Note: This copy is for your personal, non-commercial use only. To order presentation-ready copies for distribution to your colleagues or clients, use the *RadioGraphics* Reprints form at the end of this article.

EDUCATION EXHIBIT 198

3.0-T MR Imaging of the Abdomen: Comparison with 1.5 T¹

TEACHING POINTS
See last page

Kevin J. Chang, MD • Ihab R. Kamel, MD, PhD • Katarzyna J. Macura, MD, PhD • David A. Bluemke, MD, PhD

Three-tesla magnetic resonance (MR) imaging offers substantially higher signal-to-noise ratio (SNR) and contrast-to-noise ratio (CNR) than 1.5-T MR imaging does, which can be used to improve image resolution and shorten imaging time. Because of these increases in SNR and CNR, as well as changes in T1 and T2 relaxation times, an increase in magnetic susceptibility, and an increase in chemical shift effect, many abdominal applications can benefit from 3.0-T imaging. Increased CNR obtained with a gadolinium-based contrast agent improves lesion conspicuity, requires less intravenous contrast material, and improves MR angiography by increasing spatial and temporal resolution. Increased SNR improves fluid conspicuity and resolution for applications such as MR cholangiopancreatography. Increased chemical shift effect also improves spectral resolution for MR spectroscopy. Several potential problems remain for abdominal imaging at 3.0 T. Limitations on energy deposition may require compromises in pulse sequence timing and flip angles. These compromises result in prolonged imaging time and altered image contrast. Magnetic susceptibility and chemical shift artifacts are worsened, but they may be counteracted by shortening echo time, performing parallel imaging, and increasing bandwidth. Radiofrequency field inhomogeneity is also a major concern in imaging larger fields of view and often leads to standing wave effects and large local variations in signal intensity. Many issues related to MR device compatibility and safety have yet to be addressed at 3.0 T. A 3.0-T MR imaging system has a higher initial cost and a higher cost of upkeep than a 1.5-T system does.

[©]RSNA, 2008 • radiographics.rsnajnls.org

Abbreviations: CNR = contrast-to-noise ratio, RF = radiofrequency, SAR = specific absorption rate, SNR = signal-to-noise ratio, TE = echo time, 3D = three-dimensional, TR = repetition time

RadioGraphics 2008; 28:1983–1998 • Published online 10.1148/rg.287075154 • Content Codes: GI MR

From the Department of Diagnostic Imaging, Rhode Island Hospital and The Miriam Hospital, Warren Alpert Medical School of Brown University, 593 Eddy St, Providence, RI 02903. Presented as an education exhibit at the 2006 RSNA Annual Meeting. Received July 5, 2007; revision requested October 3 and received March 27, 2008; accepted March 31. All authors have no financial relationships to disclose. Address correspondence to K.J.C. (e-mail: kehang@difespan.org).

[©]RSNA, 2008

Clínica Universitária de Radiologia - HUC -

Reunião Bibliográfica

Bruno Miguel Graça

Moderadora:
Dra Cristina Marques

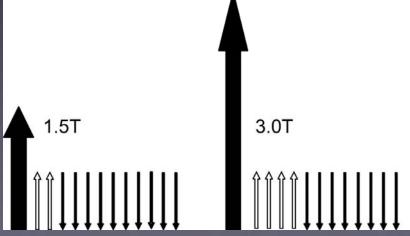
15 de Julho de 2009

Índice

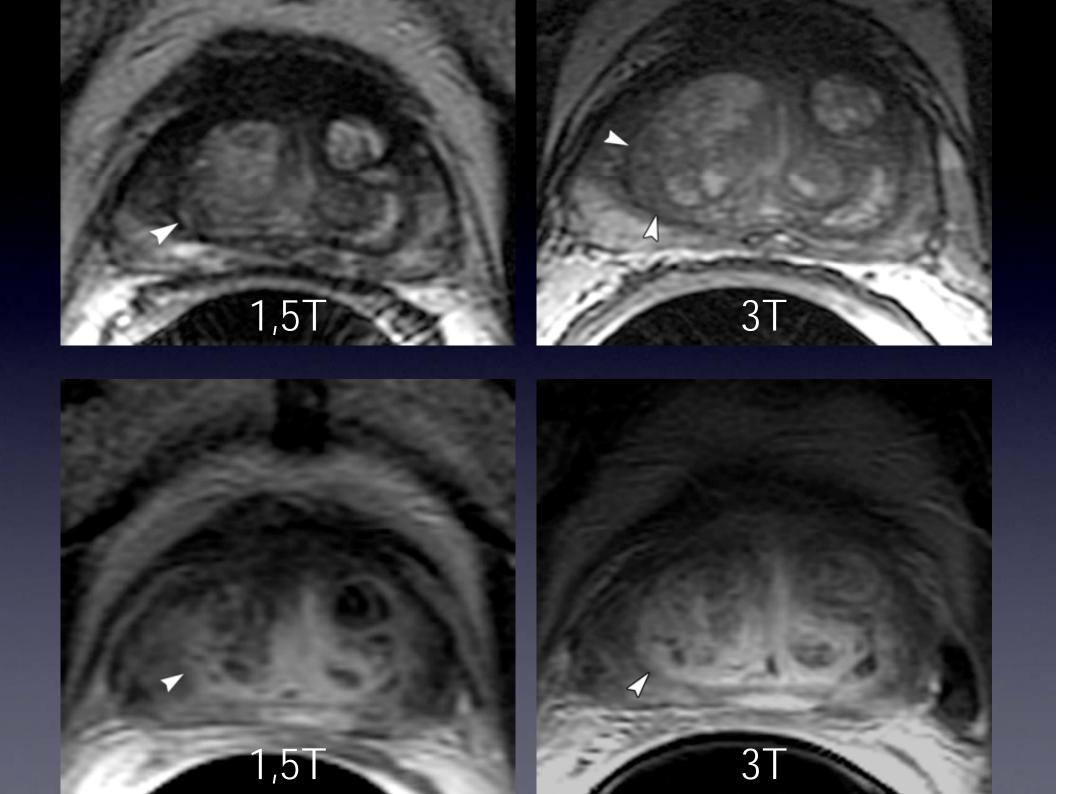
- 1. Diferenças entre 3T e 1,5T
- 2. Estudos RM abdominais que beneficiam do 3T
- 3. Desvantagens da RM 3T nos estudos abdominais

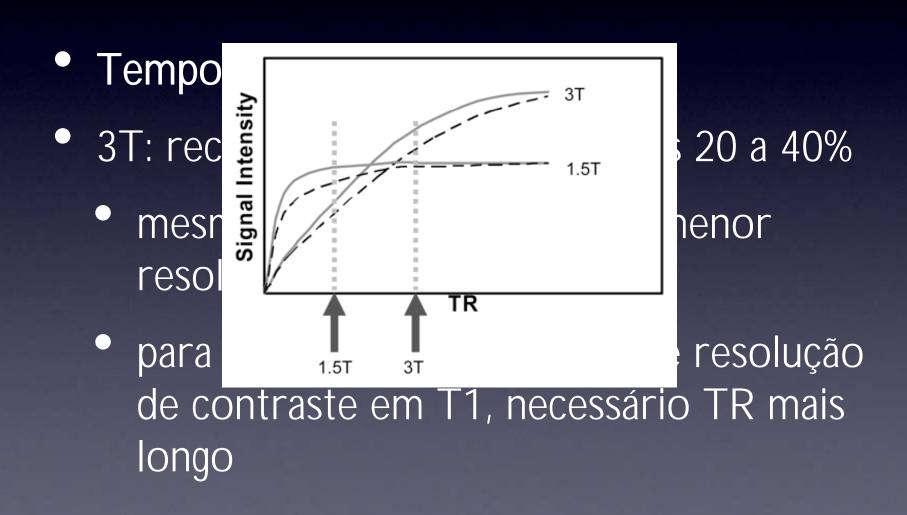
- Relação sinal-ruído (SNR)
- T1
- Gadolínio
- T2 e T2*
- Desvio químico

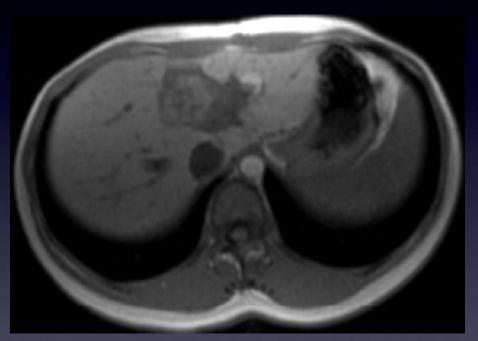
- Relação sinal-ruído (SNR)
- quantidade de sinal disponível para criar imagem RM, relativamente ao ruído de fundo
- varia de forma linear com a intensidade do campo magnético
- (quase) duplicação sinal

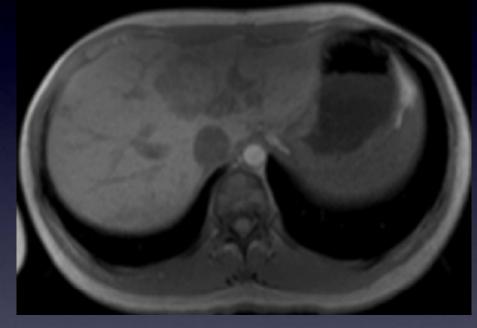


- O que se ganha com maior SNR?
- aumentar a resolução espacial
 - matriz maior com o mesmo FOV
 - melhorar detecção e caracterização de lesões
- diminuir o tempo de aquisição
 - reduzir arterfactos
 - aumentar o número de exames





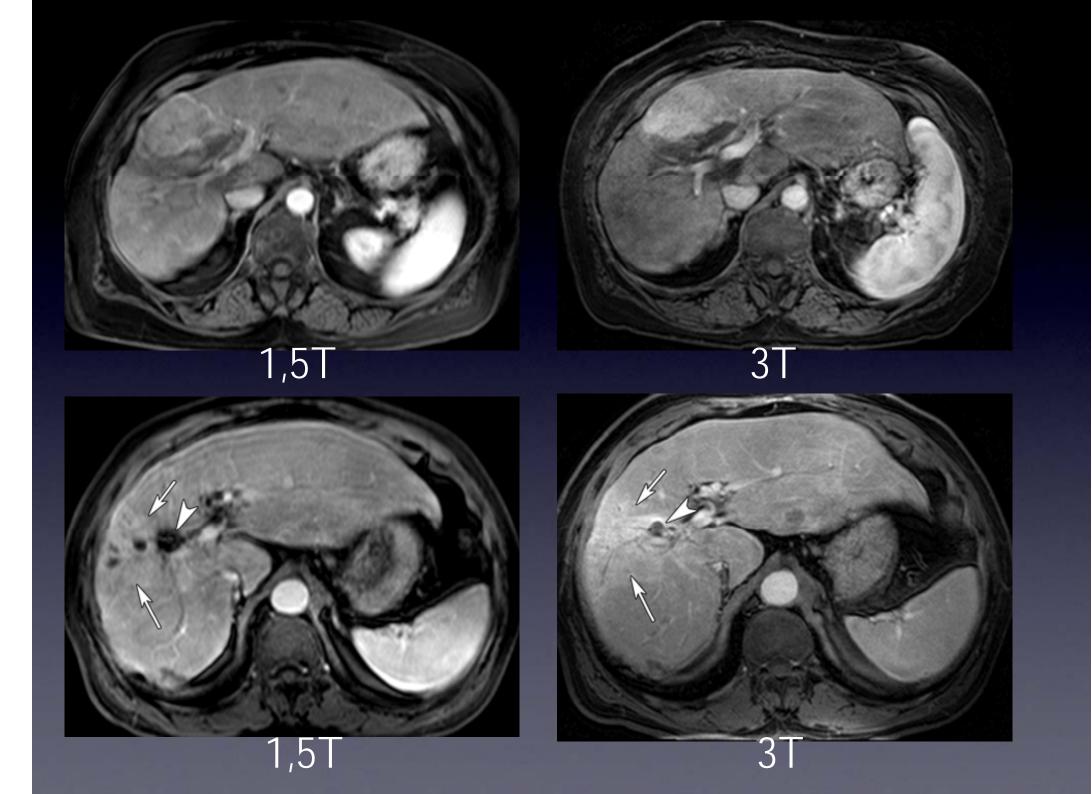




1,5T

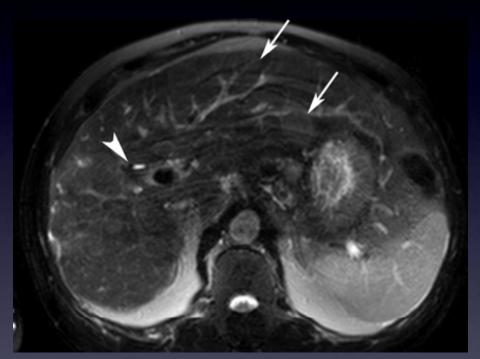
3T

- Efeito do gadolínio em 3T
- Já sabemos: 3T prolonga tempo de recuperação T1
- Mas: efeito de encurtamento do T1 provocado pelo Gad não se altera
- Resultado: efeito de contraste é mais pronunciado em 3T - maior relação contraste-ruído (CNR)

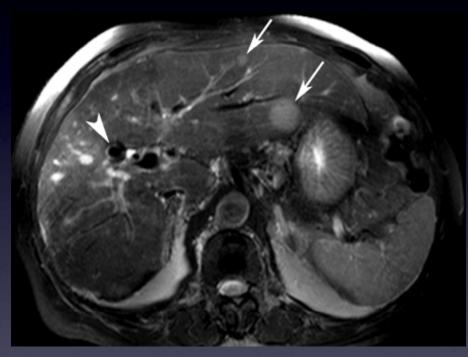


- O que se ganha com maior CNR nos estudos contrastados?
- Reduzir para metade a quantidade de Gd utilizada
 - reduzir custos
 - (menor risco de fibrose nefrogénica sistémica)
- Melhorar os exames de Angio-RM com Gd

- Tempo de decaimento T2 e T2*
- Efeito global: T2 não se altera significativamente
- Realce ao aumento da SNR
- Os ganhos na SNR são mais pronunciados nas imagens ponderadas em T2
 - TR mais longo em T2 permite maior recuperação da magnetização longitudinal







3T

- Efeitos de susceptibilidade magnética
- Duplicam nos sistemas 3T
- Particularmente importante nas sequências que não utilizam pulso de refocalização: eco de gradiente e eco planar
- Aumentam os problemas relacionados com a não-homogeneidade do campo magnético, especialmente quando se estudam grandes áreas anatómicas, como o abdómen

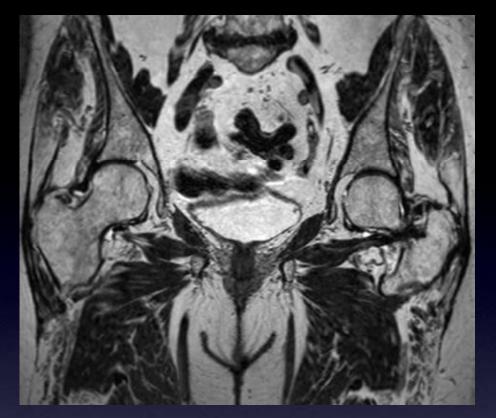
- Efeitos de susceptibilidade magnética -Vantagens
- SPIO: lesões que não captam serão melhor identificadas uma vez que o fígado normal perderá ainda mais o sinal
- BOLD (blood oxygen level-dependent) RM: maior SNR; susceptibilidade local induzida pelo ferro do grupo heme; sinal depende da razão entre oxi- e desoxihemoglobina

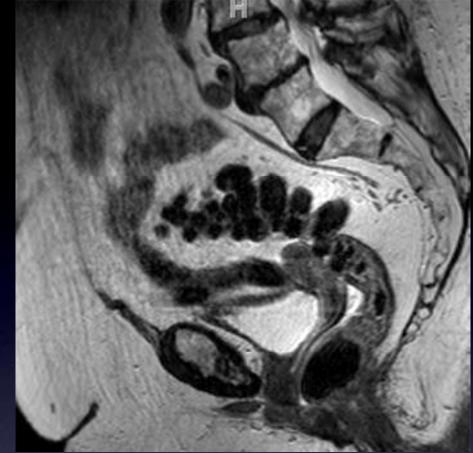
- Artefacto de desvio químico
- Directamente relacionado com a intensidade do campo magnético
- 1ª ordem: mapeamento errado do sinal na codificação de frequência devido à diferente frequência de precessão da gordura e da água
- Diferença entre H2O e gordura: 3T -440Hz; 1,5T - 220Hz
- Melhor supressão de dordura no 3T

- Artefacto de desvio químico
- 2ª ordem: anulação do sinal da água e da gordura dentro do mesmo voxel quando estão fora de fase um em relação ao outro
- Este artefacto não se altera com o 3T
- Mas intervalo entre as frequências de ressonância da água e gordura é metade do que no 1,5T

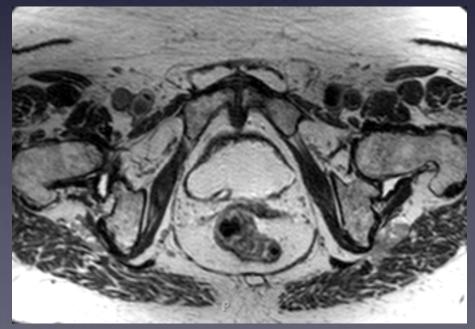
	1,5T	3Т
Op/Fase	2,2ms	1,1ms
Fase	4,4ms	2,2ms

- Órgãos sólidos: aumento do efeito de realce das lesões
- aumento da sensibilidade ao Gd melhor delineação de massas hepáticas, pancreáticas, renais
- Maior resolução espacial: aquisição isotrópica submilimétrica, semelhante à TCMD



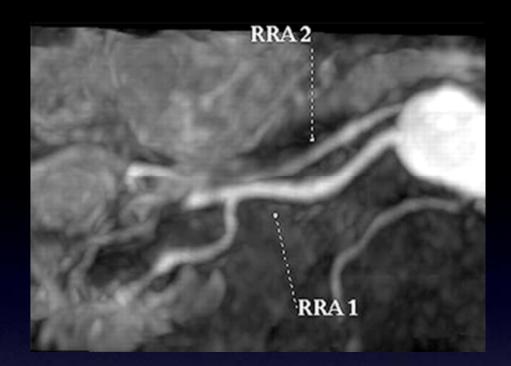


3T Reformatações Aquisição 3D



- Angiografia por RM
- Maior sensibilidade ao efeito do Gd maior CNR - maior resolução espacial e/ou aquisição mais rápida
- TE em oposição de fase mais curto (1,1ms)
 aquisição mais rápida menos susceptibilidade ao movimento
- Maior resolução temporal potencial para coronariografia por RM

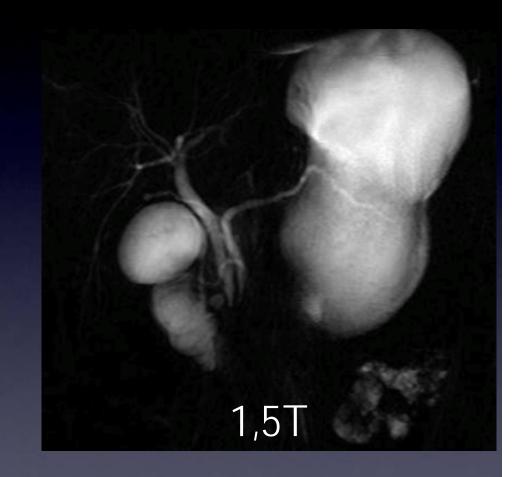


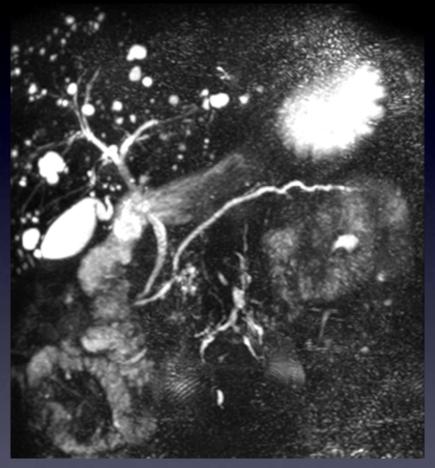




- CPRM
- Aumento da SNR é muito pronunciado nas sequências ponderadas em T2
- Maior detalhe estruturas canaliculares
- TE mais curto menos artefacto de movimento
- Cortes mais finos reconstruções 3D mais robustas
- Melhor visualização de ductos biliares



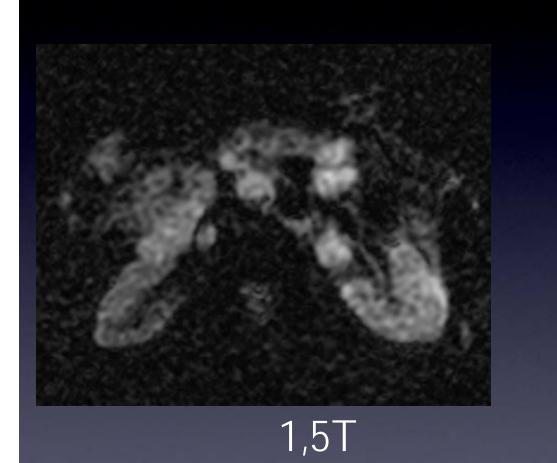


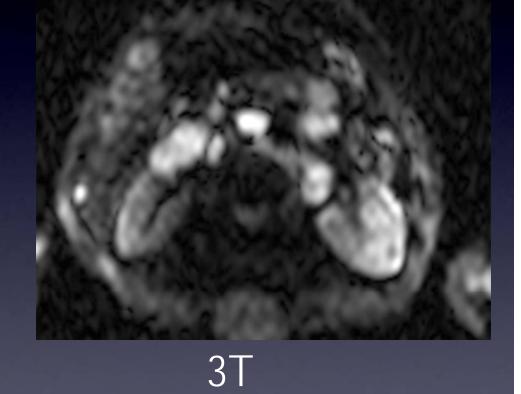


- Difusão
- Utilidade: detecção e caracterização de lesões; avaliar resposta à terapêutica oncológica
- Fígado, rins, próstata, útero, recto e mapeamento ganglionar
- Maior SNR = maior sensibilidade para as áreas de restrição ao movimento H2O

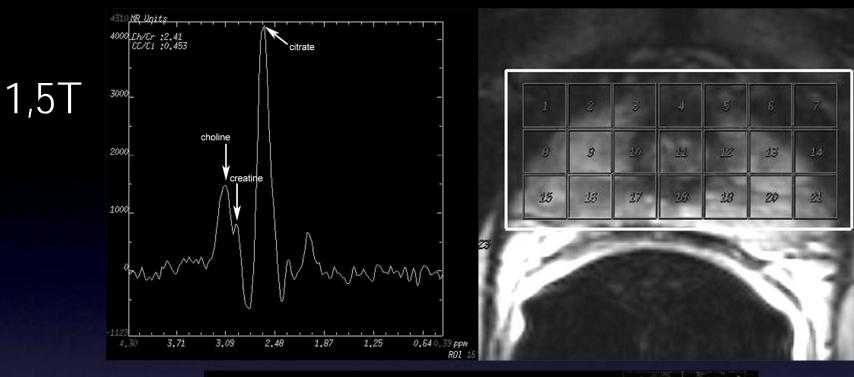
Difusão

- MAS 3T maior distorção da imagem decorrente de maior susceptibilidade magnética.
- Necessário utilizar técnicas de aquisição paralela, que permitem reduzir o tempo de aquisição e o TE de forma a minimizar os artefactos de susceptibilidade magnética

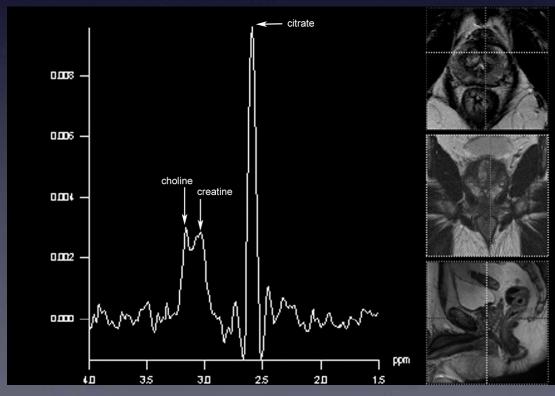




- Espectroscopia por RM
- Maior efeito de desvio químico nos aparelhos 3T - melhor resolução espectral, com maior distinção dos picos metabólicos
- SNR voxels mais pequenos, maior resolução
- Na próstata pode mesmo ser possível fazer espectroscopia com antena externa, abdicando da antena endorectal.



3T Antena de superfície



- Coeficiente de absorção específica
- Não-homogeneidade do campo magnético
- Artefactos de desvio químico
- Alteração do contraste relativo nas imagens ponderadas em T1
- Segurança e compatibilidade dos dispositivos médicos
- Custos

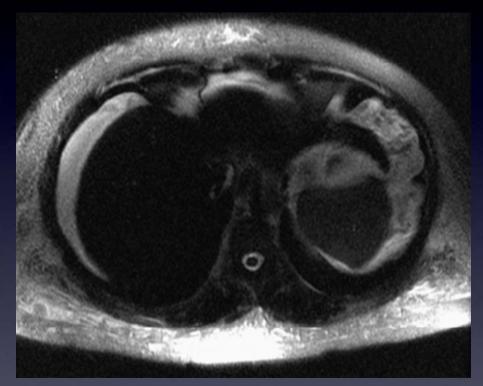
- Coeficiente de absorção específica (SAR)
- FDA limita a SAR a 4 W/Kg durante 15 min ou 8 W/Kg durante 5 min, de forma a prevenir aquecimento dos tecidos em mais de 1°C
- Duplicação da intensidade do campo magnético = quadriplicar energia do pulso de radiofrequência
- Preocupante sequência que fazem uso intensivo de RF (fast spin-echo, eco de gradiente 3D)

- SAR Como reduzir?
- Aumentar TR prolongar a aquisição
- Diminuir a área anatómica de estudo
- Eco de gradiente reduzir flip angle
- Técnicas de refocalização de RF
- Imagem paralela reduz a densidade de preenchimento do espaço k e assim o nº de pulsos de RF por unidade de volume

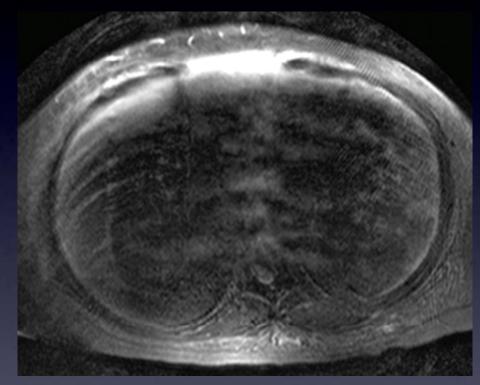
- SAR Como reduzir?
- Novas antenas de superfície que combinam transmissão e recepção dos pulsos de excitação permitem uma deposição mais eficiente do pulso de RF
- Short-bore magnets menor proporção do corpo do paciente é sujeita à energia do pulso de RF

- Não-homogeneidade do campo magnético
- Efeitos de susceptibilidade magnética duplicam em 3T
- Distorção de imagem e perda de sinal relacionadas com interfaces entre tecidos moles e ar (gás intestinal ansas digestivas, bases pulmonares nos estudos abdominais superiores)
- Interfaces de tecidos com diferentes susceptibilidades magnéticas (Medula óssea, bomossidorina po fígado)

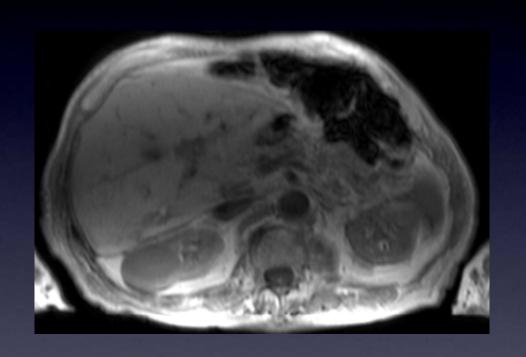
- Ondas estacionárias (efeito dielétrico)
- 1,5T o comprimento de onda do pulso de RF é 52cm; 3T é 26cm (aproxima-se das dimensões do FOV no abdómen e pélvis)
- Grande volume de líquido abdominal (líquido amniótico, ascite) actua com condutor eléctrico e provoca heterogeneidade marcada do campo magnético local, com subsequente redução do sinal

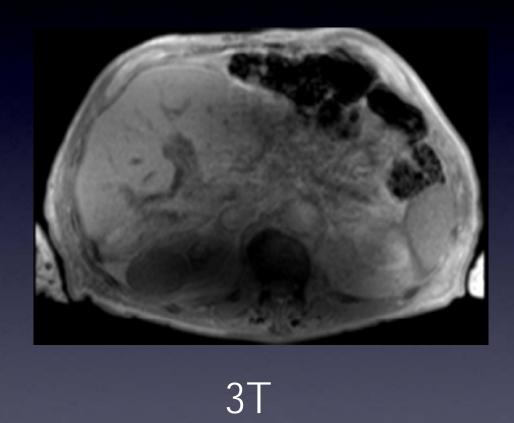




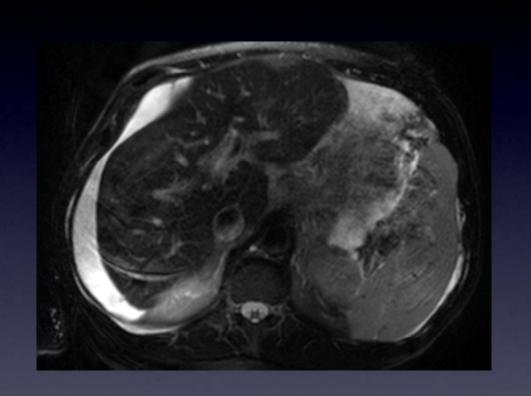


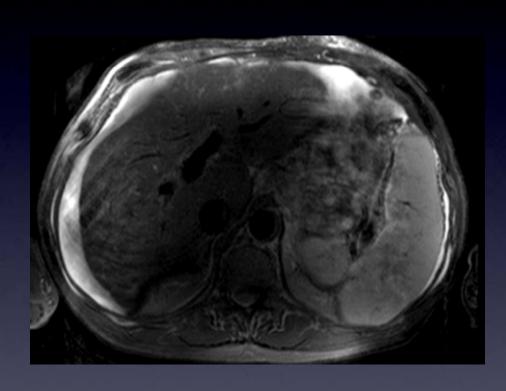
3T





1,5T



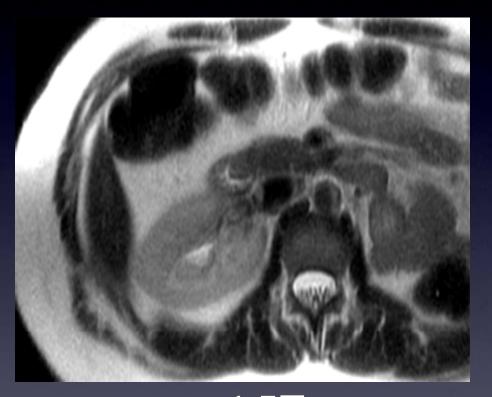


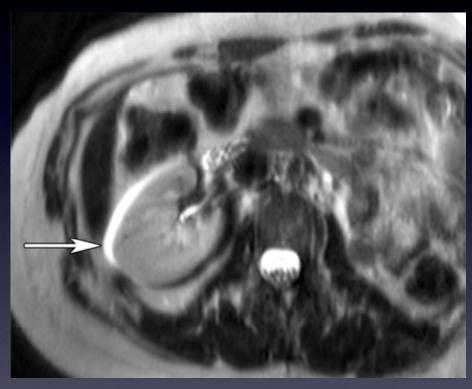
1,5T

3T

- Ondas estacionárias (efeito dielétrico)
- Almofadas com gel colocadas no abdómen
- Melhorar o shimming do campo magnético
- Antenas que permitam melhor transmissão do pulso de RF

- Artefactos de desvio químico (1ª ord)
- Maior separação entre a frequência de precessão da água e gordura a 3T - supressão de gordura mais eficaz
- artefacto de desvio químico mais pronunciado
- Minimizar aumentando a largura de banda de recepção do sinal, mas reduz a SNR



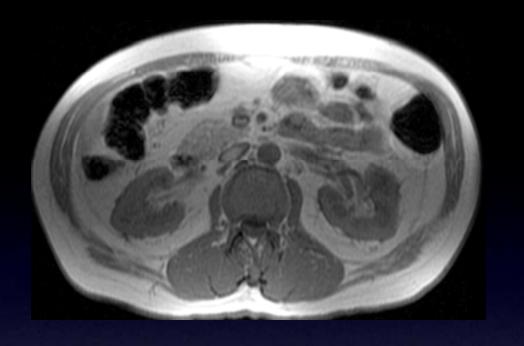


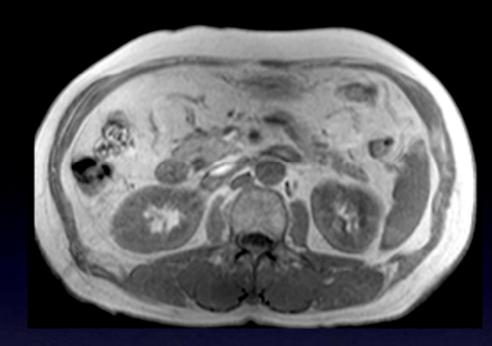
1,5T

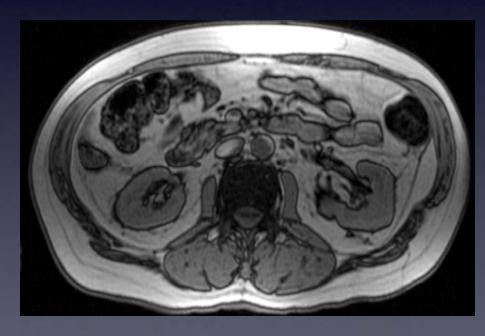
3T

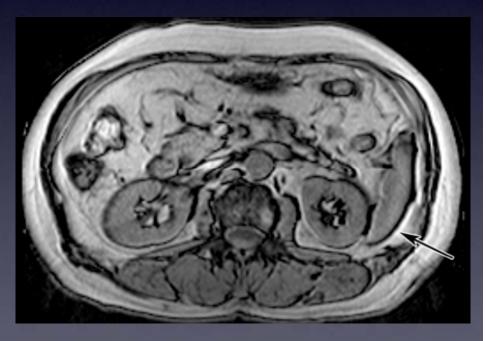
- Artefactos de desvio químico (2ª ord)
- TE em oposição mais curto em 3T é 1,1ms
- Mas em alguns sistemas, os gradientes não conseguem alcançar um TE tão curto
- TE oposição de fase mais curto útil é 3,4ms
- como TE mais elevado maior incidência de artefactos de susceptibilidade magnética

le	1,5T	3Т
Op/Fase	2,2ms	1,1ms
Fase	4,4ms	2,2ms









1,5T

3T

- Perda de resolução tecidular T1
- Tempo de recuperação T1 é maior em 3T, diminuindo a resolução tecidular e a conspicuidade das lesões em T1 sem contraste
- Compensar: aumentar TR + imagem paralela ou utilizar sequências com pulso preparatório de inversão
- Problema relativamente minor, com a optimização das sequências

- Segurança e compatibilidade dos dispositivos médicos
- Maioria dos dispositivos considerados seguros em 1,5T são seguros em 3T
- 3T induz maior atracção e efeito torque
- maior risco de aquecimento e queimaduras
- maior exuberância de artefactos

- Custos
- Custo inicial do aparelho 2x 1,5T
- Manutenção tb é mais cara requer o triplo de hélio.
- 3T consome He 0,09-0,15 lt/ h
- 1,5T consome He 0,03 lt/h

- Conclusões Aumento de SNR e CNR pode ser utilizado para aumentar a resolução de imagem, diminuir o tempo de exame ou ambos
- Várias aplicações abdominais beneficiam de 3T
- Estudos com Gd beneficiam de uma maior conspicuidade das lesões
- Angio-RM com maior qualidade
- Maior SNR maior resolução CPRM; benéfico para Difusão
- Major rocolução ocnoctral nara

Conclusões

- Alguns problemas
- Quádruplo de SAR (diminuir TR e flip angle)
- Susceptibilidade magnética e desvio químico (reduzir TE, aquisição paralela, aumento da largura de banda)
- Não-homogeneidade RF ondas estacionárias
- Problemas compatibilidade dispositivos do paciente
- Custos maiores

Conclusão das Conclusões

- 3T promete muito
- Potencial para
 - aumentar a relação sinal-ruído
 - maior resolução (separação) espectral
 - mais rápida aquisição de imagem
- Mas...
- Necessário optimizar os protocolos e o hardware para que RM 3T se torne tão robusta e generalizada como é RM 1,5T