz.
3. Τα βραχέα που χρησιμοποιούνται στις ιατρικές εφαρμογές έχουν συχνότητα $27,12\text{MHz} \pm 160\text{kHz}$. Η συχνότητα αυτή χρησιμοποιείται για να μην υπάρχουν παρεμβολές με τα ραδιοκύματα στις επικοινωνίες.

Φυσιολογικά χαρακτηριστικά ακτινοβολίας βραχέων κυμάτων



Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία παράγει ηλεκτρικά ρεύματα και μαγνητικά πεδία που είναι υπεύθυνα για τα φυσιολογικά αποτελέσματα.

Αποτέλεσμα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας



$$F = q E$$

q = φορτίο

F = η δύναμη που ασκείται από το
ηλ. πεδίο

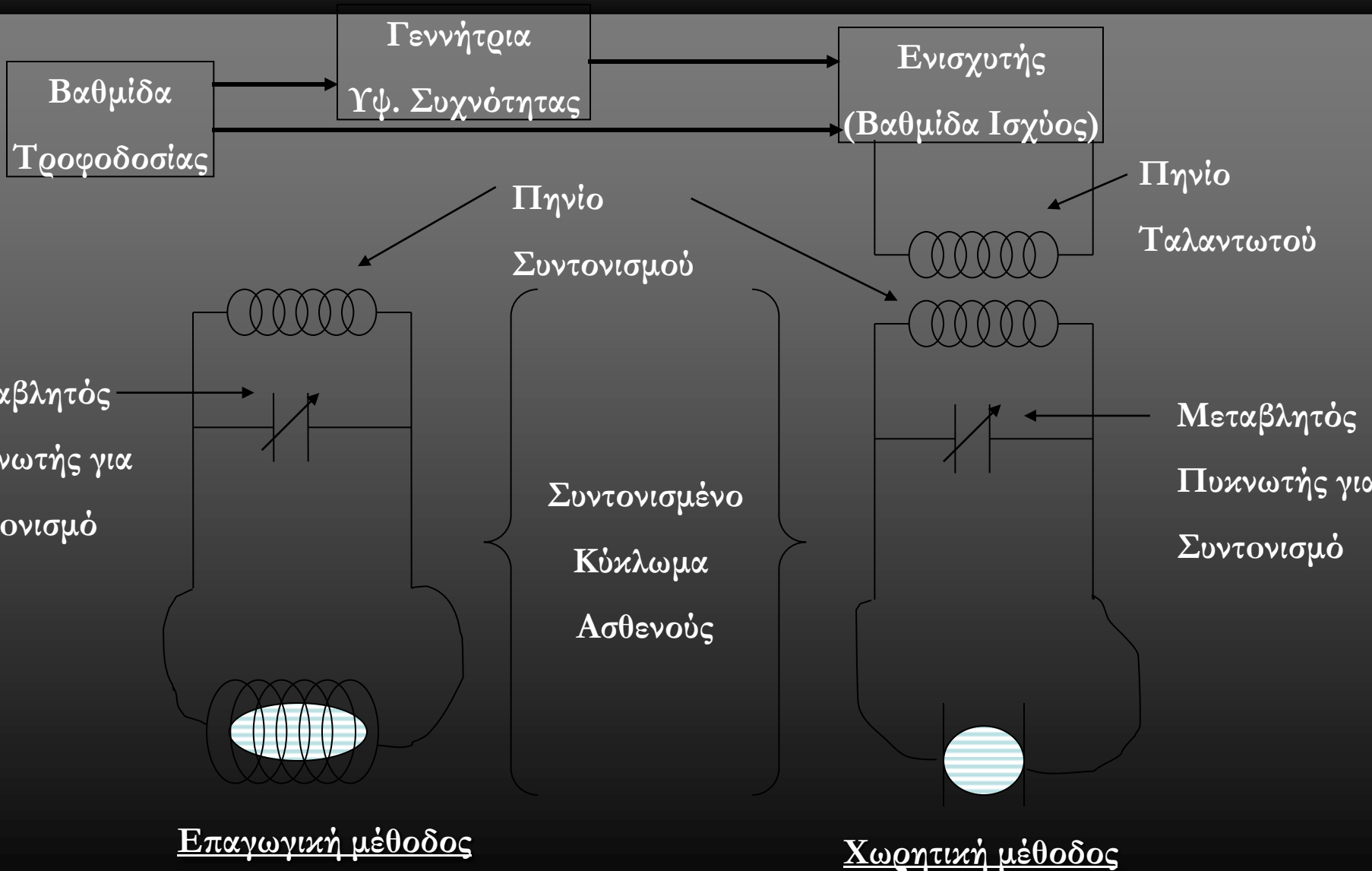
E = ένταση ηλ. πεδίου

Ηλεκτρικό Ρεύμα

Μαγνητικό Πεδίο

Επαγωγικό Ρεύμα

Ο ιστός μέρος του κυκλώματος...



Απορρόφηση της υψηλόσυχνης ενέργειας



Κάτω από την επίδραση υψηλόσυχνης εναλασσόμενης τάσης με τη μέθοδο πυκνωτού ' 'γεννιούνται' ' δύο τύποι ρευμάτων:

1. Ρεύματα αγωγιμότητας, τα οποία παράγουν θερμότητα σύμφωνα με το νόμο του Joule: $Q=i^2Rt$
2. Ρεύματα Μετατόπισης, τα οποία προκύπτουν από την ηλεκτρική πόλωση και το μέγεθος τους εξαρτάται από την χωρητικότητα του ιστού και τη συχνότητα του εναλασσόμενου ρεύματος.

Απορρόφηση της υψηλόσυχνης ενέργειας



Κάτω από την επίδραση υψηλόσυχνης εναλλασσόμενης τάσης με τη μέθοδο πηνίου 'γεννιέται' ένας τύπος ρεύματος γνωστός ως Eddy Currents.

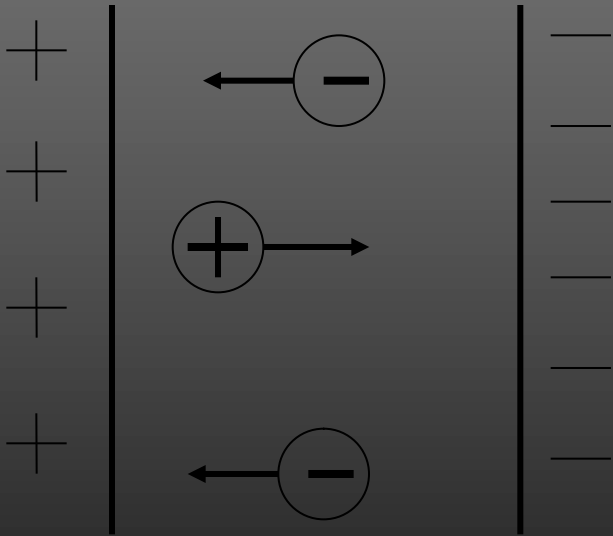
Η αύξηση της θερμοκρασίας στον ιστό κατά τη διάρκεια αυτής της εφαρμογής εξαρτάται από ένα συντελεστή γνωστό ως ειδικός ρυθμός απορρόφησης (specific absorption rate, SAR) (W/Kgr)

SAR = η ενέργεια που απορροφάται ανά μονάδα μάζας

Πώς παράγεται η εν τω βάθει θερμότητα



Φορτισμένα μόρια (ιόντα & πρωτεΐνες)

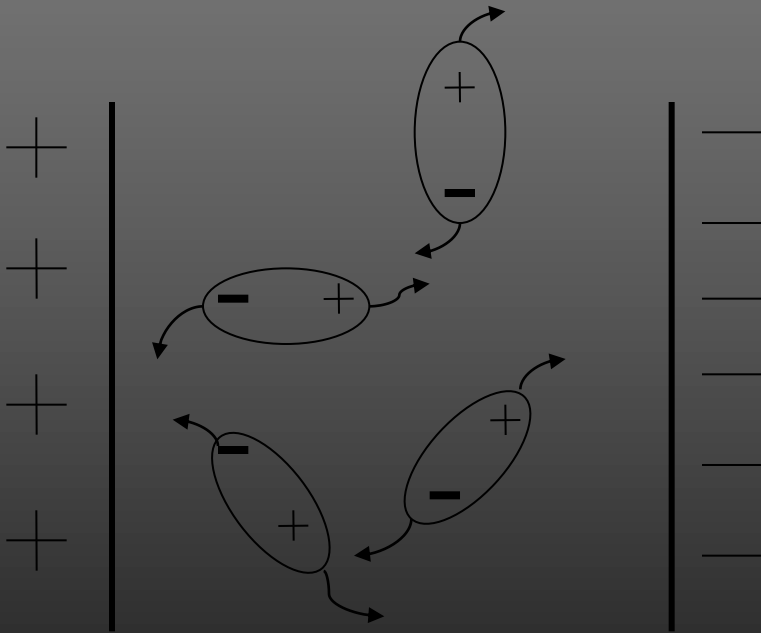


Τα φορτισμένα μόρια κινούνται μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται και τελικά οδηγούνται σε συνεχή ταλάντωση γύρω από μια μέση θέση. Η ταλάντωση έχει ως συνέπεια την παραγωγή θερμότητας

Πώς παράγεται η εν τω βάθει θερμότητα



Δίπολα μόρια (νερό και υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες)



Τα δίπολα μόρια ευθυγραμμίζονται με το θετικό τους πόλο με τον αρνητικό πόλο του ηλεκτρικού πεδίου. Η αλλαγή της πολικότητας προκαλεί περιστροφή του δίπολου. Η θερμότητα παράγεται από την τριβή κοντινών μορίων.

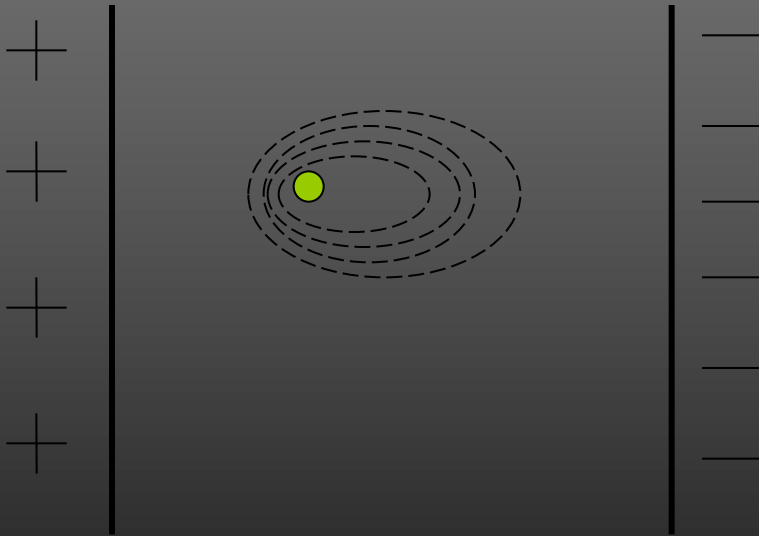


Πώς παράγεται η εν τω βάθει θερμότητα

Ιστοί με υψηλό ιονικό περιεχόμενο (αίμα, ιδρώτας, μεταλλικά προσθέματα)

Λόγω της εναλλαγής του πεδίου έχουμε διαταραχή του νέφους ηλεκτρονίων (κρυσταλλική δομή) ή διαταραχή των τροχιακών και έτσι σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας.

Προσοχή!! Είναι δυνατόν να προκληθούν εγκαύματα



Θεωρητικά !!

Ο λιπώδης ιστός (δεν περιέχει ιονισμένα μόρια) και όσοι ιστοί δεν αιματώνονται, δεν θερμαίνονται με ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

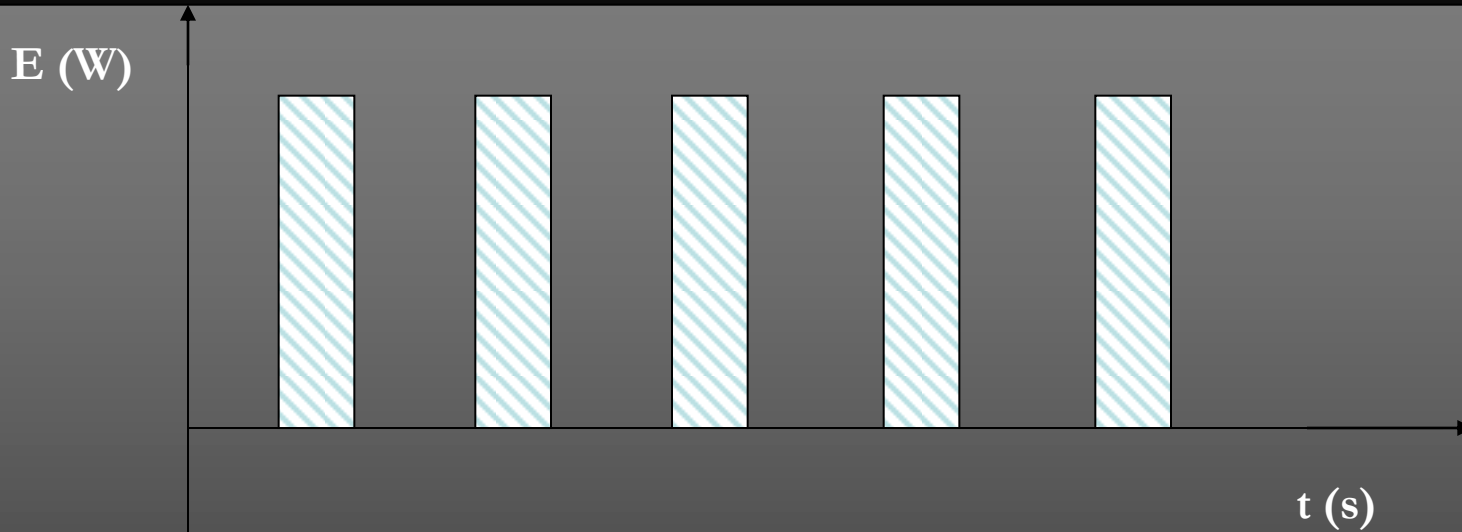
Παλμική και Συνεχής Είπομπή



- Ίδια φυσικά χαρακτηριστικά.
- Η ενέργεια στην παλμική είπομπή παρέχεται σε κύματα.
- Στην παλμική είπομπή δημιουργούνται παράπλευρες μπάντες συχνοτήτων, οι οποίες δεν έχουν κλινική σημασία.
- Η παλμική είπομπή εφαρμόζεται προκειμένου να πετύχουμε ένα 'ελαφρύ ανακιάτεμα' των μορίων, χωρίς όμως να φορτώσουμε τον ιστό με θερμότητα.



Παλμική και Συνεχής Επιπομπή





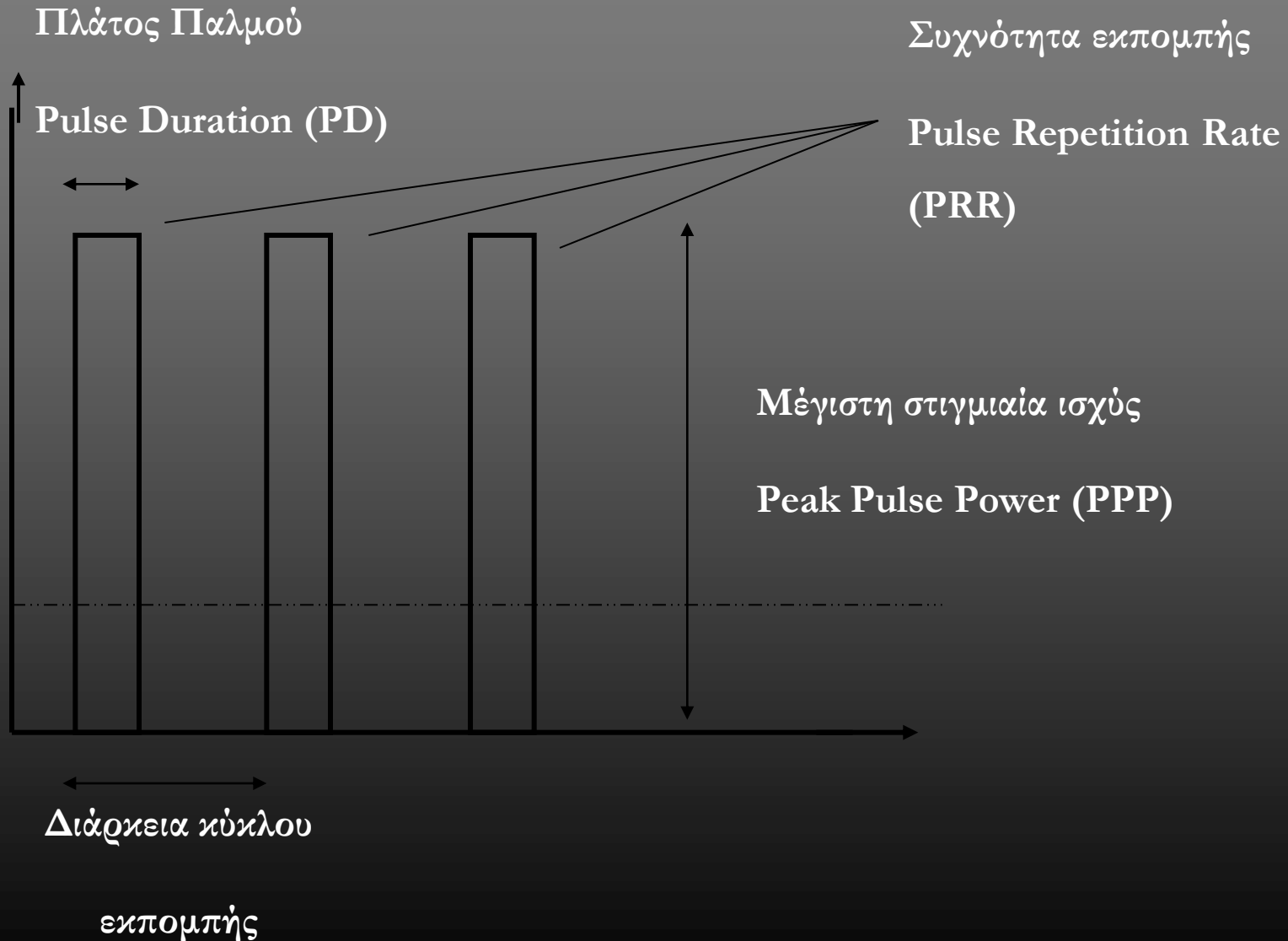
Παλμική Επιπομπή

Τρεις βασικές παράμετροι:

1. Συχνότητα (Pulse Repetition Rate, PRR)
2. Διάρκεια Παλμού (Pulse Duration, PD)
3. Μέγιστη στιγμιαία ισχύς (Peak Pulse Power, PPP)

Μέση Ισχύς = Ρυθμός Επανάληψης Παλμού x
Διάρκεια Παλμού x Μέγιστη στιγμιαία ισχύς

Παράμετροι παλμικής εκπομπής



Μέθοδοι εφαρμογής

Εφαρμογή Πυκνωτού – Χωρητική Εφαρμογή



Τύποι Ηλεκτροδίων

Εύκαμπτες μεταλλικές πλάκες
μέσα σε θήκες από λάστιχο

Άκαμπτες μεταλλικές πλάκες μέσα
σε πλαστικές θήκες (περισσότερο
συνήθη)

Γενικοί Κανόνες για την επιλογή και την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων:

1. Τα ηλεκτρόδια θα πρέπει να είναι ίδιου μεγέθους. Μεγαλύτερη ενέργεια θα μεταφέρεται στην πλευρά του μικρότερου ηλεκτροδίου.
2. Τα ηλεκτρόδια θα πρέπει να είναι ελαφρώς μεγαλύτερα από την περιοχή εφαρμογής.
3. Τα ηλεκτρόδια θα πρέπει να τοποθετούνται παράλληλα και όχι σε επαφή με την προς θεραπεία περιοχή.

Τοποθέτηση ηλεκτροδίων στην εφαρμογή πυκνωτού



1. Τοποθέτηση σε διαφορετικά επίπεδα. Η προς θεραπεία περιοχή τοποθετείται ανάμεσα στα ηλεκτρόδια.
2. Ομοεπίπεδη εφαρμογή. Και τα δύο ηλεκτρόδια τοποθετούνται στο ίδιο επίπεδο στην προς θεραπεία περιοχή. Προσοχή!! Τα ηλεκτρόδια δεν πρέπει να τοποθετούνται πολύ κοντά.
3. Διαμήκης εφαρμογή. Το ένα ηλεκτρόδιο τοποθετείται στον ένα άκρο ενός μέλους και το δεύτερο στο άλλο.

Επαγωγική Εφαρμογή



Τύποι Ηλεκτροδίων

Πηνίο εγκλεισμένο μέσα σε κάλυμμα.

Καλώδιο γύρω από την προς θεραπεία περιοχή. Ανάμεσα τοποθετούνται πεσέτες.

Τρόπος εφαρμογής

Το πηνίο τοποθετείται παράλληλα στην προς θεραπεία περιοχή.



Αποτελέσματα από τη χρήση διαθερμιών

Έρευνες έχουν γίνει στα παρακάτω πεδία:

1. Επούλωση μαλακών μοριών.
2. Αιματώματα.
3. Πρόσφατοι τραυματισμοί ποδοκνημικής.
4. Πόνος.
5. Αναγέννηση νευρικών οδών.



Επούλωση μαλακών μορίων

1. Σημαντική αύξηση ρυθμού επούλωσης σε ποντίκια (Patino et al., 1996)
2. Αυξημένος ρυθμός μηχανισμών επούλωσης σε σκύλους (Cameron, 1961 & Bansal et al., 1990) και σε ανθρώπους (Cameron, 1964)
3. Κανένα ιδιαίτερο αποτέλεσμα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (Constable et al., 1971, Krag et al., 1979) ??? Ενδεχομένως οφείλεται στις χαμηλές δόσεις που χρησιμοποιήθηκαν.

Συμπέρασμα: Περαιτέρω έρευνα είναι απαραίτητη αλλά τουλάχιστον

Δεν προκαλεί αύξηση βακτηριακών πληθυσμών (Badea et al., 1993) καθιστώντας τη μέθοδο ασφαλή.

Αιματώματα



Υπάρχουν πολλές έρευνες που δεν έχουν δείξει ιδιαίτερα σημαντικά αποτελέσματα (Fenn, 1969, Brown & Baker, 1987, Grant *et al.*, 1989, Low 1997)

Αναγέννηση νεύρων



Η έρευνες των Wilson & Jagadeesh (1976) και των Raji & Bowden (1983) έδειξαν αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης των νευρικών οδών μετά την εφαρμογή διαθερμίας.

Πόνος



1. Σημαντική ανακούφιση από τον πόνο αιόμη και σε σχέση με τη φαρμακευτική αγωγή (El-Dibany et al., 1986)
2. Πληθώρα ερευνών συνηγορούν σε αυτήν την παρατήρηση.
3. Ιδιαίτερα αποτελέσματα σε πόνους πλάτης και αυχένα.

Δόση



1. Γενικός Κανόνας: Χαμηλότερες δόσεις σε οξεία περιστατικά και υψηλότερες σε χρόνιες παθήσεις.
2. Δεν υπάρχει επαρκής βιβλιογραφία για τον ακριβή καθορισμό της δόσης ανά πάθηση.
3. Συνεπώς η εφαρμοζόμενη δόση πρέπει να είναι τόση, ώστε μόνο ένα ελαφρύ αίσθημα θερμότητας να είναι αντιληπτό.

Προετοιμασία για την εφαρμογή διαθερμίας



Προετοιμασία ασθενή:

- Εξετάστε την ευαισθησία του ασθενή στον πόνο και στην θερμότητα.
- Αποκλείστε τις αντενδείξεις.
- Βεβαιωθείτε ότι έχουν απομακρυνθεί όλα τα μεταλλικά αντικείμενα από την περιοχή θεραπείας.
- Απομακρύνετε όλα τα ρούχα και τους επιδέσμους στην περιοχή θεραπείας.
- Βεβαιωθείτε ότι το δέρμα είναι στεγνό.
- Ζητήστε από τον ασθενή να σας αναφέρει αμέσως οποιαδήποτε δυσάρεστη αίσθηση.
- Αφαιρέστε τα βοηθήματα ακοής.

Προετοιμασία για την εφαρμογή διαθερμίας



Προετοιμασία της συσκευής. Βεβαιωθείτε ότι

1. Τα καλώδια είναι σωστά συνδεδεμένα.
2. Τα καλώδια και τα ηλεκτρόδια δεν ακουμπούν σε μεταλλικές επιφάνειες.
3. Τα ηλεκτρόδια είναι σωστά τοποθετημένα ως προς τη περιοχή θεραπείας.
4. Οι γονάδες δεν ακτινοβολούνται.
5. Τα καλώδια δεν βρίσκονται κοντά σε άλλα σημεία του σώματος.
6. Ο ασθενής δεν βρίσκεται πάνω σε μεταλλικό κρεβάτι ή κάθισμα και όλα τα μεταλλικά αντικείμενα βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 3m.

Προετοιμασία για την εφαρμογή διαθερμίας



Κατά τη διάρκεια της θεραπείας θα πρέπει να:

1. Βρίσκειστε σε απόσταση τουλάχιστον 1m από τα ηλεκτρόδια και 0,5m από τα καλώδια.
2. Ελέγχετε ότι ο ασθενής παραμένει στη σωστή θέση.
3. Ελέγχετε ότι ο ασθενής δεν μένει μόνος του. Σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει να έχει στη διάθεση του διακόπτη επείγουσης απενεργοποίησης.
4. Ελέγχετε ότι ο ασθενής δεν αγγίζει τη συσκευή.
5. Ελέγχετε ότι κανένα άλλο άτομο δε βρίσκεται κοντά στη συσκευή.

Κίνδυνοι κατά την εφαρμογή διαθερμίας



1. Εγκυάματα.
2. Έξαρση των συμπτωμάτων, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται θερμικές δόσεις.
3. Εξάπλωση υπάρχουσας παθολογίας π.χ. Όγκοι ή παθογόνοι παράγοντες.
4. Καρδιακή προσβολή, λόγω ηλεκτρικού σοκ ή παρεμβολής με βηματοδότη.
5. Τερατογένεση μετά από εφαρμογή κατά το πρώτο τρίμηνο της εγκυμοσύνης.



Αντενδείξεις

Η εφαρμογή διαθερμίας πρέπει να αποφεύγεται στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Βηματοδότης.
- Μεταλλικά προσθέματα (εσωτερικά & εξωτερικά).
- Βλάβες λόγω υπερβολικής θερμότητας (σοβαρά εγκαύματα).
- Άτομα που δεν συνεργάζονται λόγω φυσικής ή νοητικής στέρησης.
- Εγκυμοσύνη.
- Αιμορραγικές καταστάσεις.
- Ισχαιμικοί ιστοί.
- Κακοήθεις όγκοι.
- Φυματίωση στην ενεργή φάση.
- Πρόσφατες θρομβώσεις αγγείων.
- Πυρετός.
- Παράλληλη εφαρμογή ακτίνων X

Εφαρμογή με προσοχή χρειάζεται σε περιπτώσεις που υπάρχει αναπτυσσόμενη επίφυση.



Κίνδυνοι για το χειριστή

Έρευνες έχουν δείξει αυξημένο κίνδυνο καρδιακών νοσημάτων, καθώς και αυξημένο αριθμό τερατογενέσεων σε φυσικοθεραπευτές-τριες που χρησιμοποιούσαν συχνά διαθερμίες (Kallen et al., 1982, Stewart, 1993)

Οι προφυλάξεις που προαναφέρθηκαν πρέπει να τηρούνται αυστηρά!!