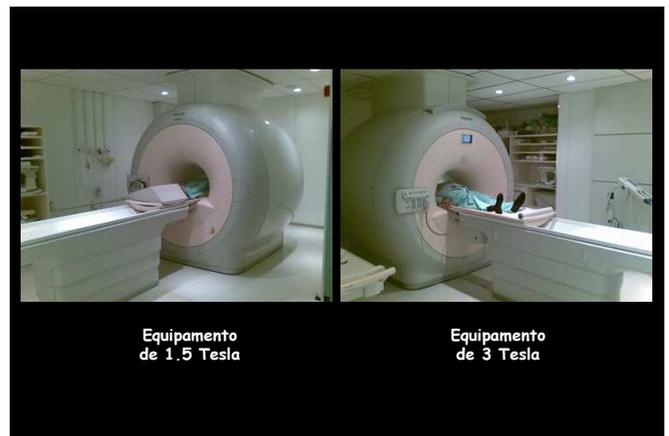


FORMAÇÃO DA IMAGEM POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Antonio Carlos Santos
Radiologia - FMRP - USP
Centro Ciências das Imagens e FM

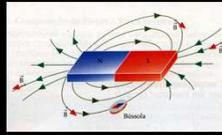
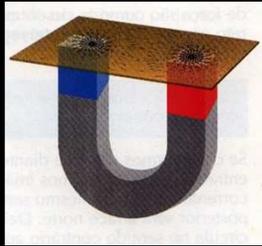
Exame de RM

- Não utiliza radiação ionizante
- A imagem é produzida pela combinação de um poderoso campo magnético e pulsos de radiofrequência, na faixa de 64 a 128 MHz
- Utiliza os princípios físicos da interação de campos magnéticos e de ressonância para transmissão de energia

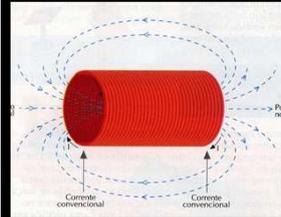


MAGNETISMO

MAGNETO NATURAL

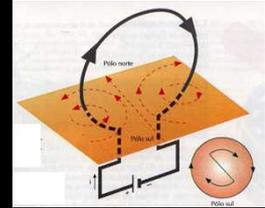


Eletromagnetismo

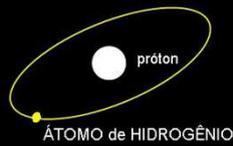
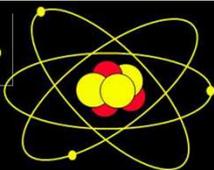


A variação cíclica do campo magnético induz corrente elétrica

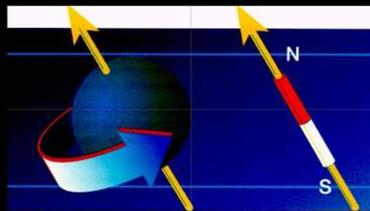
A corrente elétrica induz um campo magnético



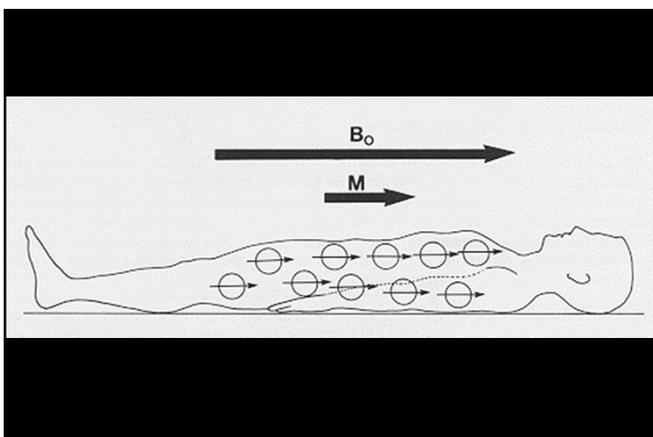
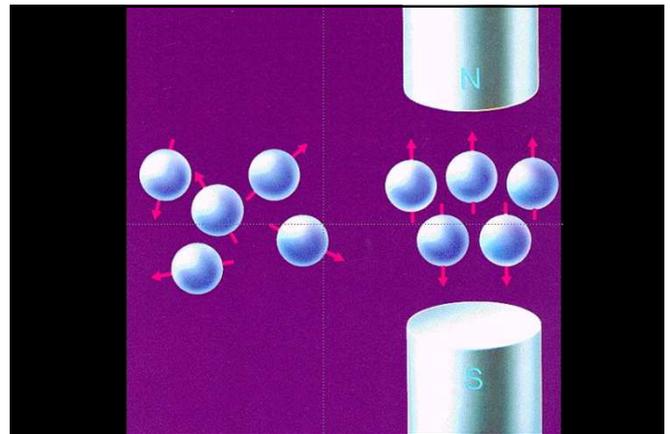
Átomo



SPIN



1924: Pauli demonstra que o núcleo possui momento



VETOR RESULTANTE

A resultante é proporcional ao campo magnético:

1 ml de água = 3×10^{22} protons tem uma resultante de spins de 1.3 ppm a 0.2T e de 9.6 ppm a 1.5T

Tipos de Magneto

Tipo	Intens. do Campo
Permanente	< 0.35 T
Resistivo	< 0.25 T
Supercondutivo	0.5 - 7 T



Nikola Tesla (1856-1943)

Notas:

1 Tesla = 10.000 Gauss

Campo magnético Terra: ~ 0.5 G

PRECESSÃO

É o movimento de rotação do vetor (MM), ao redor do campo principal.

A frequência de precessão é proporcional ao campo magnético.

$$\text{Equação de Larmour: } \omega_0 = \gamma B_0$$

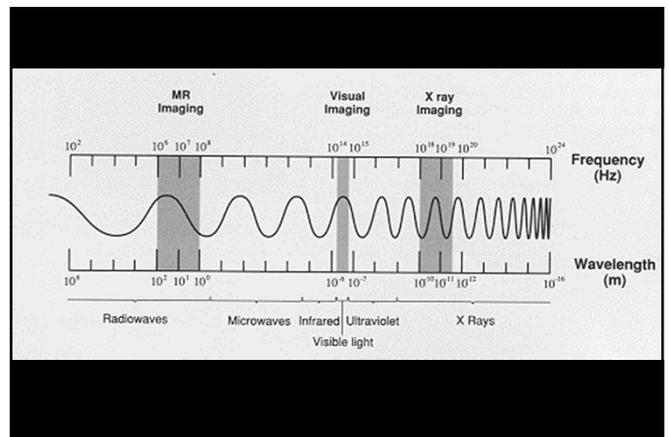
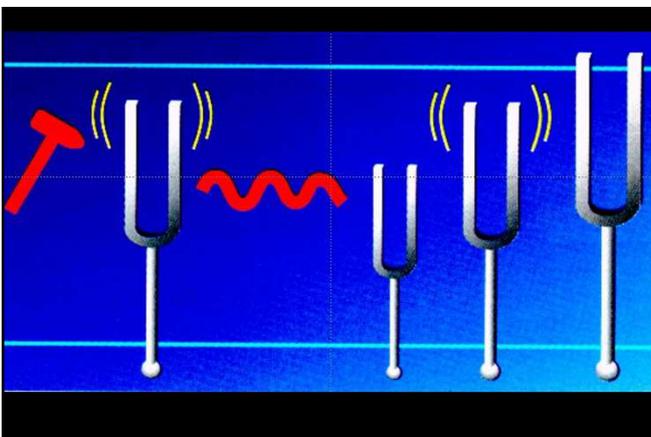
A Imagem por RM é baseada no núcleo do H⁺

isótopo	cte	(MHz/T)
¹ H	26.8	42.58
² H	4.1	6.53
¹³ C	6.7	10.70
²³ Na	7.1	11.26
³¹ P	10.8	17.24

RESSONÂNCIA

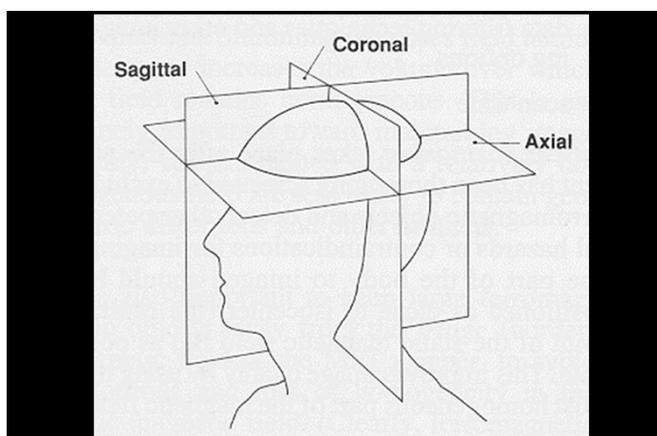
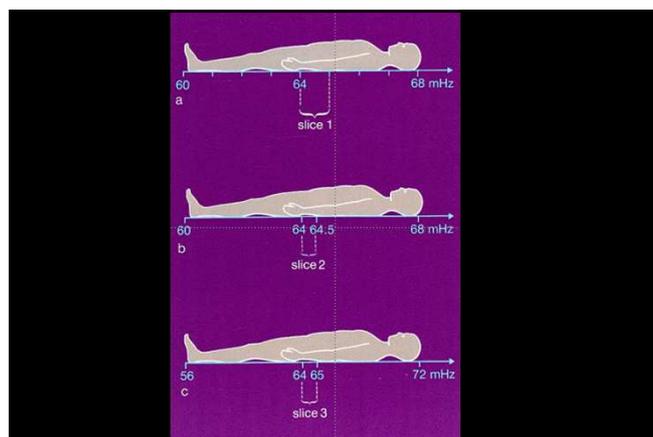
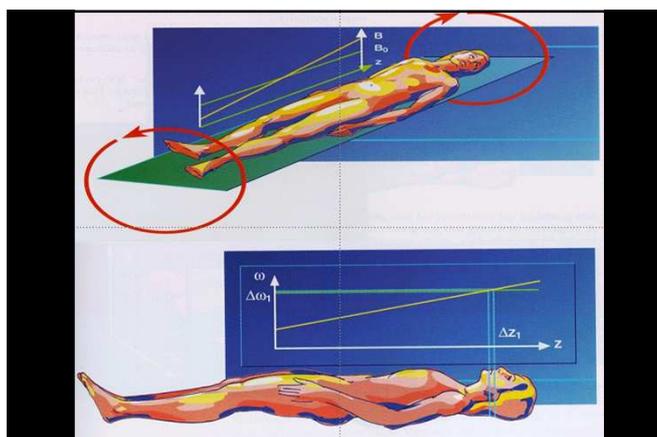
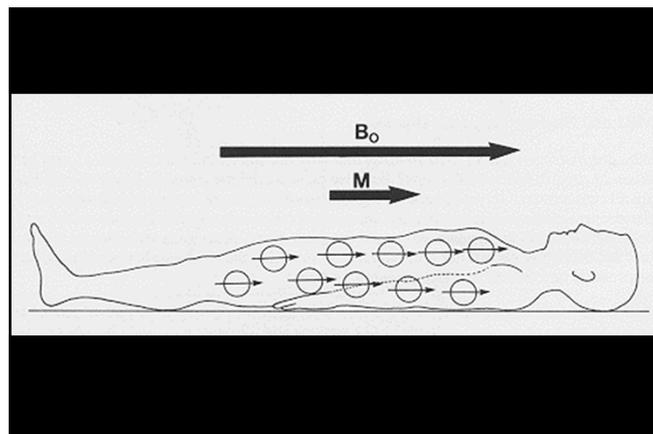
É a transmissão de energia de um corpo a outro por vibração.

Isto só pode ser feito se os dois corpos tiverem a mesma frequência de vibração.



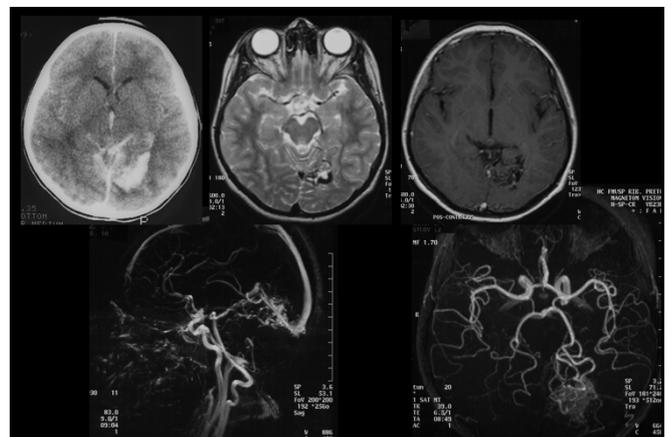
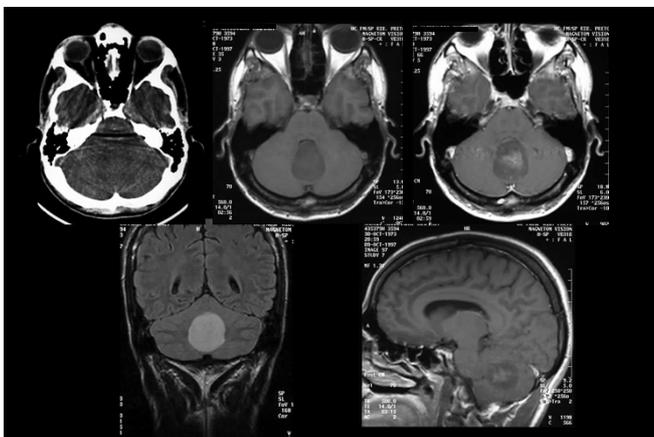
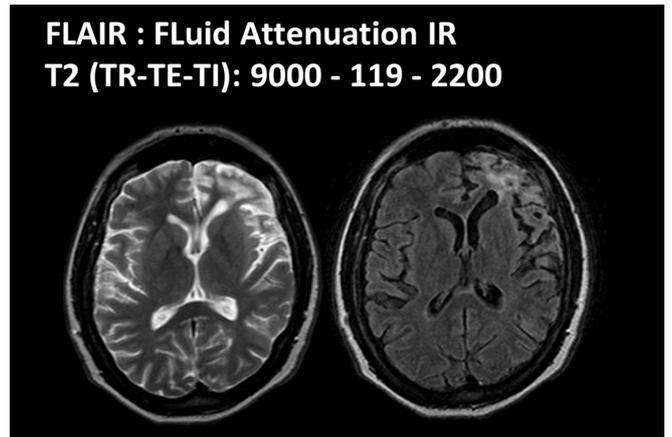
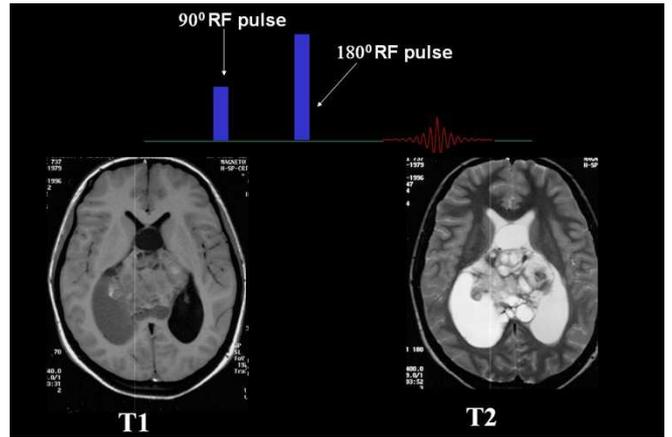
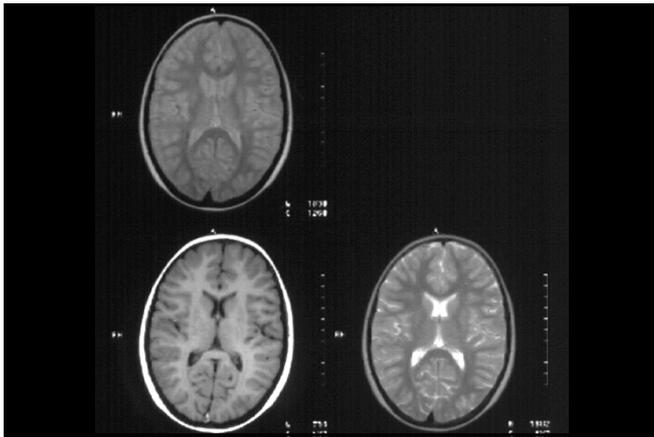
Em resumo:

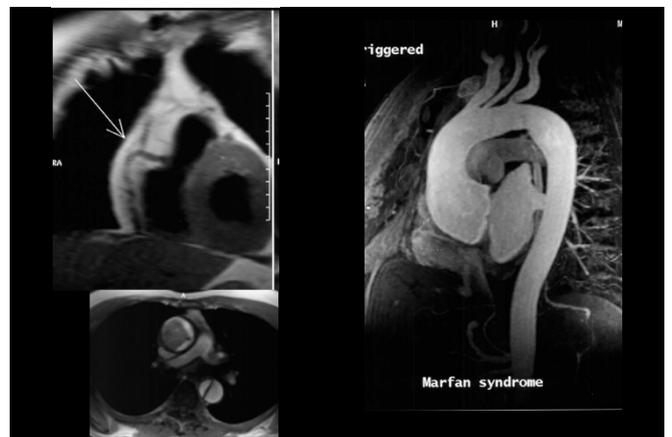
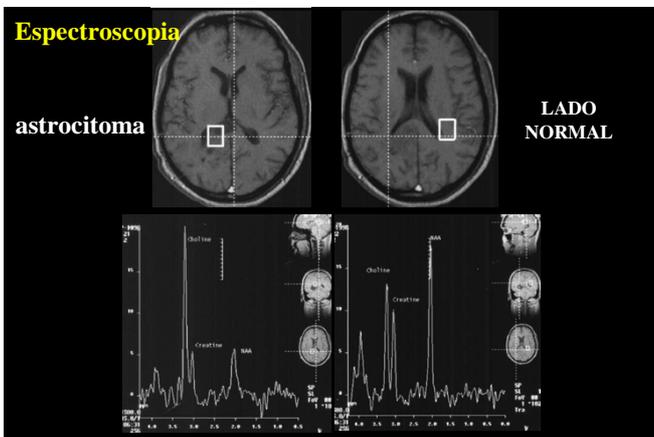
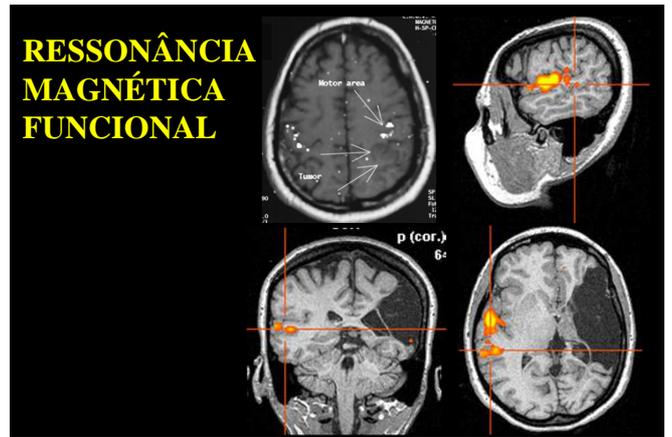
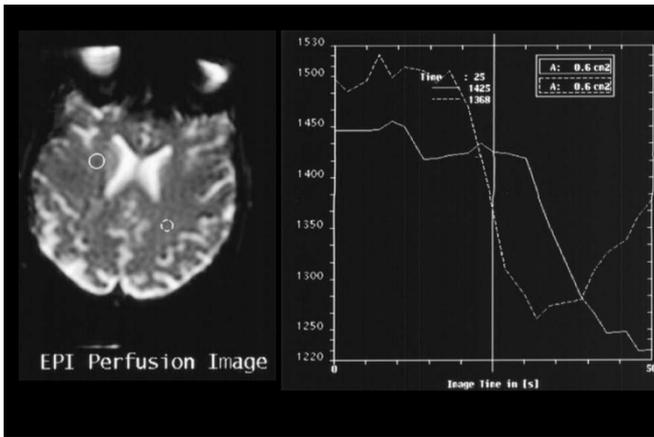
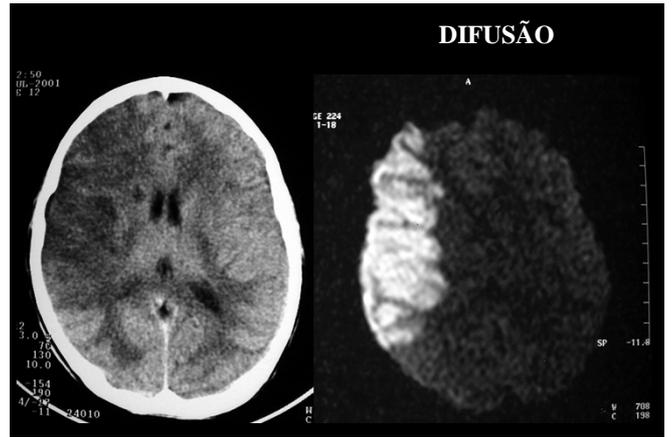
o exame de RM consiste na colocação do paciente num forte campo magnético para que ocorra o alinhamento de seus prótons, na excitação destes por um pulso de RF e na leitura do echo destes protons, formando-se a imagem.

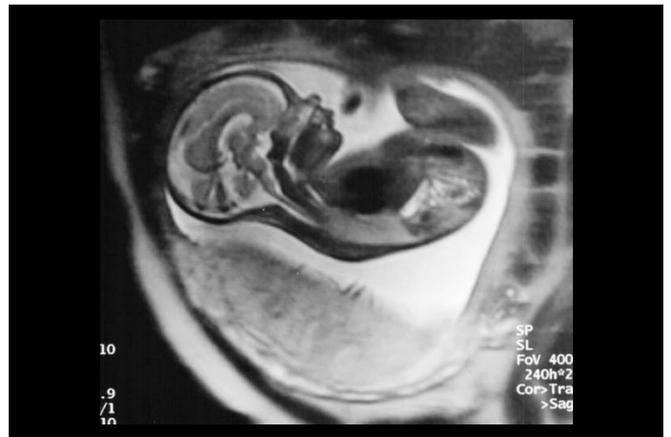
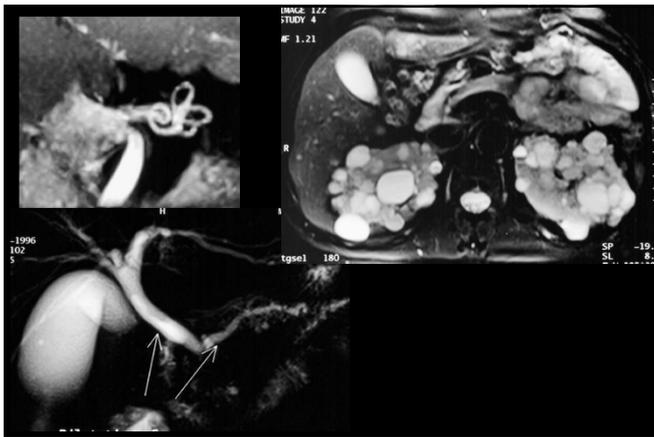
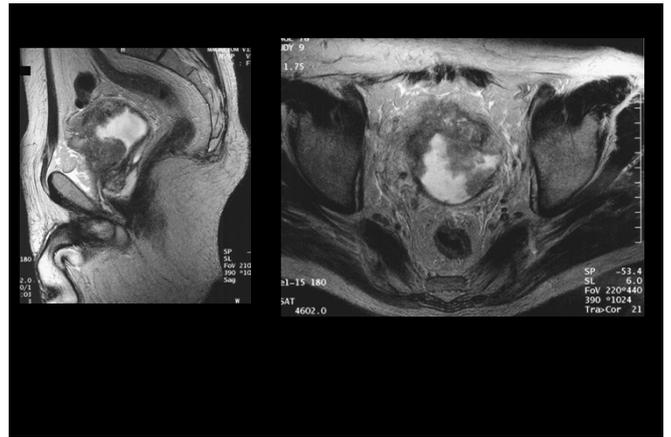


Ressonância Magnética

- Mais do que uma técnica, é um conjunto de técnicas
 - Imagem em T1, T2 e DP
 - Subtração da água livre ou gordura
 - Angiografia por RM, perfusão, difusão
 - Espectroscopia







Vantagens da RM

- Não usa radiação ionizante
- Maior capacidade de contraste
- Capacidade multiplanar
- Capacidade de associar técnicas
- Maior especificidade

Desvantagens da RM

- Mais cara e menos disponível
- + demorada (+ artefatos movimento)
- Pouca sensibilidade p/ calcificações, osso cortical e hemorragia hiperaguda
- Monitorização mais complicada para pacientes críticos

Indicações

- Lesões medulares
- Maioria das lesões do SNC, excetuando pacientes críticos ou agitados, trauma agudo e hemorragia, calcificações
- Evita-se em pacientes claustrofóbicos
- Evita-se indicar para lesões mais simples devido ao custo e baixa disponibilidade de equipamentos

Contra-indicações

- Portadores de marcapasso cardíaco
- Portadores de implantes metálicos ferrosos em vasos e estruturas móveis (clipes, implante coclear...)
- Portadores de fragmentos metálicos em partes moles

Conceitos fundamentais de
segurança na RM

MRI safety

Antonio Carlos Santos
FMRP – USP

O exame de RM não usa radiação ionizante, mas o ambiente não é inócuo

- No ambiente de um serviço de imagem de RM existem riscos potenciais para o paciente e acompanhantes
 - AJR 2001; 177:27 – Projectile cylinder accidents ...
 - Health Devices 2001;30:311 - ECRI hazard report.
 - AJR 2007; 188:1447 – ACR Guidance Doc for safe MR...
- Não se deve assumir nunca a compatibilidade de uma prótese ou implante a menos que exista documentação
 - <http://www.mrisafety.com/>

Sumário

- Zonas de segurança progressiva
- Materiais ferromagnéticos
 - Segurança para o paciente
 - Segurança para o equipamento
- Cuidados com os pacientes
 - Questionário, troca de roupa...
- Cuidados com os acompanhantes

Riscos Potenciais

- Campo magnético
 - Efeito projétil
- Gradientes
 - Estimulação de nervo periférico
 - Ruído acústico
- Radio frequência
 - SAR/ aquecimento

Campo magnético

- Acima 4T: sensação de tontura
- Linha de marcapasso: 5 gauss
- Cuidados com implantes metálicos
- Efeito míssil causado por objetos ferrosos introduzidos na sala de exames

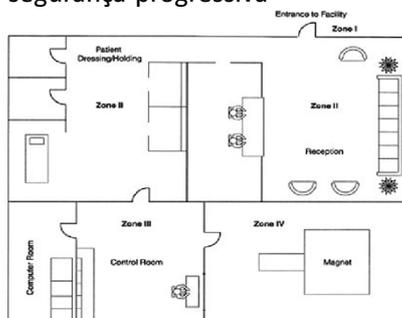
Objetos transformados em mísseis



Efeitos biológicos do Campo

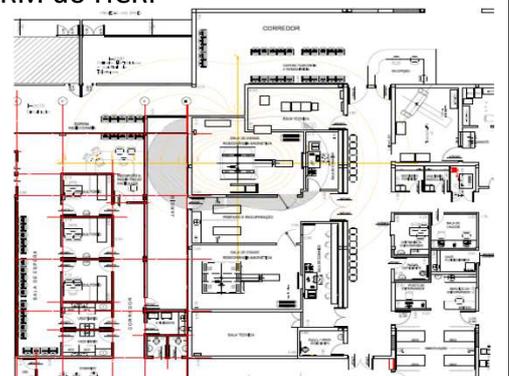
- “ Não existem evidências conclusivas de efeitos biológicos danosos ou irreversíveis relacionados com a exposição do ser humano a campos magnéticos estáticos acima de 2.0T.”
- “Magnetic Resonance Bioeffects, Safety and Patient Management”
Frank G. Shellock, Ph.D, Emanuel Kanal, M.D.

Zonas de segurança progressiva



AJR 2007; 188:1447 – ACR Guidance Doc for safe MR

Seção de RM do HCRP



“linha de marcapasso”: 5 Gauss

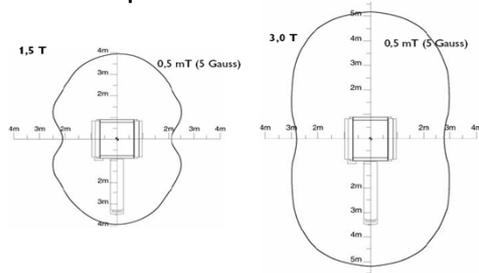


Figura 2.1 Vista de cima com linhas de 0,5 mT (5 Gauss) para sistemas com 1,5 e 3,0 Tesla.

AJR 2007; 188:1447 – ACR Guidance Doc for safe MR

Screening process

- Toda pessoa antes de adentrar às zonas 3 e 4 devem ser submetidos a um questionário de triagem
- O pessoal da equipe deve fazer a triagem pessoalmente e acompanhar toda pessoa de fora, incluindo médicos anestesiologistas e de outras clínicas

Screening para material metálico

- RX
 - História de acidente com material metálico, atividade profissional de risco
 - Implantes
 - Próteses
 - Clips de aneurismas
 - Filtros de veia cava
- Cuidado com material metálico no campo
 - Indução de corrente e geração de calor

Área de acesso controlado

ADVERTÊNCIAS



Objetos de ferro ou outros materiais magnéticos não deverão entrar na Área de Acesso Controlado:

- Tesouras, canivetes, isqueiros, chaves, moedas etc.
- Aspiradores, enceradeiras etc.
- Cadeiras de rodas, carrinhos magnéticos, macas etc.



Tais objetos são atraídos pelo magneto e podem resultar em ferimentos graves ou fatais do paciente ou dos operadores, além de causar o funcionamento incorreto do sistema.



Pessoas com implantes metálicos ou com implantes ativados elétrica, magnética ou mecanicamente (como marca-passos cardíacos) não poderão entrar na Área de Acesso Controlado.



Os campos magnéticos e eletromagnéticos produzidos pelo equipamento de RM podem exercer forças poderosas nesses dispositivos ou interferir em sua operação.

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
SERVIÇO DE RADIODIAGNÓSTICO

QUESTIONÁRIO PRÉ-EXAME

Data: ___/___/___ Exame (Região): _____

Nome: _____ Peso: _____

Endereço e telefone para contato: _____

- Motivo do exame: _____
- Possui marcapasso cardíaco? () Sim () Não
- Foi operado alguma vez? Do que? () Sim () Não _____
- Tem algum metal no corpo? () Sim () Não
 - Derivação ventricular (DVP)? () Sim () Não
 - Clipe de aneurisma, próteses em vasos? () Sim () Não
 - Válvula cardíaca? Tipo? () Sim () Não _____
 - Bomba de infusão? (insulina, quimioterapia) () Sim () Não
 - Implantes? (oclear, mamário, placa, parafuso)? () Sim () Não
 - Metal devido a acidente (fragmento, projétil)? () Sim () Não
 - Já teve acidente grave? () Sim () Não
 - Trabalha com metal (serralheiro, fundição)? () Sim () Não

- Possui tatuagem? () Sim () Não
- Maquiagem permanente? () Sim () Não
- Confirma estar sem:
 - Grampo no cabelo? () Sim () Não
 - Alfinetes ou outros objetos metálicos? () Sim () Não
 - Relógio de pulso? () Sim () Não
 - Clipe de papel? () Sim () Não
 - Brincos, correntes, pulseiras, anel? () Sim () Não
 - Cintos ou botões com metal? () Sim () Não
 - Cartões magnéticos? () Sim () Não
 - Sapatos (ok se conferido e com propêl)? () Sim () Não
 - Óculos com metal? () Sim () Não
- Tem reação alérgica a medicamentos? () Sim () Não Se afirmativo, qual? _____
- Em caso de mulher, está grávida? () Sim () Não

Assinatura do paciente ou responsável: _____

Nome e visto do funcionário: _____

Feito radiografias? (nome do médico que checkou e visto): _____

Efeito dos gradientes

- Potenciais riscos do gradiente de alta performance
 - Estimulação de nervos periféricos
 - Alto risco para fios (coclear, vagal, cardíaco)
 - Ruído
 - Protetor de ouvidos para paciente e acompanhante

Limites especificados pelo OSHA: o pico do ruído acústico em 200 pascals ou 140 dB



Fios metálicos “internos”

- Fios guias de embolizações prévias
- Estimulador vagal
- Marcapassos...
 - the FDA has noted several reports of serious injury, including coma and permanent neurologic impairment, in patients with implanted neurologic stimulators who underwent MR imaging examinations. The injuries in these instances resulted from heating of the electrode tips.
- Exceção: uso de bobina emissora/receptora

Gravidez

- Não há impedimento para o staff
- Pacientes:
 - Não existe documentação de qualquer efeito deletério para o feto em desenvolvimento, mesmo no 1º trimestre. Porém, sempre se deve pesar a real necessidade do exame antes de admitir paciente grávida na sala
 - Uso de gadolinium deve ser evitado
 - Gd passa a placenta e é excretado pelo feto para o líquido amniótico, onde permanece longo tempo

Gadolinium

- Pacientes com história de reação a contraste iodado têm 6% de chance de ter reação com GD
- 20% de risco para história de reação prévia com GD
- Asma e alergia, aumento de 2 a 4 xx do risco normal
- Na dúvida = medicar previamente com corticóide e anti-histamínico

Conclusões

- O exame de RM pode ser definido como uma análise tecidual, com alta capacidade de discriminação, baseado nas relações moleculares do núcleo do hidrogênio
- É um conjunto de técnicas que inclui a análise do tempo de relaxação longitudinal e transversal do tecido, a difusibilidade de suas moléculas, a presença de fluxo, conteúdo de ferro, gordura, composição metabólica, entre outras variáveis.
- É o melhor método para analisar partes moles e tecidos que contenham água

Conclusões

- Apesar do exame de RM não usar radiação ionizante, ele não está isento de riscos.
- Em relação ao campo magnético, deve-se ter cuidado com a sua capacidade de atrair objetos metálicos com componentes ferrosos, os quais podem atingir pessoas no seu trajeto e produzir danos ao paciente, aos funcionários ou danificar o paciente
- É preciso ter claro o potencial de dano da exposição ao campo magnético de pacientes com material metálico em partes moles (artérias, veias, órgãos sólidos, etc.)
- Durante a gravidez, não há contraindicação para o exame, mas sim para a utilização de contraste
- Em casos de insuficiência renal há restrição relativa do uso de contraste, relativas ao grau de prejuízo da filtração glomerular, sempre considerando-se a relação custo-benefício do exame