



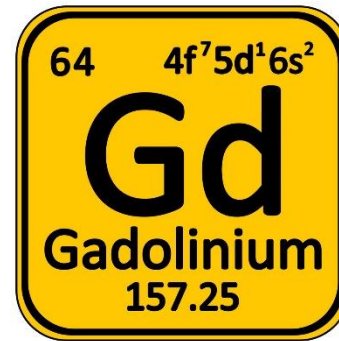
Κίνδυνοι και Ατυχήματα στην ΑΜΣ

Γιάννης Σειμένης
Τμήμα Ιατρικής ΔΠΘ

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κίνδυνοι & Ατυχήματα στην ΑΜΣ



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία
Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κύρια Ζητήματα Ασφάλειας στην ΑΜΣ

- Βιολογικές Επιδράσεις Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων
 - Στατικό μαγνητικό πεδίο
 - Χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο
 - Πεδίο ραδιοσυχνοτήτων (RF)
- Ακουστικός Θόρυβος
- Εμφυτεύματα / Συσκευές
- Σκιαγραφικά μέσα στην ΑΜΣ
- Κρυογόνα

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κύρια Ζητήματα Ασφάλειας στην ΑΜΣ

- Βιολογικές Επιδράσεις Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων
 - Στατικό μαγνητικό πεδίο
 - Χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο
 - Πεδίο ραδιοσυχνοτήτων (RF)
- Ακουστικός Θόρυβος
- Εμφυτεύματα / Συσκευές
- Σκιαγραφικά μέσα στην ΑΜΣ
- Κρυογόνα

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Έκθεση σε ΗΜ πεδία στην ΑΜΣ

Πεδίο	Εύρος	Συχνότητα	Διάρκεια
Στατικό μαγνητικό πεδίο (B_0)	0.2–7 T	0 Hz	Συνεχής έκθεση
Χωρικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο (ασύμμετρο πεδίο) (dB/dx)	0–25 T/m	0 Hz	Πάντα ενεργό Μετακίνηση εντός αυτού ισοδυναμεί με ένα χρονικά (αργά) μεταβαλλόμενο πεδίο
Χρονικά μεταβαλλόμενα μαγνητικά πεδία (βαθμιδωτά πεδία) (dB/dt)	0–66 mT/m	0- >10 kHz	Πολλαπλοί τραπεζοειδείς παλμοί διάρκειας λίγων ms Υψηλός κύκλος λειτουργίας Χρόνος ανόδου 0.1–1 ms Ρυθμός μεταβολής έως 200 T/m/s
Πεδίο ραδιοσυχνοτήτων (B_1)	0–50 μ T	8–300 MHz	Παλμοί διαμόρφωσης μεγέθους ελάχιστων ms Χαμηλός κύκλος λειτουργίας

Τροποποιημένος Πίνακας από McRobbie, *BJR*, 85 (2012), 293–312

Κύρια Ζητήματα Ασφάλειας στην ΑΜΣ

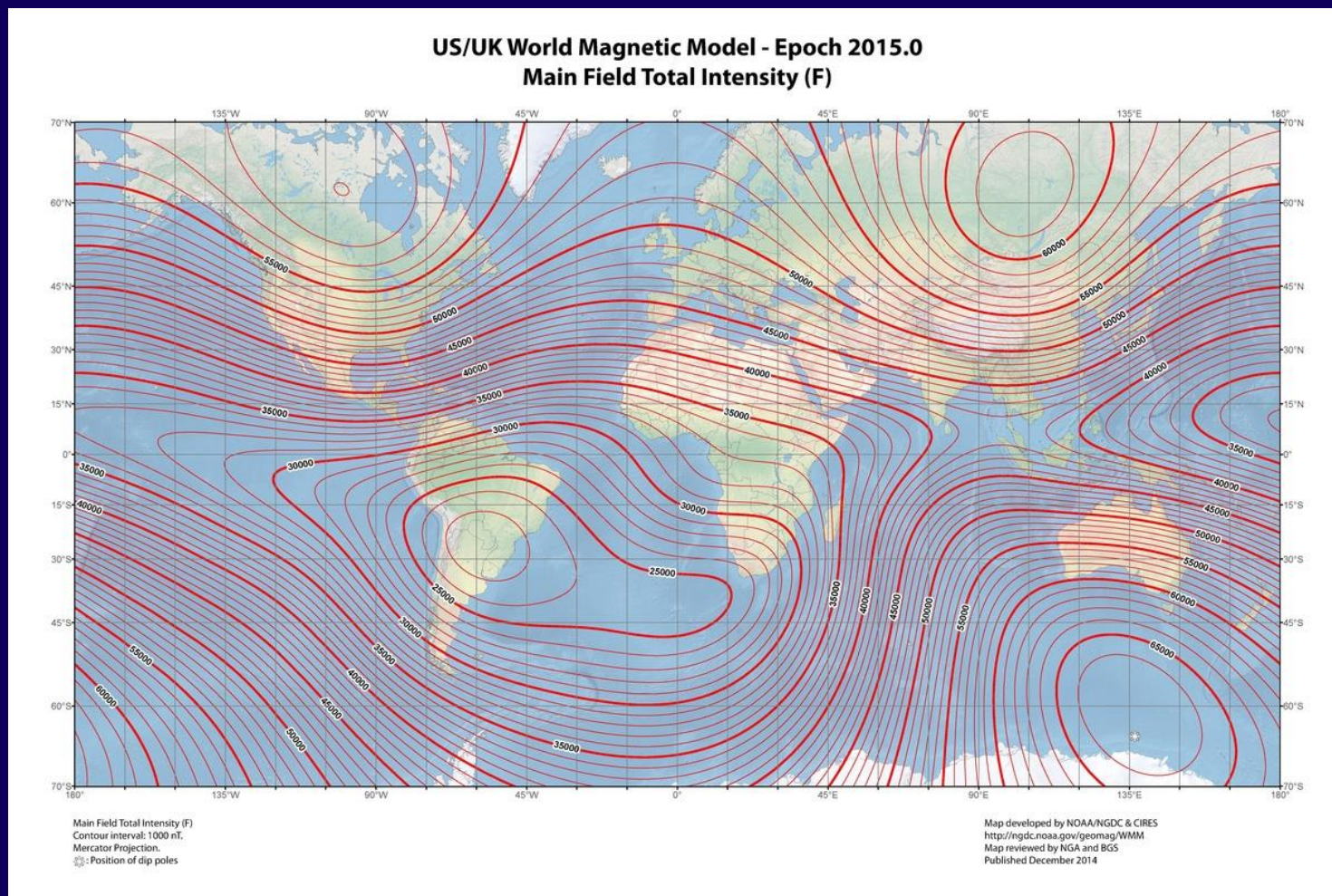
- Βιολογικές Επιδράσεις Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων
 - Στατικό μαγνητικό πεδίο
 - Χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο
 - Πεδίο ραδιοσυχνοτήτων (RF)
- Ακουστικός Θόρυβος
- Εμφυτεύματα / Συσκευές
- Σκιαγραφικά μέσα στην ΑΜΣ
- Κρυογόνα

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Στατικό Μαγνητικό Πεδίο (B_0)

- Στατικό στο χρόνο αλλά όχι στο χώρο...

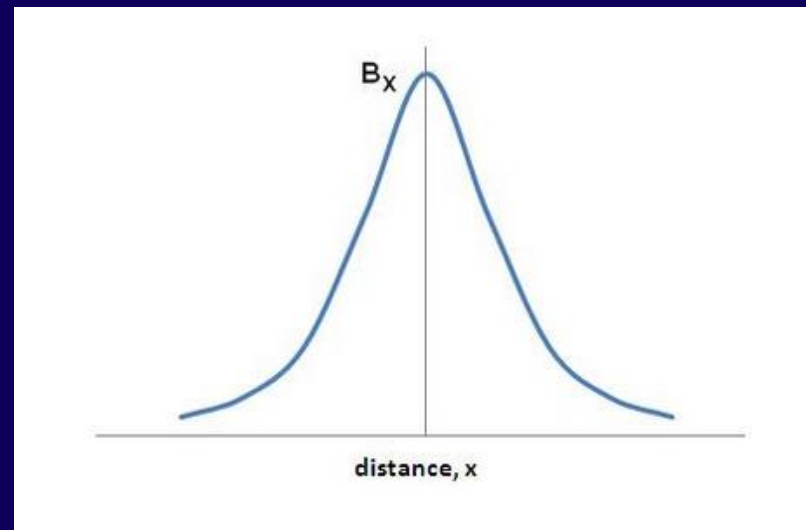


2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Ασύμμετρο Πεδίο

- Το μαγνητικό πεδίο έξω από τον μαγνήτη, το οποίο είναι σημαντικά υψηλότερο από το πεδίο της γης (fringe / stray field)
- Η έντασή του και η χωρική κατανομή του εξαρτώνται από
 - την ένταση του στατικού πεδίου
 - Τον τύπο του μαγνήτη
 - Μαγνήτες χωρίς θωράκιση έχουν ιδιαίτερα εκτεταμένο ασύμμετρο πεδίο



Διακύμανση μαγνητικού πεδίου
κατά μήκος του άξονα ενός
κυκλικού πηνίου

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Ασύμμετρο Πεδίο

- Το μαγνητικό πεδίο έξω από τον μαγνήτη, το οποίο είναι σημαντικά υψηλότερο από το πεδίο της γης (fringe / stray field)
- Η έντασή του και η χωρική κατανομή του εξαρτώνται από
 - την ένταση του στατικού πεδίου
 - Τον τύπο του μαγνήτη
 - Παθητική θωράκιση

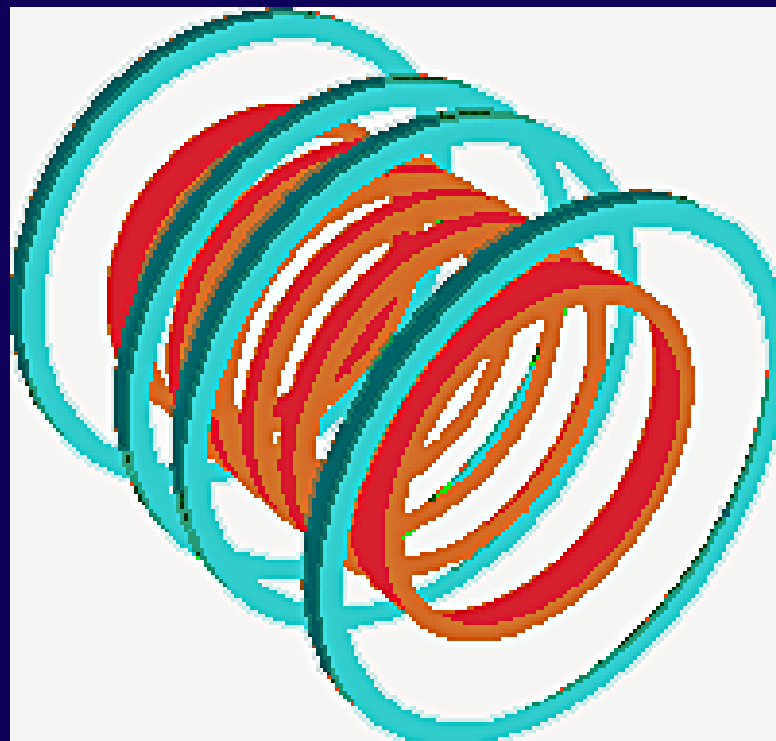


2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Ασύμμετρο Πεδίο

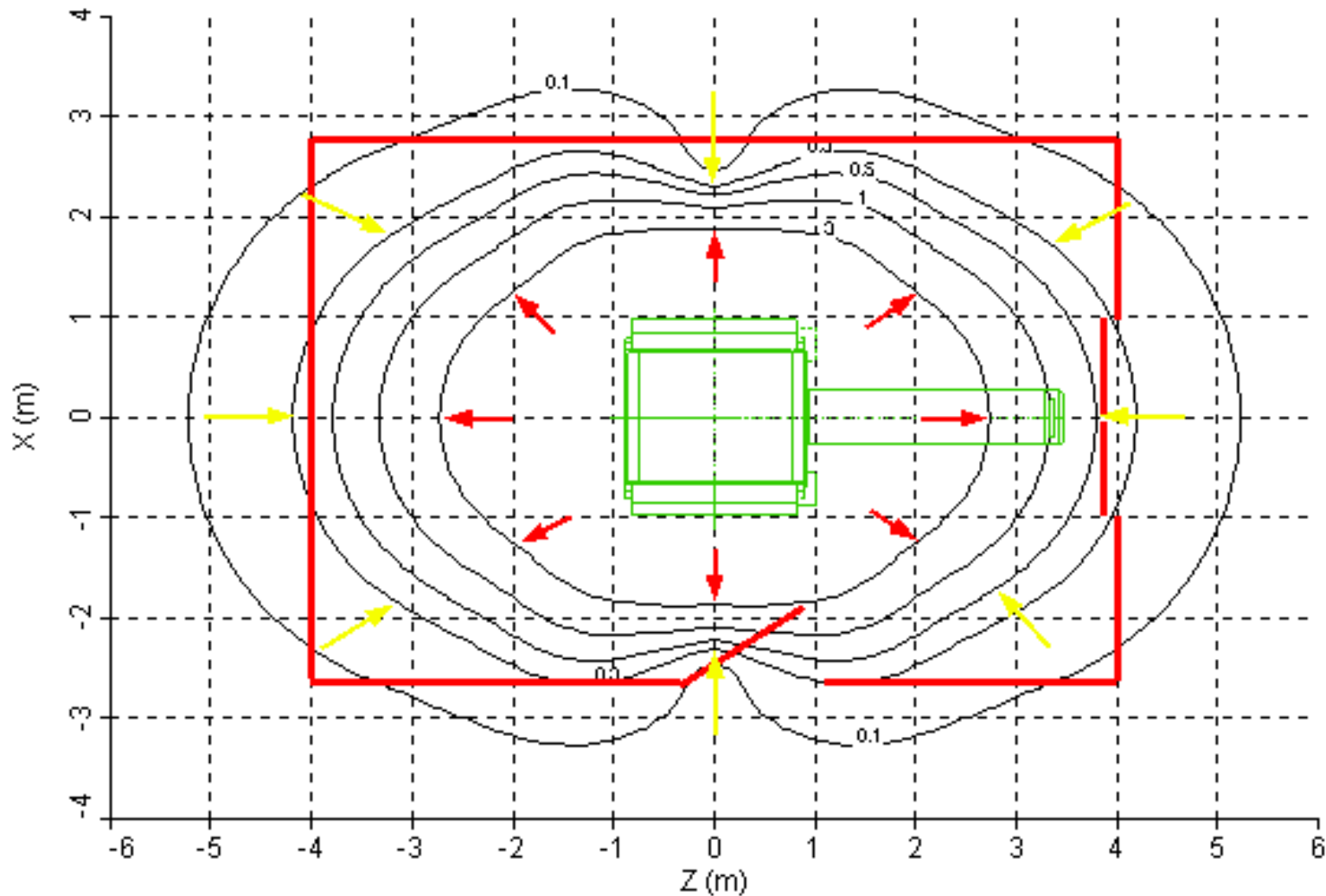
- Το μαγνητικό πεδίο έξω από τον μαγνήτη, το οποίο είναι σημαντικά υψηλότερο από το πεδίο της γης (fringe / stray field)
- Η έντασή του και η χωρική κατανομή του εξαρτώνται από
 - την ένταση του στατικού πεδίου
 - Τον τύπο του μαγνήτη
 - **Ενεργή θωράκιση**



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

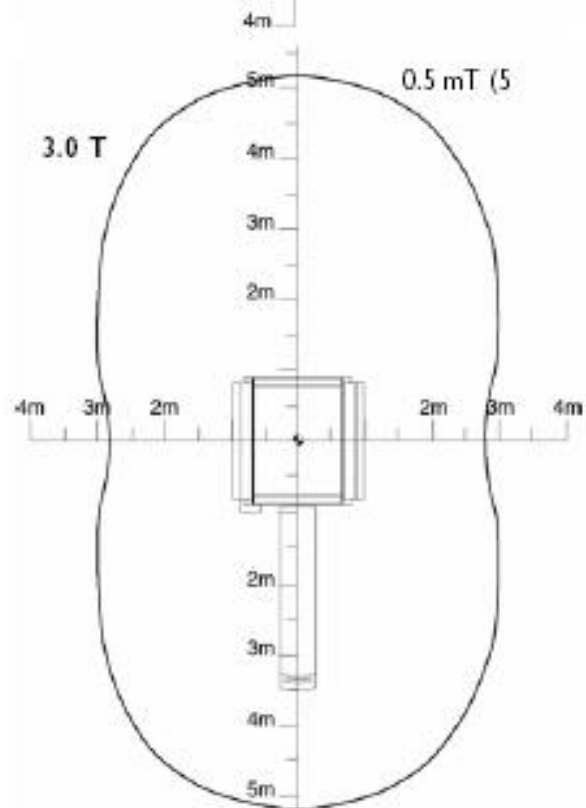
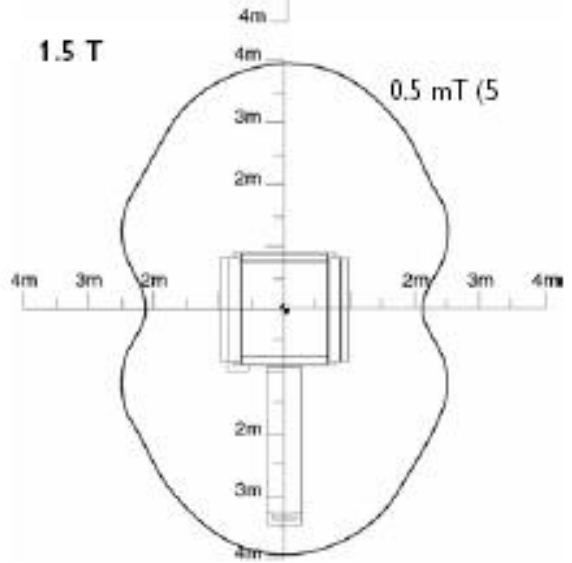
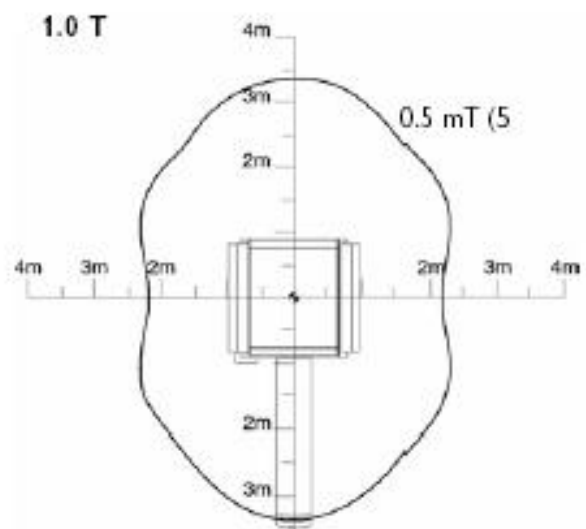
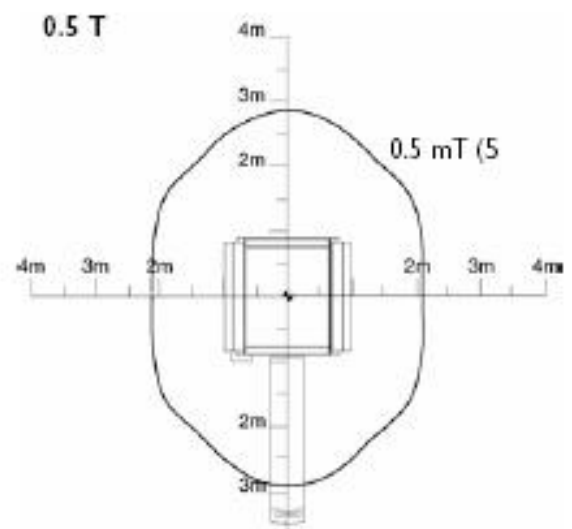
Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Fringe field in mT



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018



Ασύμμετρο Πεδίο

- Δημιουργεί ένα χωρικά διαμορφούμενο βαθμιδωτό μαγνητικό πεδίο
- Το βαθμιδωτό αυτό πεδίο αναφέρεται στο ρυθμό με τον οποίο το στατικό μαγνητικό πεδίο μεταβάλλεται με την απόσταση ή στο χώρο
- Εκφράζεται ως dB/dx (Tesla/meter)
- Θεωρείται ότι η κίνηση (της κεφαλής) εντός του χωρικά διαμορφούμενου πεδίου προκαλεί κάποια ήπια αισθητηριακά φαινόμενα



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Βραχύβιες Επιδράσεις

Φαινόμενα που έχουν αναφερθεί σε σχέση με την κίνηση εντός ισχυρών μαγνητικών πεδίων:

- Ναυτία
- Ίλιγγος
- Πονοκέφαλος
- Ζάλη
- Αιμωδίες
- Μεταλλική γεύση
- Οπτικές διαταραχές
- Ερεθισμός περιφερικών νεύρων (έως πόνο)

Τα φαινόμενα αυτά είναι προσωρινά και οι επιδράσεις σταματούν μετά την έξοδο από την αίθουσα του μαγνήτη

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Βραχύβιες Επιδράσεις

Φαινόμενα που έχουν αναφερθεί σε σχέση με την κίνηση εντός ισχυρών μαγνητικών πεδίων:

- Ναυτία
- **Ίλιγγος**
- Πονοκέφαλος
- Ζάλη
- Αιμωδίες
- Μεταλλική γεύση
- Οπτικές διαταραχές
- Ερεθισμός περιφερικών νεύρων (έως πόνο)



Η άμεση επίδραση του μαγνητικού πεδίου στα ρεύματα ιόντων στο αιθουσαίο σύστημα μπορεί να συνεισφέρει στο αίσθημα ιλίγγου

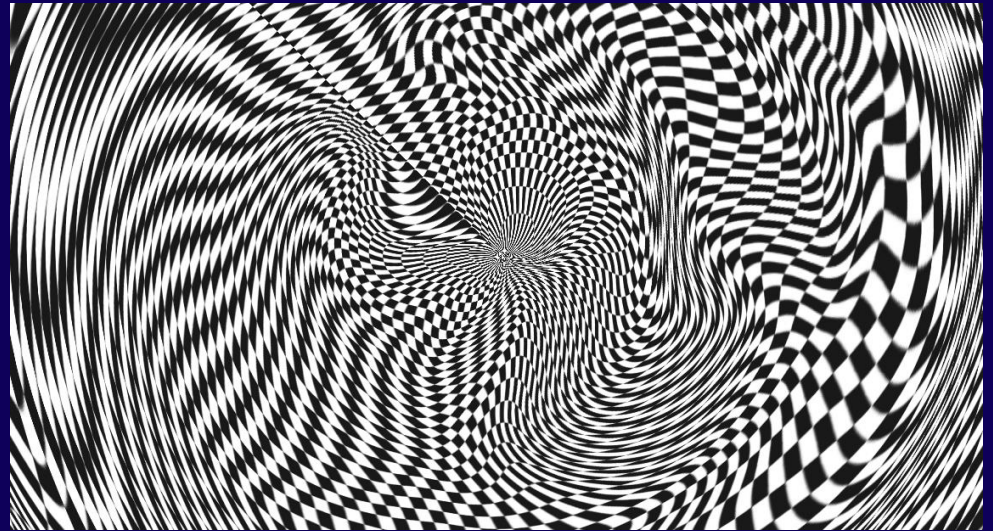
2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Βραχύβιες Επιδράσεις

Φαινόμενα που έχουν αναφερθεί σε σχέση με την κίνηση εντός ισχυρών μαγνητικών πεδίων:

- Ναυτία
- Ίλιγγος
- Πονοκέφαλος
- Ζάλη
- Αιμωδίες
- Μεταλλική γεύση
- **Οπτικές διαταραχές**
- Ερεθισμός περιφερικών νεύρων (έως πόνο)



Οι μαγνητικές φωσφίνες που γίνονται αντιληπτές ως λάμπσεις φωτός

Το μεταβαλλόμενο πεδίο επάγει ρεύμα στον αμφιβληστροειδή ή στον οπτικό φλοιό με αποτέλεσμα τη ψευδαίσθηση του φωτός

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

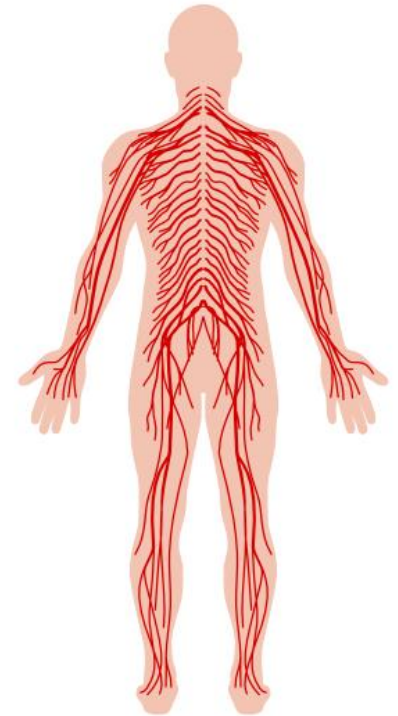
Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Βραχύβιες Επιδράσεις

Φαινόμενα που έχουν αναφερθεί σε σχέση με την κίνηση εντός ισχυρών μαγνητικών πεδίων:

- Ναυτία
- Ίλιγγος
- Πονοκέφαλος
- Ζάλη
- Αιμωδίες
- Μεταλλική γεύση
- Οπτικές διαταραχές
- Διέγερση περιφερικών νεύρων (έως πόνο)

Peripheral Nerve System



Για φυσιολογικές κινήσεις, η τιμή κατωφλίου για τη διέγερση των νεύρων είναι απίθανο να συμβεί σε εκθέσεις $< 8T$

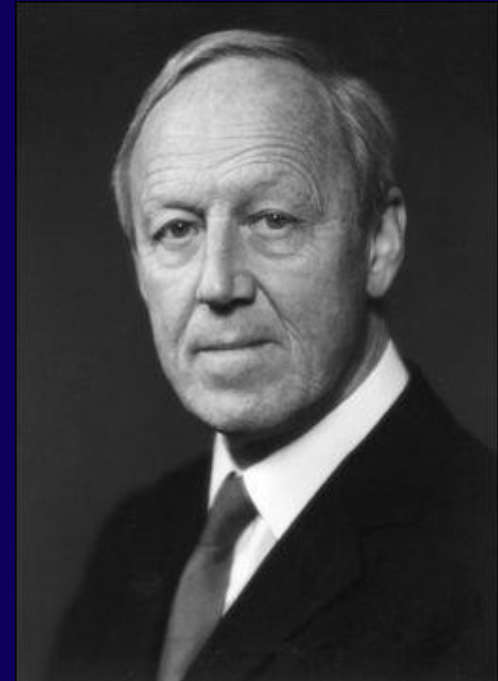
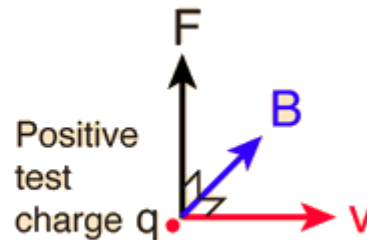
2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Βραχύβια Μαγνητοϋδροδυναμικά φαινόμενα

- Η μαγνητοϋδροδυναμική μελετά τις μαγνητικές ιδιότητες των ηλεκτρικά αγωγίμων υγρών
- Η ροή υγρών ηλεκτρικά αγωγίμων μέσα σε μαγνητικό πεδίο επάγει δύναμη που αντιτίθεται στην ροή

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$



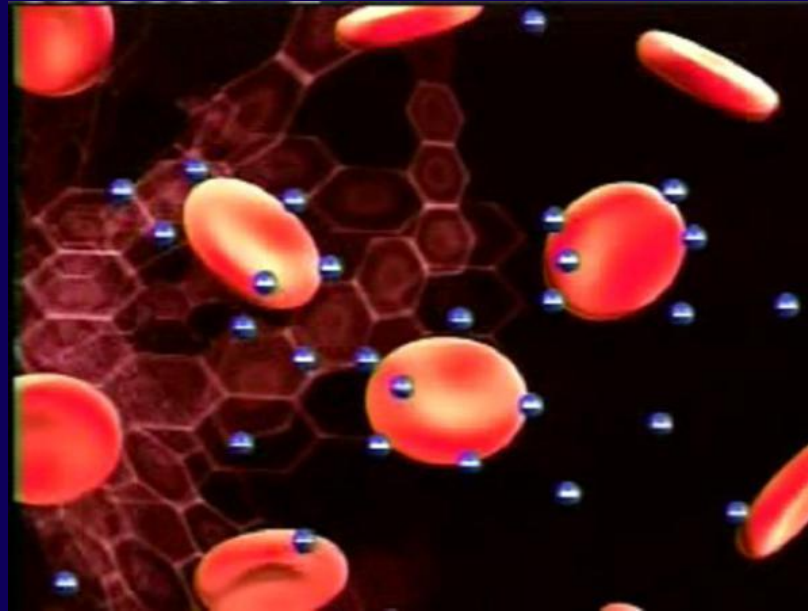
Hannes Alfvén was a Swedish electrical engineer, plasma physicist and winner of the 1970 Nobel Prize in Physics for his work on magnetohydrodynamics

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας:

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Η

Βραχύβια Μαγνητοϋδροδυναμικά φαινόμενα

- Αμελητέα επίδραση στην πίεση του αίματος ακόμη και σε πολύ υψηλά πεδία
- Η καρδιακή παροχή παραμένει σταθερή χωρίς καμία ανάγκη για αυξημένη καρδιακή δραστηριότητα



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Βραχύβια Μαγνητοϋδροδυναμικά φαινόμενα

- Η δράση μιας μικρής μαγνητοϋδροδυναμικής δύναμης στην ενδολέμφο μπορεί να επιφέρει ίλιγγο

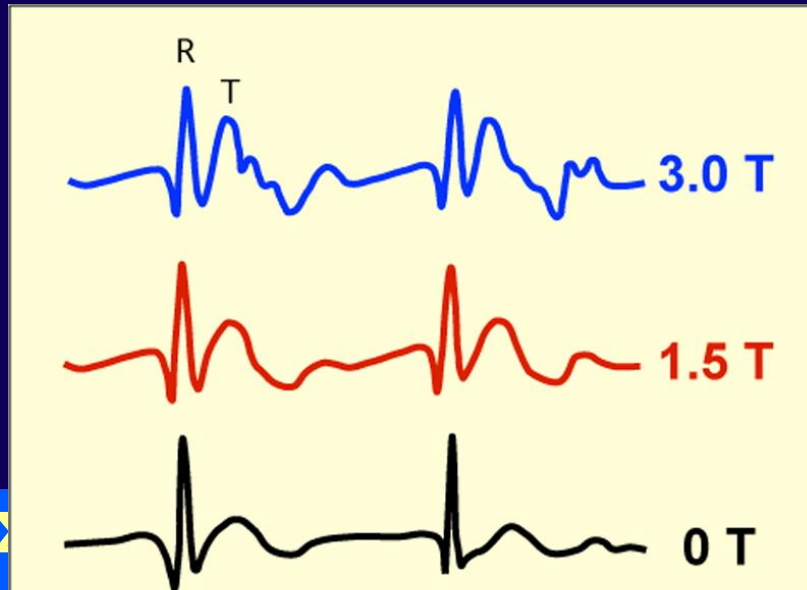


2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Βραχύβια Μαγνητοϋδροδυναμικά φαινόμενα

- Παραποίηση του ΗΚΓ (αύξηση του T-επάρματος ή/και μείωση του R-επάρματος είναι πιθανά)
- Η ΜΥΔ-παραγόμενη τάση (5-10 mV στο 1.5T) στο αίμα της κατιούσας θωρακικής αορτής επιπροστίθεται στο T-έπαρμα
- Κανένα επιβλαβές αποτέλεσμα, παρά μόνο μη βελτιστοποιημένος σκανδαλισμός....



Είναι τα στατικά μαγνητικά πεδία ασφαλή για τους ζωντανούς οργανισμούς;

Αιωρούμενος Βάτραχος !



- Ο βάτραχος αυτός μετεωρίζεται σε μαγνητικό πεδίο 16T (Οι βάτραχοι δεν υπέστησαν καμία βλάβη)

Berry MV and Geim AK, Eur J Physics, 18, 307-313, 1997.

- Τα μέχρι σήμερα διαθέσιμα στοιχεία υποδηλώνουν ότι η βραχυχρόνια έκθεση δεν έχει σημαντικά επιβλαβή βιολογικά αποτελέσματα

Kangarlu A. and Robitaille P.L., Concepts Magn Reson, 16, 321-359, 2006.

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Στατικό Μαγνητικό Πεδίο & Εγκεφαλική Λειτουργία

JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING 18:342-345 (2003)

Original Research

Randomized Comparison of Cognitive Function in Humans at 0 and 8 Tesla

Donald W. Chakeres, MD,^{1*} Robert Bornstein, Ph

JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING 26:1222-1227 (2007)

Original Research

Safety of Human MRI at Static Fields Above the FDA 8T Guideline: Sodium Imaging at 9.4T Does Not Affect Vital Signs or Cognitive Ability

Ian C. Atkinson, PhD,^{1*} Laura Renteria, PhD,² Holly Burd, BA,² Neil H. Pliskin, PhD,² and Keith R. Thulborn, MD, PhD¹

Μελέτες υποδηλώνουν ότι η έκθεση του εγκεφάλου σε πεδία 8 & 9.4 T δεν επηρεάζουν την ανθρώπινη γνωστική ικανότητα

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Εγκεφαλική Λειτουργία & Κίνηση εντός του Πεδίου

- Πρόσφατες μελέτες με εθελοντές καταδεικνύουν ότι επιδράσεις είναι πιθανές σε ανώτερες εγκεφαλικές δεξιότητες, όπως προσωρινές διαταραχές στην

- Συγκέντρωση
- Προσοχή
- Μνήμη
- Συντονισμός κίνησης οφθαλμών



- Η ευαισθησία διαφέρει από άτομο σε άτομο
- Τα φαινόμενα ελαχιστοποιούνται ή εξαφανίζονται με πολύ αργή κίνηση

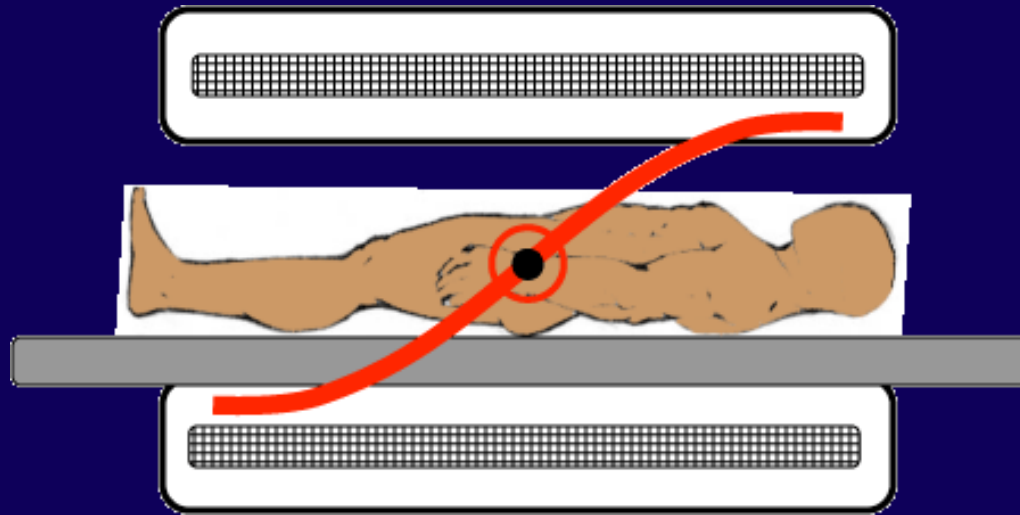
Κύρια Ζητήματα Ασφάλειας στην ΑΜΣ

- Βιολογικές Επιδράσεις Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων
 - Στατικό μαγνητικό πεδίο
 - Χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο
 - Πεδίο ραδιοσυχνοτήτων (RF)
- Ακουστικός Θόρυβος
- Εμφυτεύματα / Συσκευές
- Σκιαγραφικά μέσα στην ΑΜΣ
- Κρυογόνα

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Χρονικά Μεταβαλλόμενο Μαγνητικό Πεδίο



- Παράγει ηλεκτρικά πεδία τα οποία μπορεί να διεγείρουν το νευρικό ή/και το μυϊκό σύστημα
- Οι επιπτώσεις κυμαίνονται από ένα ήπιο αίσθημα καύσου και μυϊκή σύσπαση έως τη βίωση του πόνου
 - Το αντιδραστικό αίσθημα εξαρτάται από το άτομο

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Χρονικά Μεταβαλλόμενο Μαγνητικό Πεδίο



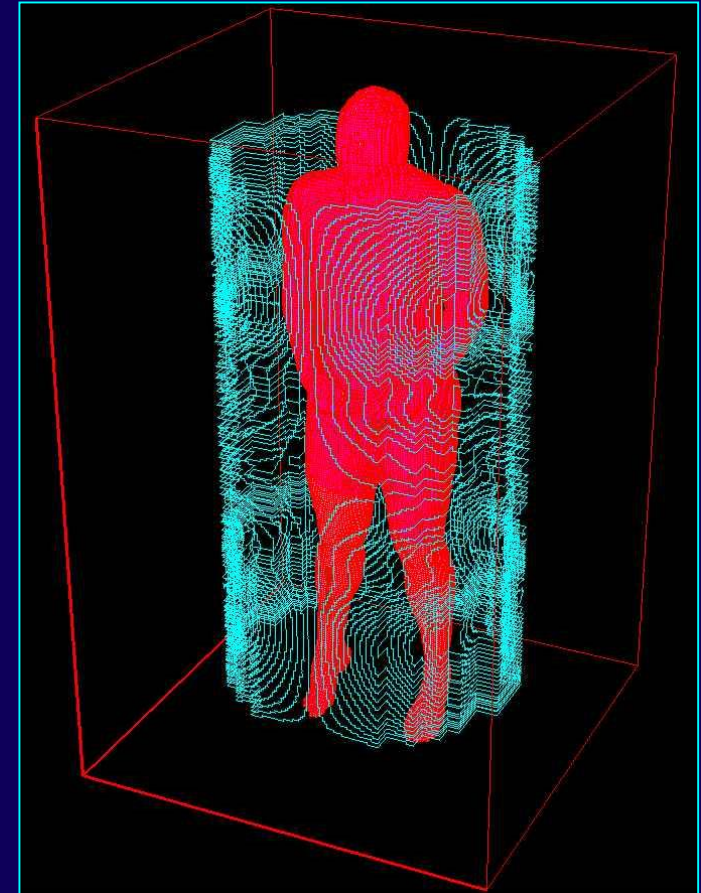
- Παράγουν ηλεκτρικά πεδία τα οποία μπορεί να διεγείρουν το νευρικό ή/και το μυϊκό σύστημα
- Οι επιπτώσεις κυμαίνονται από ένα ήπιο αίσθημα καύσου και μυϊκή σύσπαση έως τη βίωση του πόνου
- - *αλλά όχι καρδιακή προσβολή!*

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Χρονικά Μεταβαλλόμενο Μαγνητικό Πεδίο

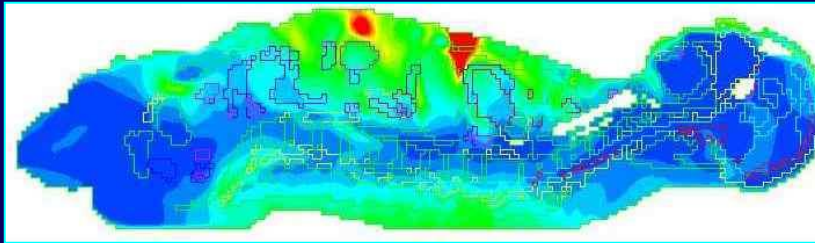
- Οι βιολογικές επιδράσεις εξαρτώνται από
 - Στατικό μαγνητικό πεδίο
 - Πυκνότητα ροής
 - Παρουσία αρμονικών συχνοτήτων
 - Κυματομορφή και πολικότητα
 - Κατανομή ρεύματος στο σώμα
 - Ιδιότητες κυτταρικής μεμβράνης
- Παρόλο που τελικά οι διεγέρσεις προκαλούνται από τα ηλεκτρικά πεδία, είναι πιο βολικό να υπολογίζεται ο ρυθμός μεταβολής του μαγνητικού πεδίου (dB/dt)



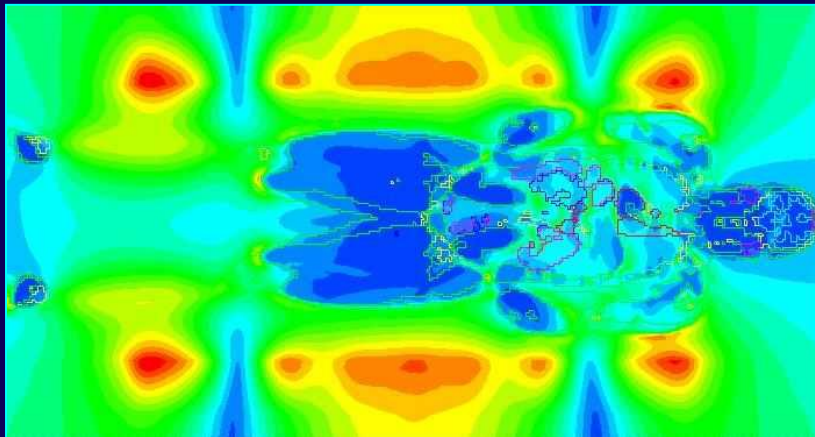
2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Χρονικά Μεταβαλλόμενο Μαγνητικό Πεδίο



Μικρά παραγόμενα ηλεκτρικά πεδία στο σώμα κατά την διάρκεια μιας τυπικής σάρωσης

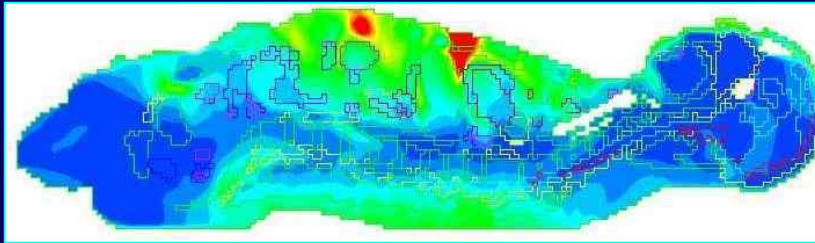


- Το κατώφλι για την αντίληψη της διέγερσης των περιφερικών νεύρων ποικίλει ανάλογα με τον άξονα και την θέση στο βαθμιδωτό πεδίο
- Τυπικές τιμές κυμαίνονται μεταξύ 20 και 30 T/sec
- Πόνος προκαλείται 1.5-2 φορές πάνω από το κατώφλι αντίληψης

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

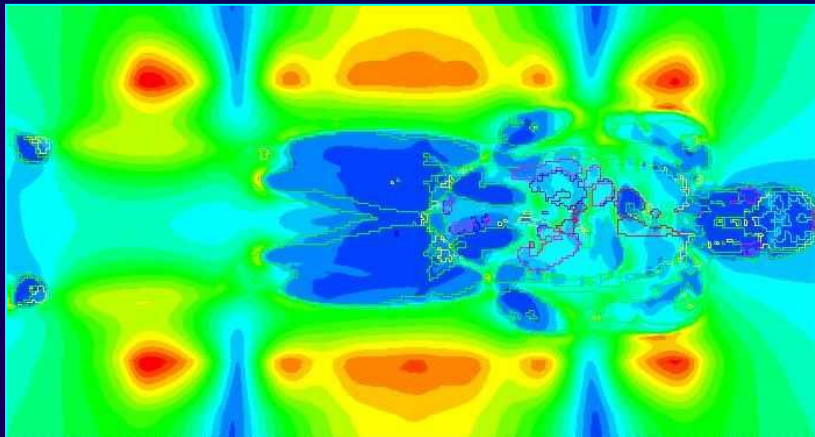
Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Χρονικά Μεταβαλλόμενο Μαγνητικό Πεδίο



- Καρδιακή διέγερση (αρρυθμίες) μπορεί να συμβεί σε πολύ υψηλά επίπεδα – άνω των 60 T/s (πειράματα σε σκύλους)

Μικρά παραγόμενα ηλεκτρικά πεδία στο σώμα κατά την διάρκεια μιας τυπικής σάρωσης



- Αναπνευστική δυσχέρεια μπορεί να επέλθει στα ίδια επίπεδα
- Κανένα στοιχείο για κίνδυνο κοιλιακής μαρμαρυγής (50 φορές το όριο της απλής καρδιακής διέγερσης)

Shellock F.G. and Crues J.V. Radiology, 232, 635-652, 2004

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

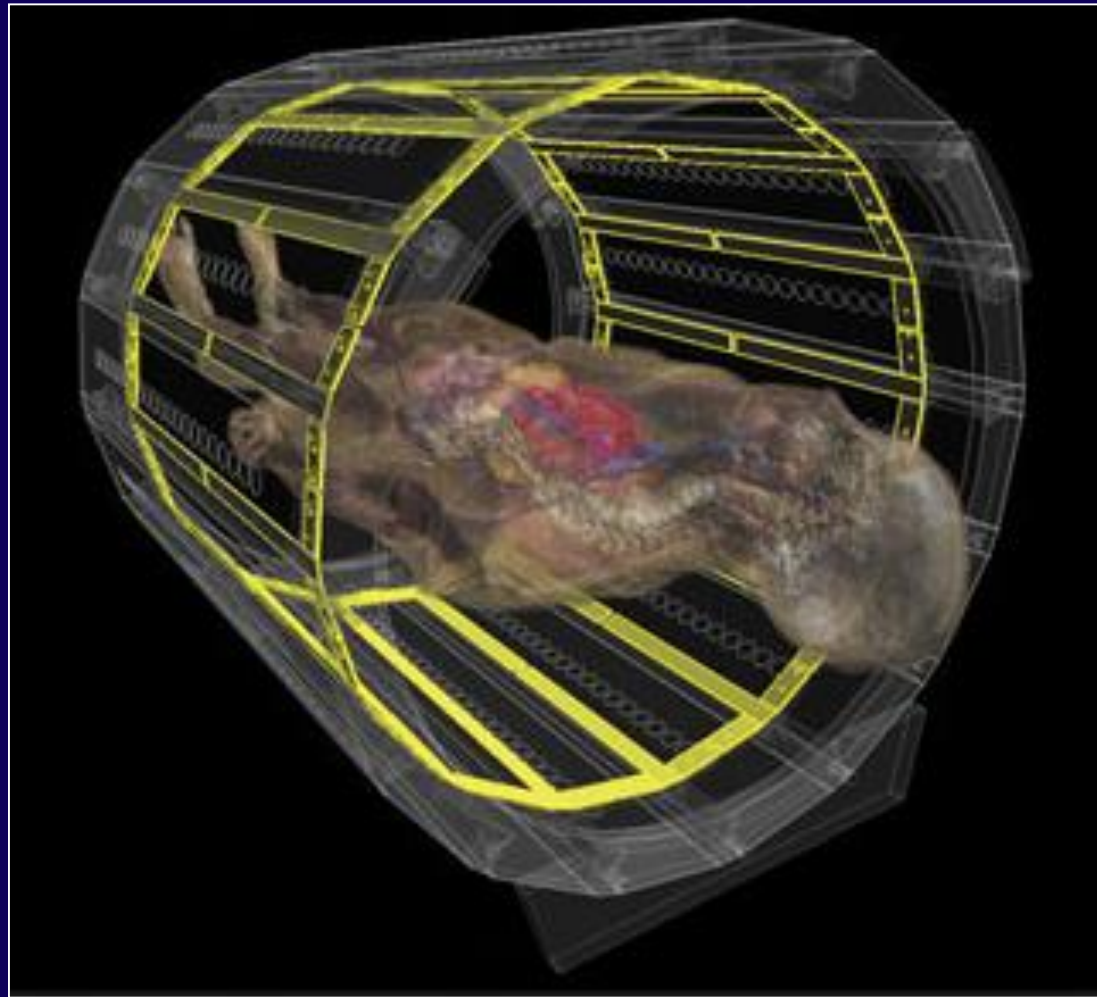
Κύρια Ζητήματα Ασφάλειας στην ΑΜΣ

- Βιολογικές Επιδράσεις Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων
 - Στατικό μαγνητικό πεδίο
 - Χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο
 - Πεδίο ραδιοσυχνοτήτων (RF)
- Ακουστικός Θόρυβος
- Εμφυτεύματα / Συσκευές
- Σκιαγραφικά μέσα στην ΑΜΣ
- Κρυογόνα

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

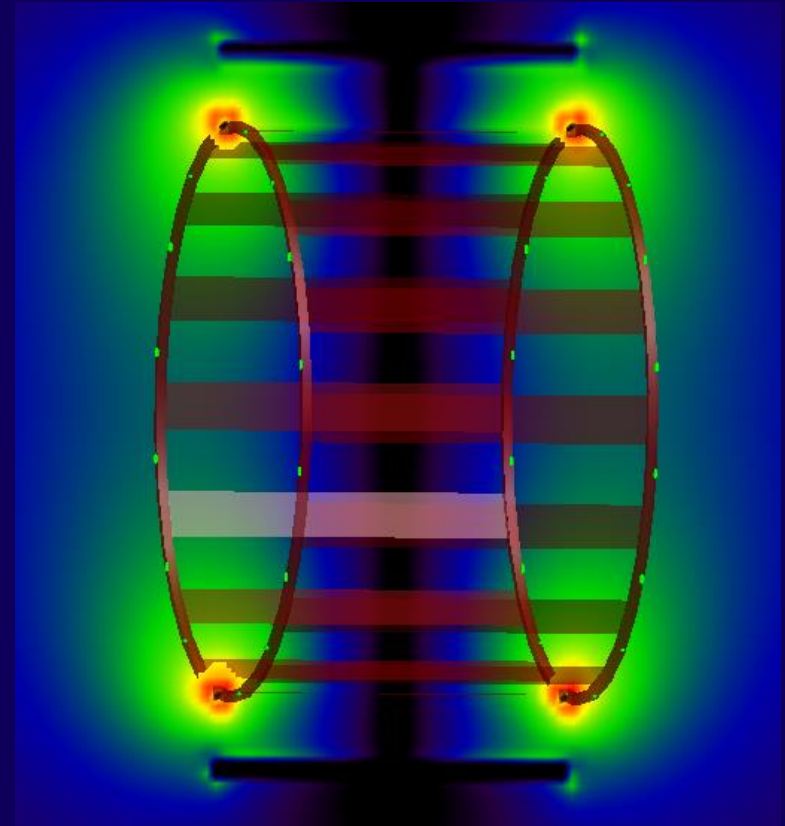
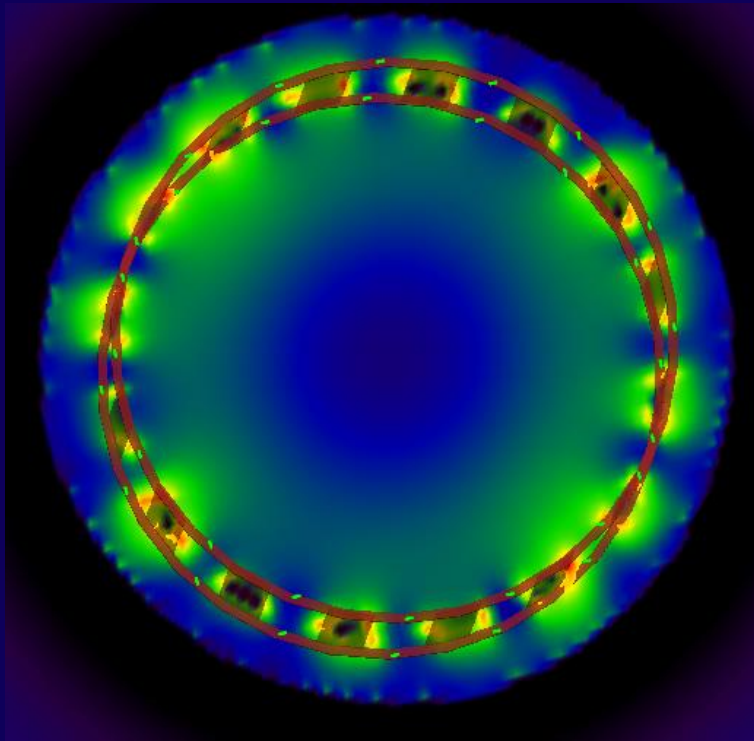
Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Πηνίο εκπομπής σε 1.5T & 3T

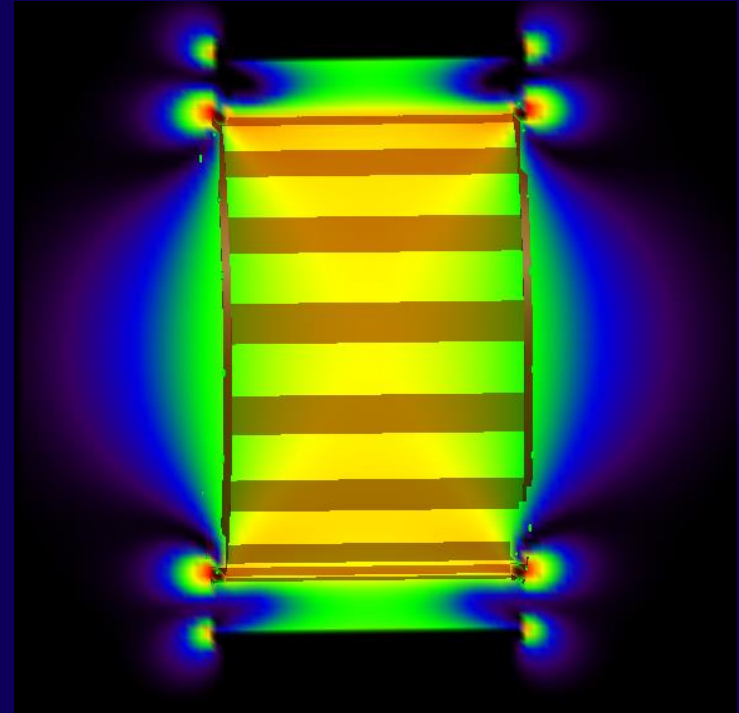
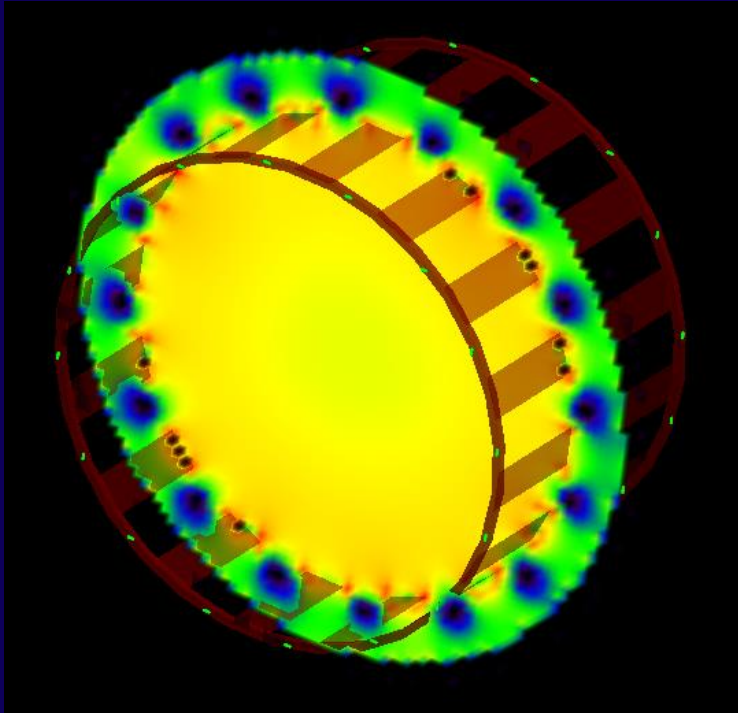


2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία
Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Για να έχετε μια «αίσθηση» των ηλεκτρικών και μαγνητικών RF πεδίων



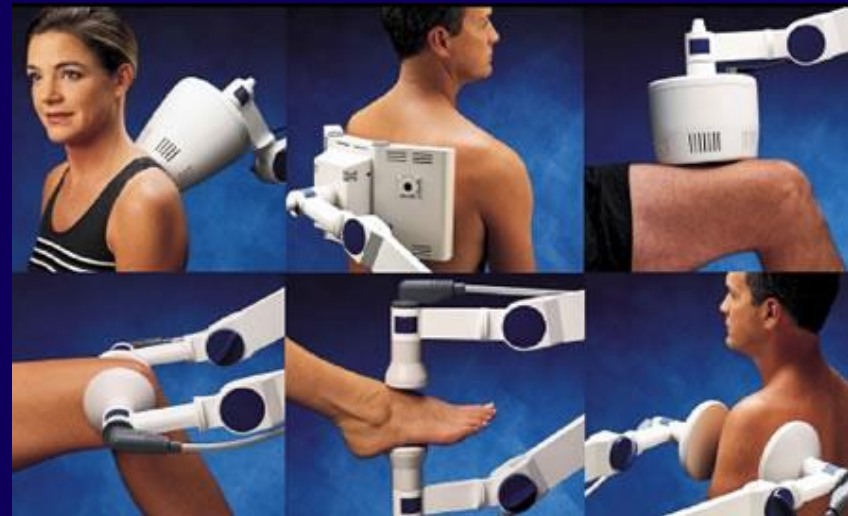
Για να έχετε μια «αίσθηση» των ηλεκτρικών και μαγνητικών RF πεδίων



Πεδίο Ραδιοσυχνοτήτων (RF)

- Το μεγαλύτερο μέρος της εκπεμπόμενης RF ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα μέσα στους ιστούς λόγω των ωμικών απωλειών
- Συνεπώς το κυρίαρχο βιολογικό αποτέλεσμα από την έκθεση σε RF πεδία οφείλεται στις θερμογόνες ιδιότητες τους

Η RF διαθερμία (1-100 MHz) χρησιμοποιεί ηλεκτρικά παραγόμενη θερμότητα για θεραπευτικούς σκοπούς



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Πεδίο Ραδιοσυχνοτήτων και Θερμότητα

- Η επαγωγή ηλεκτρικών τάσεων και ρευμάτων είναι πιθανή σε ηλεκτρικά αγώγιμα υλικά
- Σε αυτά περιλαμβάνονται τα καλώδια για τον καρδιακό συγχρονισμό και άλλες συσκευές ιατρικής χρήσης
- Κάποια τατουάζ, καλλυντικά, κοσμήματα μπορεί να περιέχουν σιδηρομαγνητικά υλικά τα οποία μπορεί να θερμανθούν ή να προκαλέσουν οίδημα
- Ακόμη και βρόχοι που σχηματίζονται από το σώμα και τα άκρα του εξεταζόμενου μπορούν να άγουν θερμότητα

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Πεδίο Ραδιοσυχνότητας και Θερμότητα



Prof. Dr. Volker Rasche

Experimental CardioVascular Imaging

University Ulm, Department of Internal Medicine II

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Πεδίο Ραδιοσυχνοτήτων (RF)

- Ο ειδικός ρυθμός απορρόφησης (SAR) ουσιαστικά εκφράζει την εκλυόμενη ενέργεια του RF πεδίου ανά μονάδα μάζας των βιολογικών ιστών (W/kg)

$$SAR = 0.5\sigma \frac{E^2}{\rho}$$

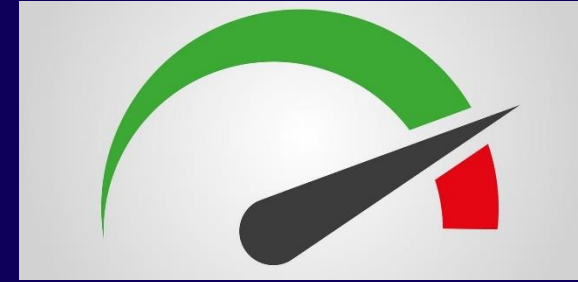
- Η ικανότητα απορρόφησης από έναν ιστό εξαρτάται από τη σχέση μεταξύ του μεγέθους του και του μήκους κύματος της RF ακτινοβολίας, αλλά και πολλούς άλλους παράγοντες
- $SAR \sim B_0^2 \times (\text{γωνία διεγερσης})^2 \times (\text{κύκλο απόδοσης RF})$
- Το μέγεθος του ασθενή παίζει ρόλο: Το SAR αυξάνει με το μέγεθος του ασθενή – ανάλογο του r^2 (ακτίνα)

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κλινική Πρακτική και SAR

- Όριο μέγιστης τιμής για όλο το σώμα 4 W/kg
- SAR > 3.5 W/kg για μόνο 5 min ανά ασθενή
- Τοπική τιμή SAR για 10 g ιστού
- 50% των σαρώσεων διαρκούν 3-7 min (με συχνές διακοπές)
- Συχνότητα αναφερθέντων επιπλοκών 0.0001% (ppm)
- Συχνότητα δερματικής βλάβης < 0.0004% (ppm)
σε σύνολο 1×10^9 εξετάσεων



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Περιορισμοί SAR

- Το SAR δε μετριέται άμεσα (παρά μόνο η εκπεμπόμενη RF ισχύ), αλλά υπολογίζεται με κάποιες υποθέσεις...
- Το B1 πεδίο, καθώς και η κατανομή ισχύος και T, μέσα στο σώμα επηρεάζονται από διηλεκτρικά φαινόμενα και RF eddy currents, οπότε πρέπει να γίνει μοντελοποίηση και προσομοίωση

- Human models
- Segmented into 70+ organs
- Relative permittivity
- Conductivity



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ

απειρία

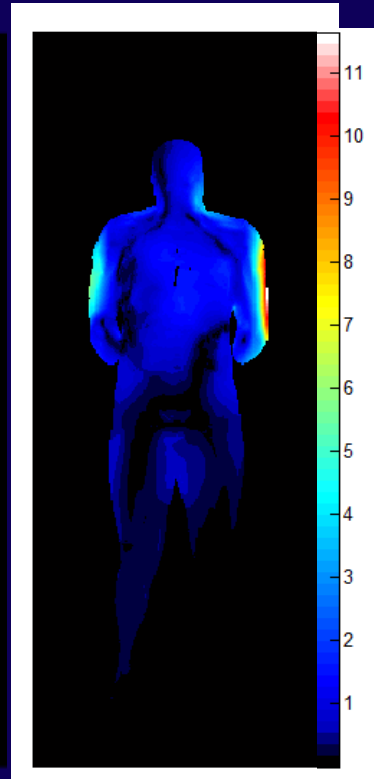
απριλίου 2018

Μοντελοποίηση Πηνίου Σώματος 3T και Αποτελέσματα Προσομοίωσης

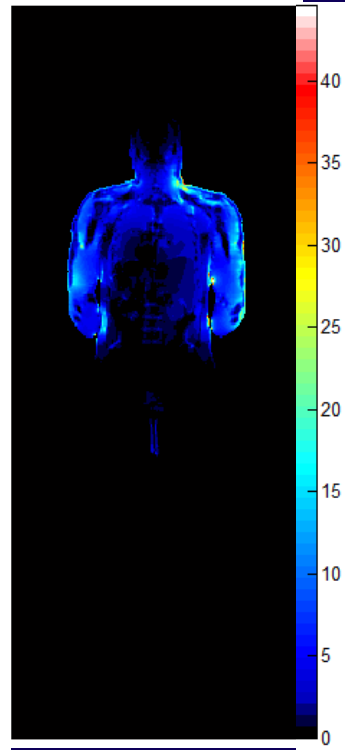
Geometry



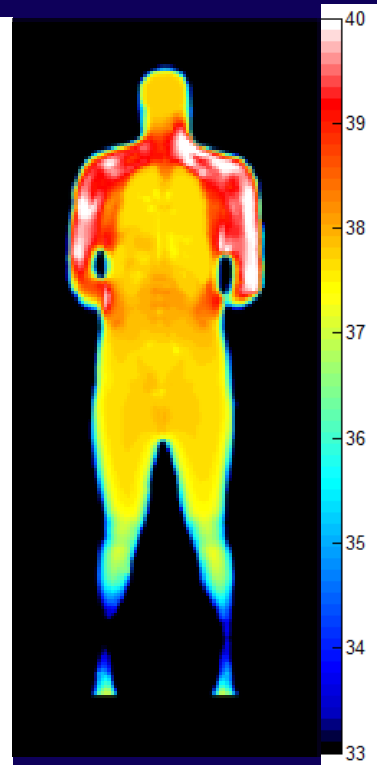
B_1^+ (μT)



SAR (W/kg)



T ($^{\circ}\text{C}$)



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη 4^η Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

SAR vs Θερμοκρασία

- Νέα μοντέλα δημιουργούνται για τον υπολογισμό της κατανομής της T στο σώμα (ιδιαίτερα απαραίτητα για $> 3T$, όπου τοπικά πολύ υψηλές T μπορούν να υφίστανται)
- Η αύξηση της πολυπλοκότητας των συστημάτων (π.χ. multi-transmit RF systems) καθιστά πιο έντονη την ανάγκη αυτή
- Η πρακτική μείωσης της εκπεμπόμενης RF ισχύος, μέσω των ορίων του SAR, για να αποτρέψει τη σημαντική αύξηση της T , ουσιαστικά οδηγεί στην υποαπόδοση των συστημάτων και στη μη επίτευξη του βέλτιστου διαγνωστικού αποτελέσματος



Κύρια Ζητήματα Ασφάλειας στην ΑΜΣ

- Βιολογικές Επιδράσεις Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων
 - Στατικό μαγνητικό πεδίο
 - Χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο
 - Πεδίο ραδιοσυχνοτήτων (RF)
- Ακουστικός Θόρυβος
- Εμφυτεύματα / Συσκευές
- Σκιαγραφικά μέσα στην ΑΜΣ
- Κρυογόνα

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Ακουστικός Θόρυβος

- Κυρίως κατά τη διάρκεια της σάρωσης
- Υπάρχει επίσης θόρυβος υποβάθρου



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδρι

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Ακουστικός Θόρυβος: Πηγές

Διάφορες πηγές ακουστικού θορύβου υπάρχουν στο χώρο του μαγνητικού τομογράφου

- **Πηγία Βαθμιδωτών πεδίων** (λόγω της πρόσκρουσής τους πάνω στα πλαίσια στήριξής τους, που οφείλεται στις δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την γρήγορη εναλλαγή ρεύματος παρουσία του B_0)
- **RF θόρυβος** (ήχος που γίνεται αντιληπτός, λόγω θερμοελαστικής επέκτασης, όταν η κεφαλή υπόκειται σε παλμική RF ακτινοβολία συγκεκριμένων συχνοτήτων, 2.4-170 MHz)
- **Βοηθητικά συστήματα** (π.χ., κρυογεννήτρια, ανεμιστήρες)

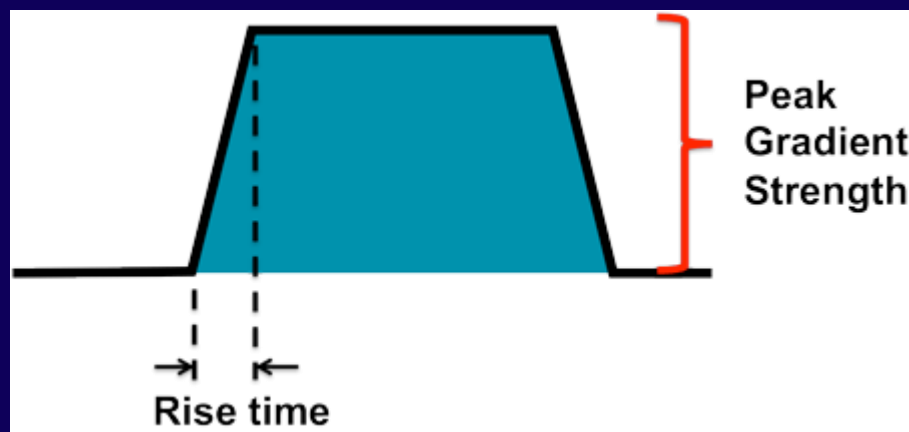
<http://www.mrisafety.com/SafetyInfov.asp?SafetyInfoID=252>

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Ακουστικός Θόρυβος: Εξάρτηση

- Τα επίπεδα θορύβου αυξάνουν με το ρυθμό μεταβολής των βαθμιδωτών πεδίων και με το μέγεθος του παλμού, ενώ αυξάνουν και με τη μείωση του πάχους τομής, του FoV, του TR και του TE



- Τα επίπεδα θορύβου εξαρτώνται από τα υλικά μέρη και την κατασκευαστική δομή τους, ενώ παρουσιάζουν και χωρική εξάρτηση
- Η παρουσία του ασθενή, καθώς και το μέγεθος και η θέση του, επίσης επηρεάζουν τα επίπεδα θορύβου (~10dB)

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Ακουστικός Θόρυβος: Επιπτώσεις

- Προβλήματα που σχετίζονται με το θόρυβο στην ΑΜΣ
 - Δυσκολία στη συνεννόηση
 - Ενόχληση
 - Ανησυχία & άγχος
 - Παροδική απώλεια ακοής
 - Μόνιμη έκπτωση ακοής



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Ακουστικός Θόρυβος: Επιπτώσεις

Συμπτώματα που σχετίζονται με το προκληθέν άγχος, όπως

- Αυξημένος καρδιακός ρυθμός
- Αυξημένη αρτηριακή πίεση
- Διαφοροποιημένοι μεταβολικοί ρυθμοί

μπορούν να επηρεάσουν την έκβαση της εξέτασης
(εξέταση καρδιάς)

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Ακουστικός Θόρυβος: Προστασία

- Ωτοασπίδες ή/και ακουστικά πρέπει πάντα να χρησιμοποιούνται (μείωση 10-30 dB)
- Ειδικές «αθόρυβες» ακολουθίες
- Κατασκευή πηνίων με καταστολή των κραδασμών και του αερογενή ήχου



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κύρια Ζητήματα Ασφάλειας στην ΑΜΣ

- Βιολογικές Επιδράσεις Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων
 - Στατικό μαγνητικό πεδίο
 - Χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο
 - Πεδίο ραδιοσυχνοτήτων (RF)
- Ακουστικός Θόρυβος
- Εμφυτεύματα / Συσκευές
- Σκιαγραφικά μέσα στην ΑΜΣ
- Κρυογόνα

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Εμφυτεύματα / Συσκευές

- Το μαγνητικό πεδίο μπορεί να διακόψει την κανονική λειτουργία ηλεκτρικών, μαγνητικών και μηχανικών συσκευών (π.χ., βηματοδότες, αντλίες ινσουλίνης, κλπ)
- Οι περισσότεροι κίνδυνοι σχετίζονται με την μετακίνηση εμφυτευμάτων ή ξένων υλικών με σιδηρομαγνητικές ιδιότητες



Επίδραση σε Σιδηρομαγνητικά Αντικείμενα

- Υπάρχουν δύο κατηγορίες συνεπειών της έκθεσης σιδηρομαγνητικών αντικειμένων στο μαγνητικό πεδίο
 - Μετατόπιση: “projectile” or “missile” effect

projectile effect

missile effect A term referring to the ability of an MRI scanner to dangerously attract ferromagnetic iron-based materials—which are core structural components of fire extinguisher, gas cylinders, carts, wheelchairs, floor polishers,



- Στρέψη/περιστροφή: The “rotational” effect

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

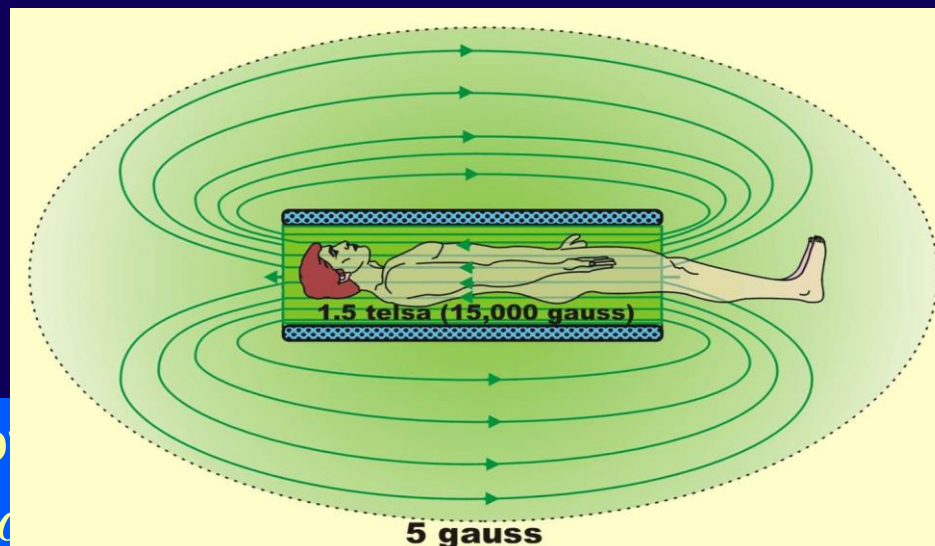
The Projectile Effect

- Το αντικείμενο έλκεται προς το ισόκεντρο και μετατρέπεται σε «βλήμα» καθώς επιταχύνεται σε ταχύτητες ως 70 km/hr
- Η δύναμη μετακίνησης καθίσταται μέγιστη όπου το ασύμμετρο πεδίο είναι μέγιστο και είναι σχεδόν μηδενική στο ισόκεντρο
- Το αντικείμενο θέτει σε κίνδυνο τον ασθενή κι οποιονδήποτε βρεθεί στην πορεία του



The Rotational Effect

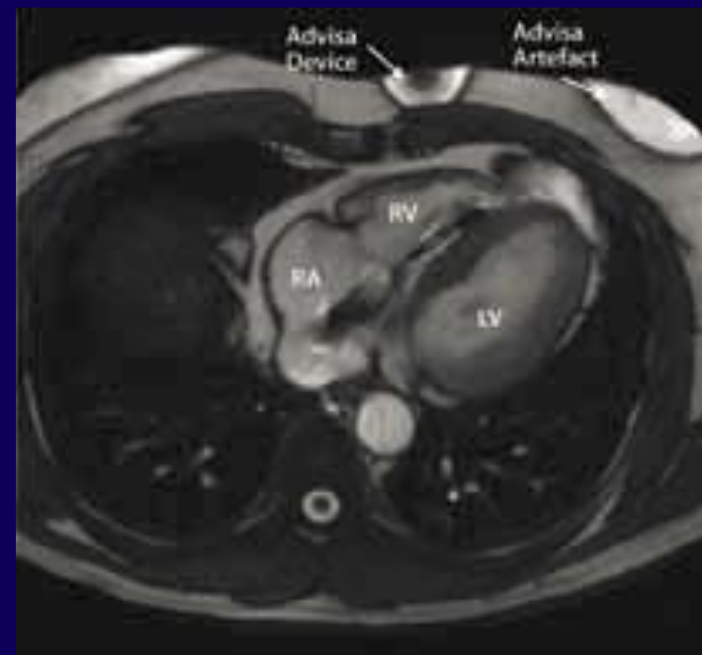
- Το αντικείμενο περιστρέφεται έως ότου ο μεγάλος άξονάς του ευθυγραμμιστεί με τις μαγνητικές γραμμές
- Η δύναμη στρέψης καθίσταται μέγιστη στο ισόκεντρο
- Ο συνεπαγόμενος κίνδυνος αφορά κυρίως εμφυτεύματα
- Δύναμη στρέψης ($\sim 7\text{N}$) ασκείται από την παλλόμενη καρδιά σε καρδιολογικά εμφυτεύματα



Εμφυτεύματα

- Μπορούν να δράσουν ως δέκτες, με επαγόμενα ρεύματα κατά μήκος των αγώγιμων επιφανειών τους
- Σημαντική **αύξηση της θερμοκρασίας** μπορεί να συμβεί από αγωγή εμφυτεύματα με μεγάλου μήκους ακροδέκτες (βηματοδότες, απινιδωτές, κλπ)

<https://www.medgadget.com/2012/03/medtronic-mr-conditional-leads-cleared-in-europe.html>



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Δ

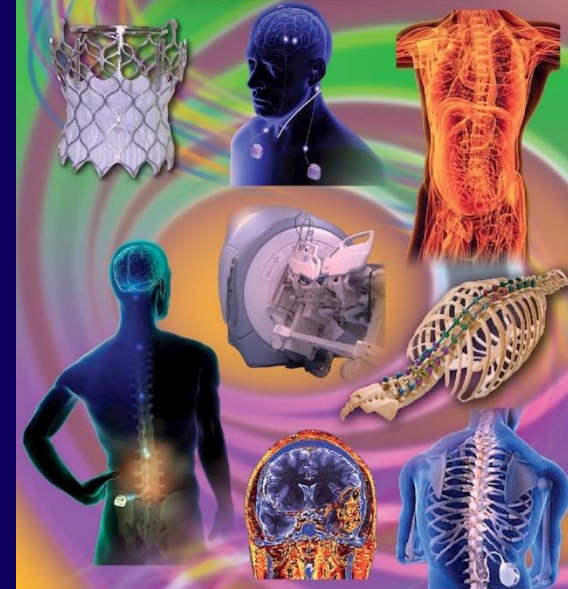
Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημ



Magnetic Resonance Safety Testing Services

2018
Edition

Reference Manual for
Magnetic Resonance
Safety, Implants,
and Devices: 2018 Edition



Frank G. Shellock, Ph.D.
Alexandra M. Karacozoff
Associate Editor

- Η πιο ενημερωμένη βάση δεδομένων για εμφυτεύματα / συσκευές:
www.magneticresonancesafetytesting.com
- Έως σήμερα, πάνω από **6000** αντικείμενα έχουν αξιολογηθεί ως προς την **ασφάλεια** και **συμβατότητά** τους για ΑΜΣ σε στατικά μαγνητικά πεδία 0.2T – 7.0T
- Αλληλεπίδραση με το μαγνητικό πεδίο, πεδίο RF και θερμότητα, επαγωγή ηλεκτρικών ρευμάτων, επίδραση στην ποιότητα εικόνας, δυσλειτουργία κλπ)

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

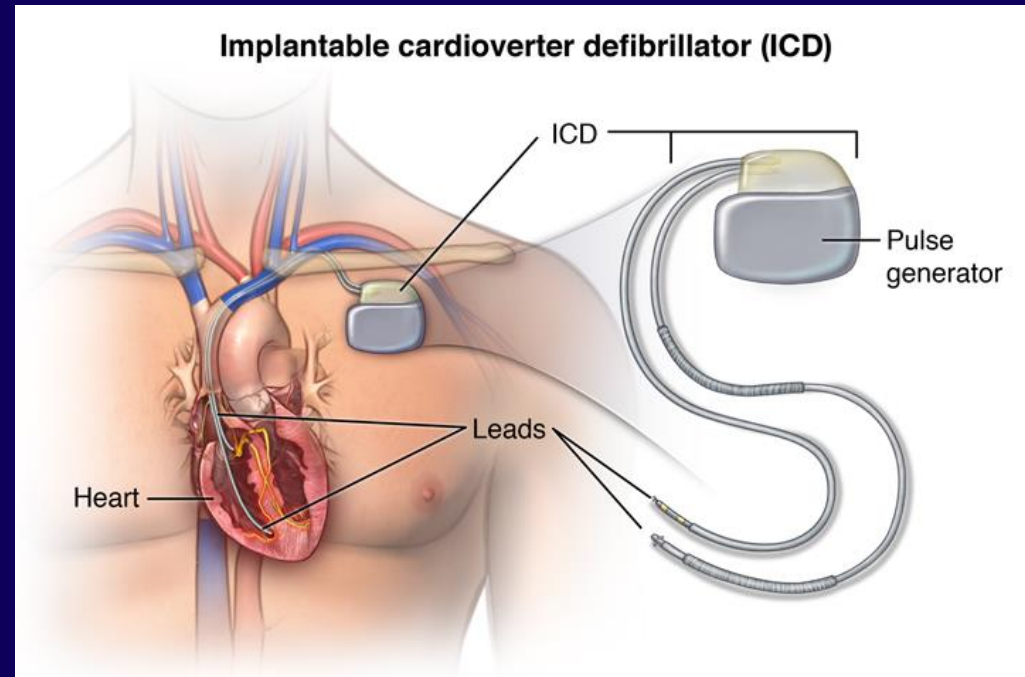
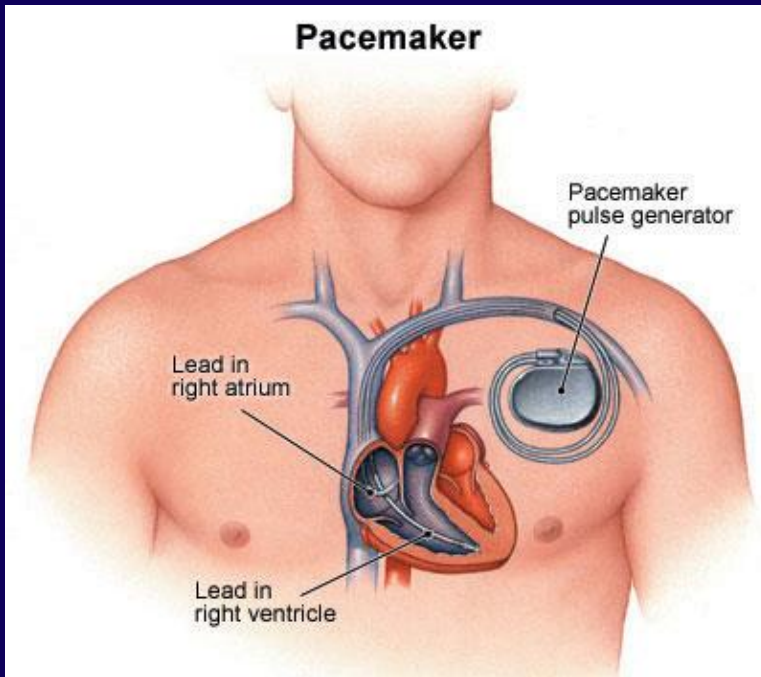
Ασφάλεια Εμφυτευμάτων και Συσκευών



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κίνδυνος για ΚΔ ασθενή με εμφυτευμένες καρδιολογικές συσκευές ;



Κίνδυνος για ΚΔ ασθενή με εμφυτευμένες καρδιολογικές συσκευές ;



Κίνδυνος για ΚΔ ασθενή με εμφυτευμένες καρδιολογικές συσκευές ;

Study protocol **Δεκέμβρης 2008**

Open Access

Safety of magnetic resonance imaging of patients with a new Medtronic EnRhythm MRI SureScan pacing system: clinical study design

Richard Sutton*¹, Emanuel Kanal², Bruce L Wilkoff³, David Bello⁴, Roger Luechinger⁵, Inge Jenniskens⁶, Michael Hull⁷ and Torsten Sommer⁸

Προοπτική, τυχαιοποιημένη, πολυκεντρική (75 κέντρα) μελέτη για την επιβεβαίωση της ασφαλούς και αποτελεσματικής λειτουργίας ενός νέου συστήματος καρδιακού βηματοδότη σε στατικό πεδίο 1.5T



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κίνδυνος για ΚΔ ασθενή με εμφυτευμένες καρδιολογικές συσκευές ;



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία
Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κίνδυνος για ΚΔ ασθενή με εμφυτευμένες καρδιολογικές συσκευές ;



Χωρίς έγκριση από το FDA....

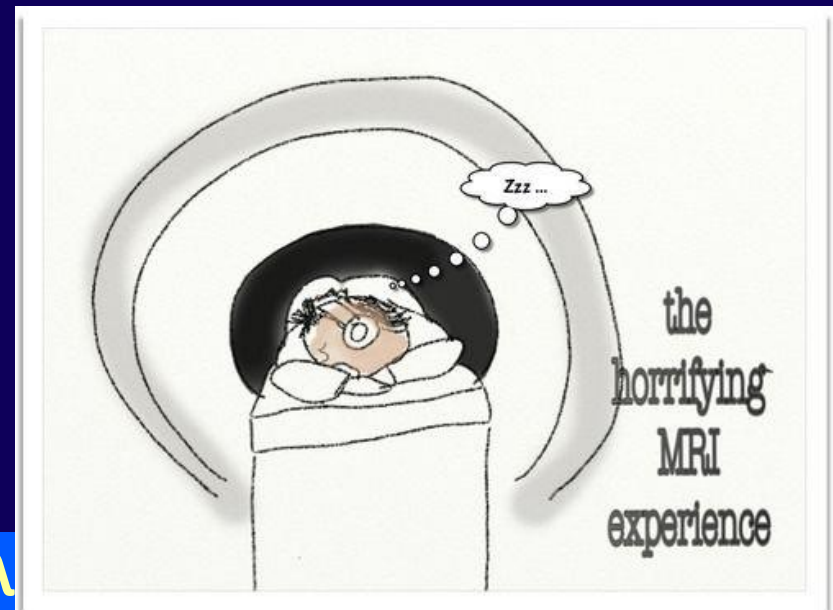
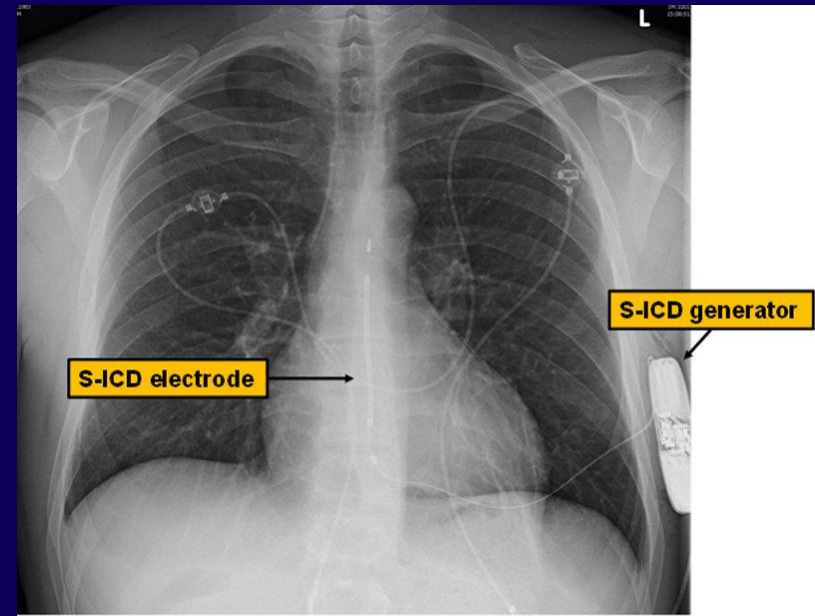
2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κίνδυνος για ΚΔ ασθενή με εμφυτευμένες καρδιολογικές συσκευές ;

Τουλάχιστον 2×10^6 άνθρωποι στις ΗΠΑ & 6×10^6 σε παγκόσμια κλίμακα έχουν εμφυτευμένες καρδιολογικές συσκευές που χαρακτηρίζονται ως “non-MRI-conditional” (χωρίς έγκριση FDA)

Τουλάχιστον οι μισοί από αυτούς υπολογίζεται ότι θα έχουν κάποια κλινική ένδειξη για εξέταση ΑΜΣ μετά την εμφύτευση



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κίνδυνος για ΚΔ ασθενή με εμφυτευμένες καρδιολογικές συσκευές ;

Εάν θεωρηθεί ότι κάποιος/α εξ' αυτών χρήζει μιας εξέτασης ΑΜΣ, ο θεράπων ιατρός του θα πρέπει να σταθμίσει

- τον κίνδυνο προσωρινής απομάκρυνσης της συσκευής



- τον κίνδυνο διεξαγωγής μιας εναλλακτικής, λιγότερο αποτελεσματικής, διαγνωστικής εξέτασης

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κίνδυνος για ΚΔ ασθενή με εμφυτευμένες καρδιολογικές συσκευές ;

ORIGINAL ARTICLE

Assessing the Risks Associated with MRI in Patients with a Pacemaker or Defibrillator

Robert J. Russo, M.D., Ph.D., Heather S. Costa, Ph.D., Patricia D. Silva, M.S., Jeffrey L. Anderson, M.D., Aysha Arshad, M.D., Robert W.W. Biederman, M.D., Noel G. Boyle, M.D., Ph.D., Jennifer V. Frabizzio, M.D., Ulrika Birgersdotter-Green, M.D., Steven L. Higgins, M.D., Rachel Lampert, M.D., Christian E. Machado, M.D., [et al.](#)

Article Figures/Media

Metrics

February 23, 2017

N Engl J Med 2017; 376:755-764

DOI: 10.1056/NEJMoa1603265

Chinese Translation [中文翻译](#)

[38 References](#) [49 Citing Articles](#) [Letters](#)

Μελέτη: MagnaSafe Registry

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κίνδυνος για ΚΔ ασθενή με εμφυτευμένες καρδιολογικές συσκευές ;

Τα αποτελέσματα της μελέτης καταδεικνύουν ότι, ακολουθώντας ένα κατάλληλο πρωτόκολλο, είναι εφικτή η ασφαλής διεκπεραίωση μιας εξέτασης ΑΜΣ ακόμη και σε ασθενείς με “non-MRI conditional” εμφυτευμένες καρδιολογικές συσκευές

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κίνδυνος για ΚΔ ασθενή ;



The screenshot shows the website of the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. The header includes the society's logo and name, and a navigation menu with links for ABOUT, ONLINE LEARNING, RESOURCES, MEETINGS, and PUBLICATIONS. The main content area is titled 'CMR SAFETY' and features a 'Resources » CMR Safety' breadcrumb. A dropdown menu is set to 'More in this Section...'. A large red heart graphic with a yellow tag that says 'SAFETY FIRST' is prominently displayed. Below the heart, a 'Share |' link is visible. The 'RESOURCES:' section contains a list of seven bullet points, each representing a guideline or study related to MRI safety for patients with cardiovascular devices.

Society for Cardiovascular Magnetic Resonance

ABOUT ONLINE LEARNING RESOURCES MEETINGS PUBLICATIONS

CMR SAFETY

Resources » CMR Safety

More in this Section... ▾

Share |

RESOURCES:

- Guidelines for Managing Patients with Coronary Artery Stents With Unknown Labeling Information Referred for MRI Procedures
- Guidelines for Managing Patients with Heart Valve Prostheses and Annuloplasty Rings With Unknown Labeling Information Referred for MRI Procedures
- Association Between MRI Exposure During Pregnancy and Fetal and Childhood Outcomes
- Comments on potential health effects of MRI-induced DNA lesions: quality is more important to consider than quantity
- Safety of Magnetic Resonance Imaging in Patients With Cardiovascular Devices
- American College of Radiology (ACR) Manual on Contrast Media
- European Society of Urogenital Radiology (ESUR) Contrast Media Guidelines

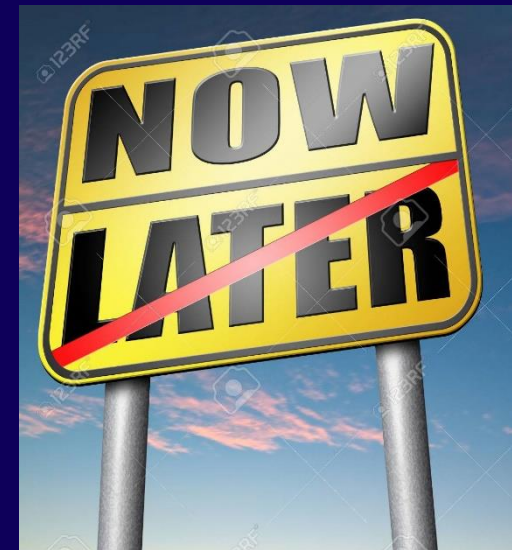
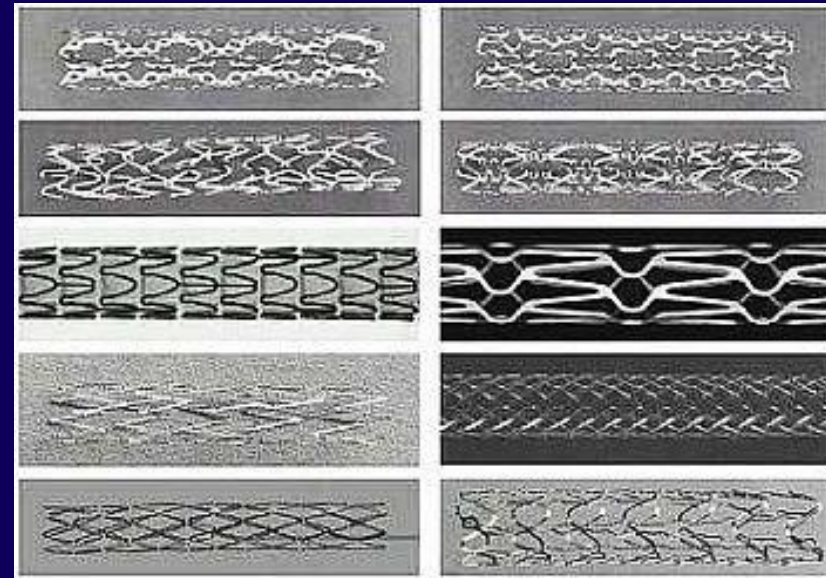
Κατευθυντήριες Οδηγίες που επικαιροποιούνται κάθε χρόνο

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

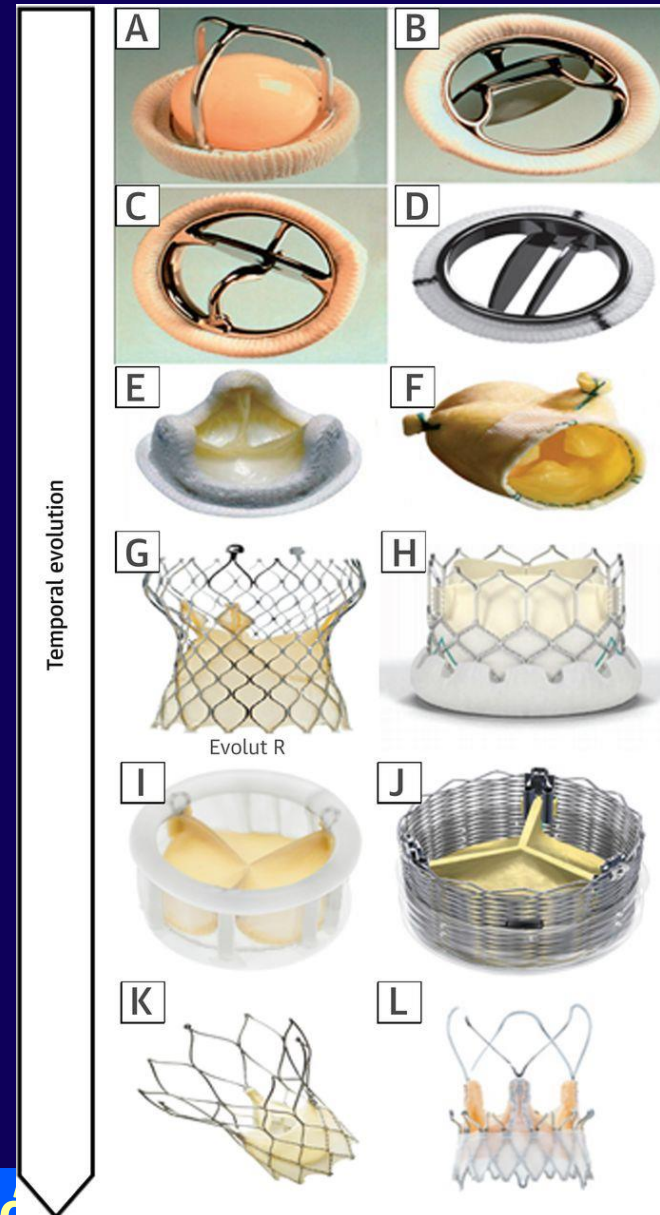
Κίνδυνος για ΚΔ ασθενή με στεφανιαίες ενδοπροθέσεις;

- Όλοι οι ασθενείς με εμπορικά διαθέσιμες ενδοπροθέσεις (με ή χωρίς αντιθρομβωτικό παράγοντα) μπορούν να υποβληθούν σε εξέταση ΑΜΣ 1.5 ή 3.0T, ανεξαρτήτως των προδιαγραφών του βαθμιδωτού πεδίου
- Η εξέταση μπορεί να λάβει χώρα αμέσως μετά την τοποθέτηση της ενδοπρόθεσης
- SAR: 2W/kg (normal operating mode)
- 15 min μέγιστος χρόνος σάρωσης ανά ακολουθία



Κίνδυνος για ΚΔ ασθενή με προσθετικές βαλβίδες;

- Όλοι οι ασθενείς με εμπορικά διαθέσιμες ενδοπροθέσεις (με ή χωρίς αντιθρομβωτικό παράγοντα) μπορούν να υποβληθούν σε εξέταση ΑΜΣ 1.5 ή 3.0T, ανεξαρτήτως των προδιαγραφών του βαθμιδωτού πεδίου
- Η εξέταση μπορεί να λάβει χώρα αμέσως μετά την τοποθέτηση της ενδοπρόθεσης
- SAR: 2W/kg (normal operating mode)
- 15 min μέγιστος χρόνος σάρωσης ανά ακολουθία



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κύρια Ζητήματα Ασφάλειας στην ΑΜΣ

- Βιολογικές Επιδράσεις Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων
 - Στατικό μαγνητικό πεδίο
 - Χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο
 - Πεδίο ραδιοσυχνοτήτων (RF)
- Ακουστικός Θόρυβος
- Εμφυτεύματα / Συσκευές
- Σκιαγραφικά μέσα στην ΑΜΣ
- Κρυογόνα

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Γαδολίνιο

- Το ελεύθερο ιόν του γαδολινίου είναι ιδιαίτερα τοξικό
- Από το 1998 (έγκριση FDA) έως το 2006 θεωρείτο ότι οι εγκεκριμένες χηλικές ενώσεις είναι ανεκτές ακόμα και από ασθενείς που πάσχουν από νεφρική ανεπάρκεια



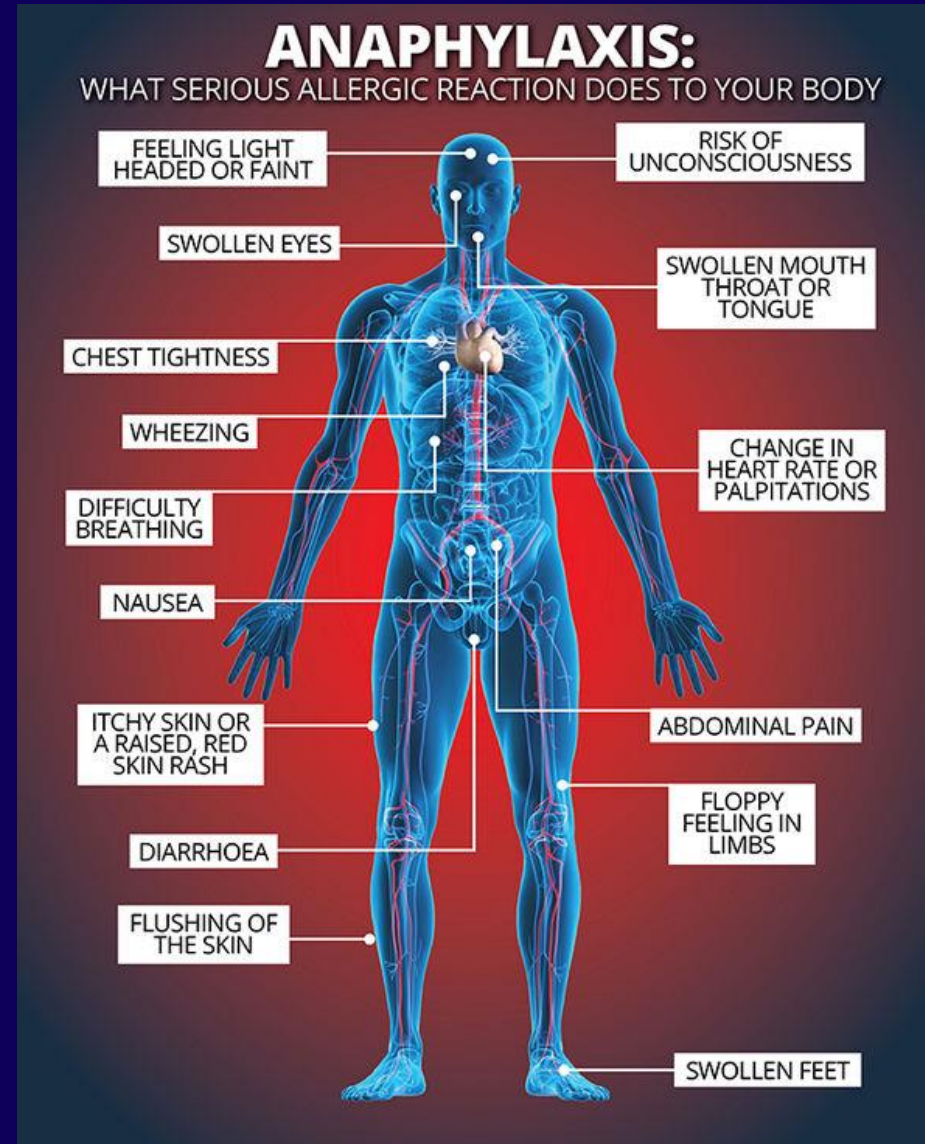
2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Γαδολίνιο

Έχουν αναφερθεί κάποιες παρενέργειες των εγκεκριμένων ενώσεων του γαδολινίου όπως

- κνησμός
- ερυθρότητα
- αίσθημα καύσου
- εξανθήματα
- Αναφυλαξίες
(πιθανότητα 2-10/1.000.000)



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Γαδολίνιο: Νεφρογενής Συστημική Ίνωση (NFS)

- Ένα σπάνιο αλλά σοβαρό σύνδρομο που σχετίζεται με την ίνωση του δέρματος, των αρθρώσεων και εσωτερικών οργάνων



- Πρώτο αναφερθέν περιστατικό το 1997 (~600 ως σήμερα)
- Πρώτη σχετική δημοσίευση το 2000
- Η πιθανή συσχέτιση μεταξύ σκιαγραφικών μέσων και NFS δημοσιεύθηκε το 2006
- Επανεξέταση των κατευθυντήριων οδηγιών το 2007

Cowper SE. Nephrogenic Systemic Fibrosis [ICNSFR Website]. 2001-2013. Available at <http://www.icnsfr.org>

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Γαδολίνιο: Νεφρογενής Συστημική Ίνωση (NFS)

Το 5% των ασθενών μπορούν να χάσουν τη ζωή τους λόγω αυτού του συνδρόμου

Cowper SE, Curr Rheumatol Rep 2006;8:151-157

Life in the
danger zone

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Γαδολίνιο: Κατευθυντήριες Οδηγίες για NFS

ACR Manual on Contrast Media

Version 10.3

2017

**ACR Committee on
Drugs and Contrast Media**

ACR[®]
AMERICAN COLLEGE OF
RADIOLOGY
QUALITY IS OUR IMAGE

2^ο Διεθνή
Το CAM

απειρία
ετής 2018

Γαδολίνιο: Κατευθυντήριες Οδηγίες για NFS

TABLE 1. ACR Manual Classification of Gadolinium-Based agents Relative to Nephrogenic Systemic Fibrosis

Group I: Agents associated with the greatest number of NSF cases:

Gadodiamide (Omniscan® – GE Healthcare)

Gadopentetate dimeglumine (Magnevist® – Bayer HealthCare Pharmaceuticals)

Gadoversetamide (OptiMARK® – Guerbet)

Group II: Agents associated with few, if any, unconfounded cases of NSF:

Gadobenate dimeglumine (MultiHance® – Bracco Diagnostics)

Gadobutrol (Gadavist® – Bayer HealthCare Pharmaceuticals; Gadovist in many countries)

Gadoterate acid (Dotarem® – Guerbet)

Gadoteridol (ProHance® – Bracco Diagnostics)

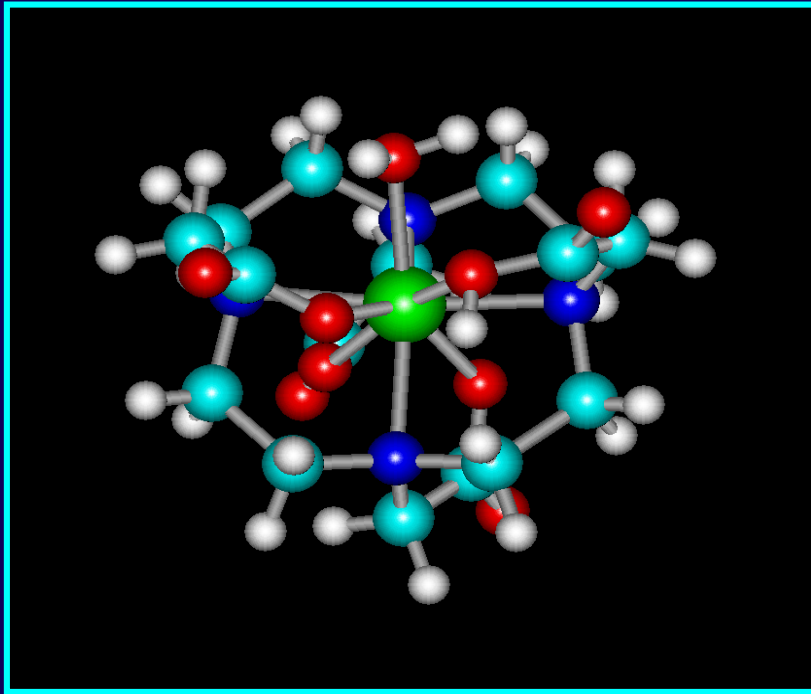
Group III: Agents for which data remains limited regarding NSF risk, but for which few, if any unconfounded cases of NSF have been reported:

Gadoxetate disodium (Eovist – Bayer HealthCare Pharmaceuticals; Primovist in many countries)

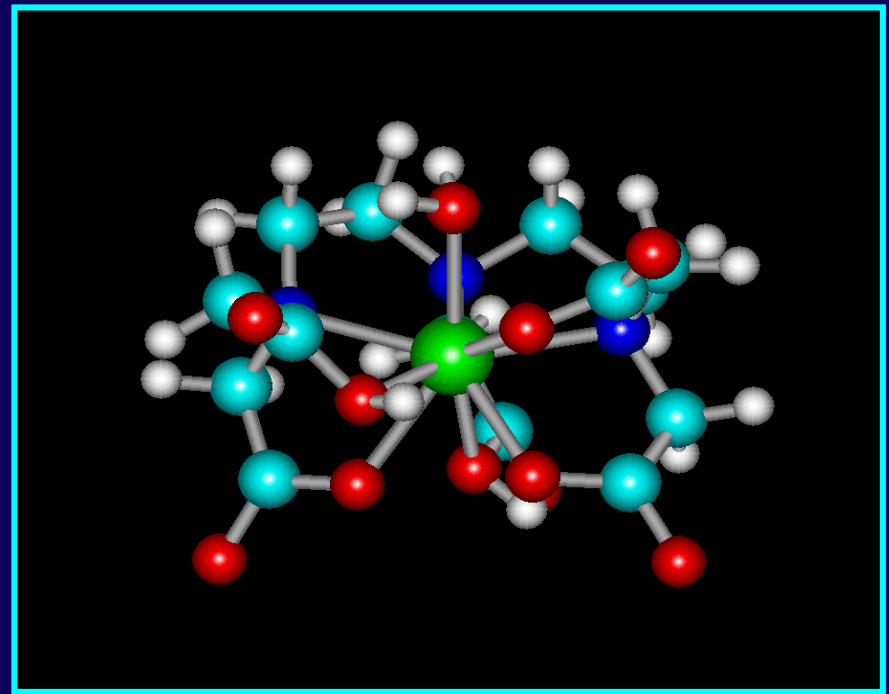
2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Σκιαγραφικά μέσα Γαδολινίου: Γραμμικά ή Μακροκυκλικά;



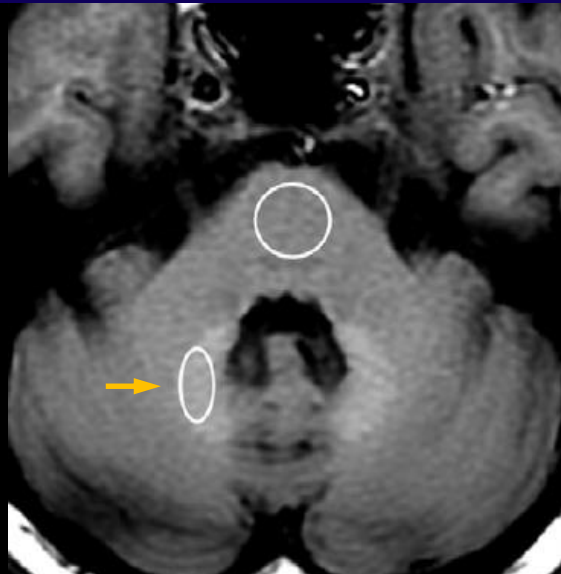
MACROCYCLIC



LINEAR (OPEN CHAIN)

Γαδολίνιο: Εναπόθεση στον Εγκέφαλο

Έχει αποδειχθεί, από το 2014, ότι υπολειμματικές ποσότητες Gd κατακρατούνται σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου ασθενών που έχουν υποβληθεί σε πολλαπλές εξετάσεις με χορήγηση Gd



Dentate Nucleus on T1w
Kanda 2014 (Radiology)



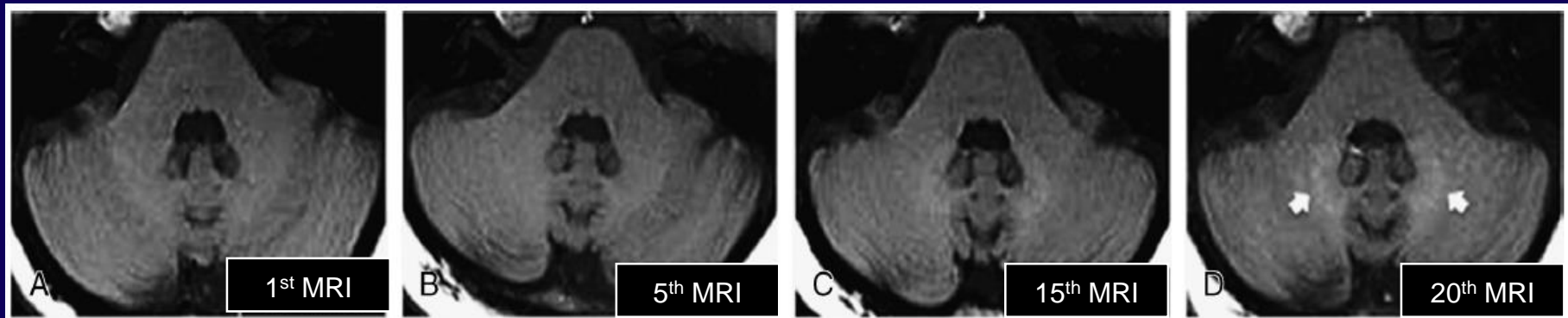
Globus Pallidus on T1w
Kanda 2014 (Radiology)

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Γαδολίνιο: Εναπόθεση στον Εγκέφαλο

- Η ένταση σήματος (T1w) αυξάνει με τη συσσώρευση του Gd
 - Χρειάζονται ≥ 5 εγχύσεις γραμμικών σκευασμάτων
 - Δεν έχει παρατηρηθεί αντίστοιχη αύξηση στα μακροκυκλικά σκευάσματα



Αύξηση έντασης σήματος (DN) μετά από πολλαπλές δόσεις Gadodiamide
(Errante, 2014, Invest Radiol)

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Γαδολίνιο: Εναπόθεση στον Εγκέφαλο

- Διερεύνηση του πιθανού κινδύνου και της κλινικής σημασίας
- Δεν έχει αποδειχθεί ότι υφίστανται σημαντικές κλινικές συνέπειες
- Ερευνητική δραστηριότητα για διευκρίνιση
 - Των μηχανισμών εναπόθεσης
 - Της χηλικής κατάστασης της κατακρατηθείσας ποσότητας και της πιθανής τοξικότητά της
 - Της συσχέτισης με διαφορετικές χημικές ενώσεις



EUROPEAN MEDICINES AGENCY
SCIENCE MEDICINES HEALTH

ACR®
AMERICAN COLLEGE OF
RADIOLOGY



Κύρια Ζητήματα Ασφάλειας στην ΑΜΣ

- Βιολογικές Επιδράσεις Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων
 - Στατικό μαγνητικό πεδίο
 - Χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο
 - Πεδίο ραδιοσυχνοτήτων (RF)
- Ακουστικός Θόρυβος
- Εμφυτεύματα / Συσκευές
- Σκιαγραφικά μέσα στην ΑΜΣ
- Κρυογόνα

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κρυογόνα

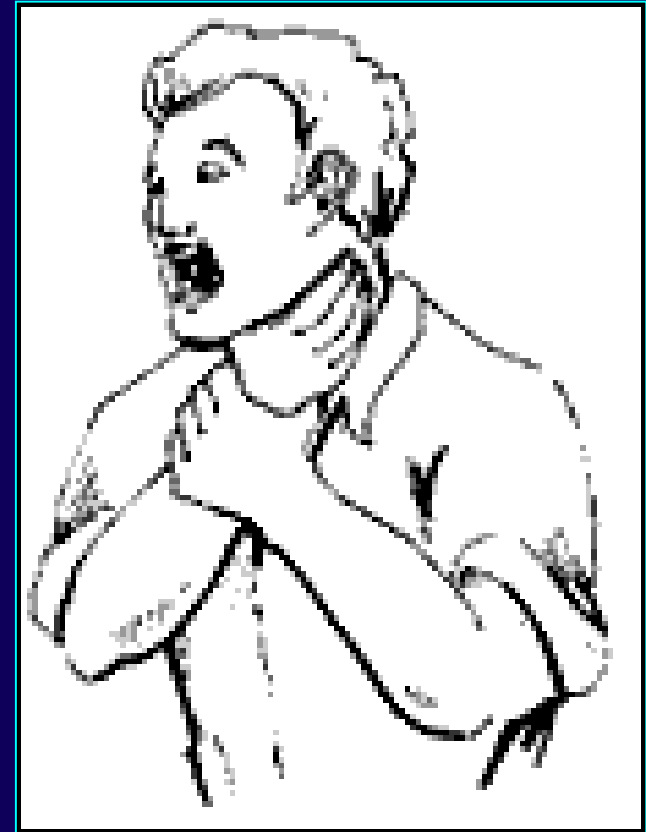
- Ο υπεραγώγιμος μαγνήτης χρησιμοποιεί υγρό Ήλιο με θερμοκρασία ζέσης τους 4° Kelvin (-269°C)
- Αν ο μαγνήτης αρχίσει να «χάνει» την υπεραγωγιμότητά του απελευθερώνεται αέριο Ήλιο. Αποτελεί φαινόμενο χιονοστιβάδας το οποίο διαρκεί περίπου 20 sec (quench)
- Το Ήλιο είναι αρκετά κρύο για να υγροποιήσει το οξυγόνο, γεγονός που αποτελεί μεγάλο κίνδυνο για πυρκαγιά

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κρυογόνα

- Το αέριο Ήλιο είναι άοσμο, άχρωμο και διαστέλλεται ταχύτατα
- Αν δε διοχετευθεί αμέσως σε εξωτερικό χώρο θα αντικαταστήσει το περισσότερο από το οξυγόνο στο δωμάτιο, με κίνδυνο ασφυξίας



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018

Κρυγόνα

- Η επαναφορά του μαγνήτη σε υπεραγώγιμη κατάσταση κοστίζει ακριβά
- Πιέσετε το κουμπί ασφάλειας μόνο για πολύ σημαντικό λόγο.....



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018



*Van der Schaaf's
Μοντέλο Πρόκλησης Ατυχήματος*



Αποφυγή Συμβάντος

ΝΑΙ

Ασφαλιστικές Δικλίδες;

ΟΧΙ

Συμβάν

Φθηνά την γλιτώσαμε...

ΝΑΙ

Επαρκής Αποκατάσταση;

ΟΧΙ

Ατύχημα

Ανθρώπινο Σφάλμα

Επικίνδυνη Κατάσταση

Οργανωτικό Σφάλμα

ΑΜΣ

Μοντέλο Πρόκλησης Ατυχήματος

2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018



2^ο Διεπιστημονικό Συνέδριο Ογκολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία

Το CAMPBE συναντά την ΕΦΙΕ στη Διεθνή Ημέρα Ιατρικής Φυσικής 2018



Who gave you
permission to enter?



CAUTION

UV Light Do
Not Look
Directly At Light

Eye protection
must be worn



Warning
MR Environment



Warning
Strong Magnetic Field



1.5 Tesla



Prohibited
No Food or Drink
Allowed in the
Room



Prohibited
No Mobile Phones
Allowed in the
Room

PROHIBITED



Prohibited
No Food or Drink
Allowed in the
Room



Prohibited
No Mobile Phones
Allowed in the
Room



Prohibited
No Smoking
Allowed in the
Room



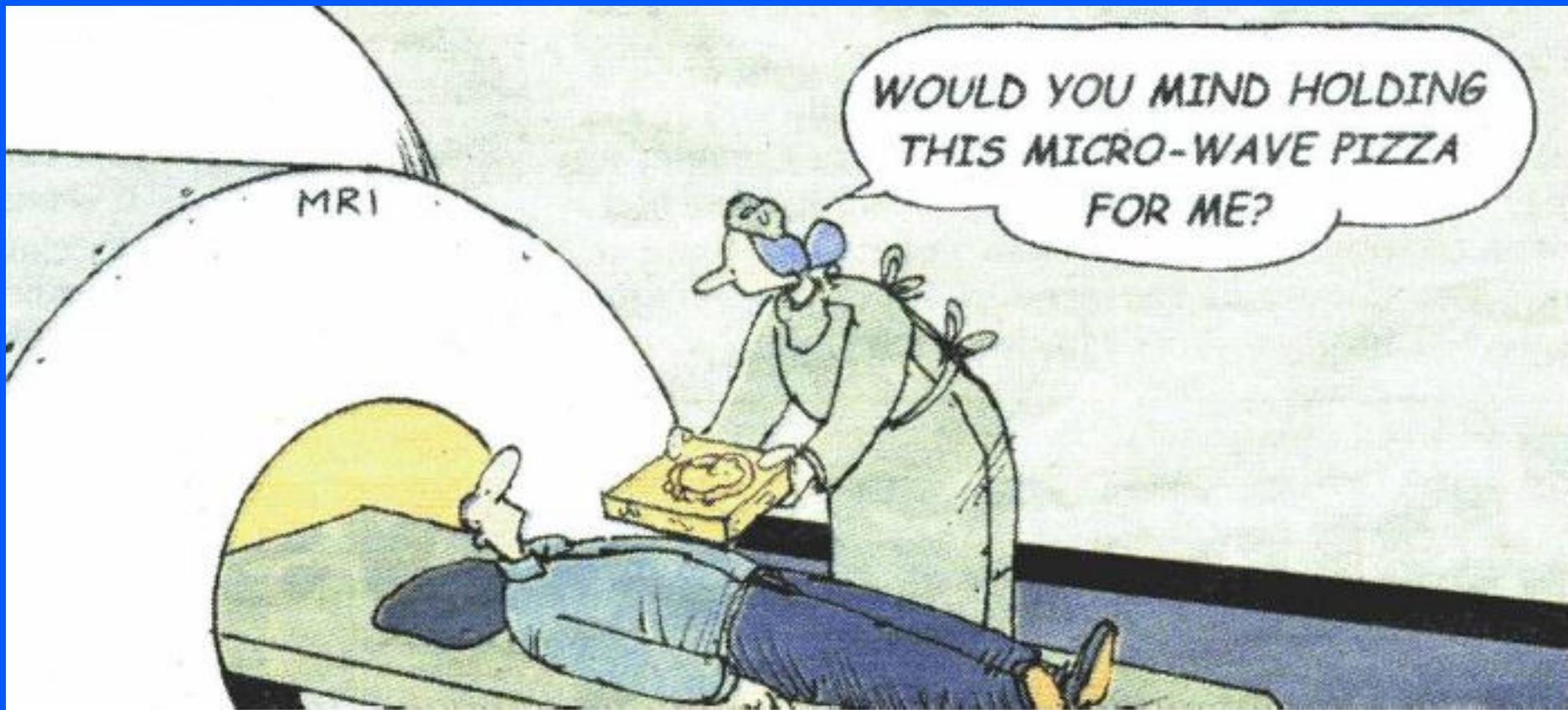
Warning
RF Fields
During Scanning



Prohibited
No Entry
During Scanning



ATTENTION
Magnetic Field
Do not enter the
Room



Ευχαριστώ πολύ για την προσοχή σας