

Exame não invasivo I:

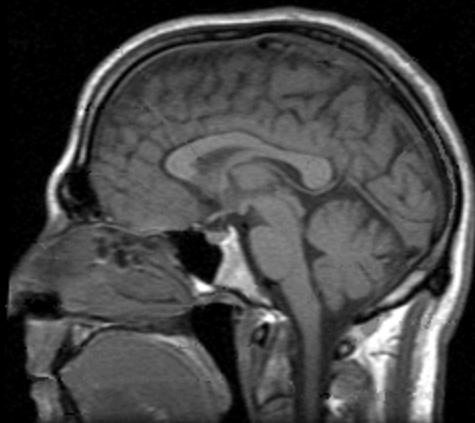


Imagem por

Ressonância

Magnética

Nuclear



Histórico da IRMN

- 1873 Maxwell - Equações para campos elétricos e magnéticos
- 1887 Hertz - Radiofrequência
- 1924 Pauli - Magnetismo Nuclear
- 1946 Felix Bloch (Stanford) e Edward Purcell (Harvard) descreveram em trabalhos independentes a Ressonância Magnética Nuclear em sólidos
- 1952 Felix Bloch e Edward Purcell dividem o prêmio Nobel em Física
- 1971 Raymond Damadian demonstra que as constantes de relaxação da água são bastantes diferentes em tumores malignos de ratos quando comparados a tecidos normais
- 1973 Paul Lauterbur publicou a primeira imagem por RMN de um objeto heterogêneo



Felix Bloch



E. Purcell

Histórico da IRMN (continuação)

- 1971 Raymond Damadian produz uma imagem por RMN do tumor de um rato na Universidade de Aberdeen, Escócia
- 1977 Raymond Damadian e colaboradores mostram a primeira imagem humana obtida por RMN
- 1980 Primeiras imagens com qualidade do cérebro são produzidas por um grupo da Universidade de Nottingham
- 1981 Primeiras publicações de estudos usando IRMN em pacientes
- 1989 Aquisição do 1º equipamento de IRMN no RS pelo Hospital Moinhos de Vento



1º equipamento de IRMN para humanos
(Damadian, Minkhoff e Goldsmith)



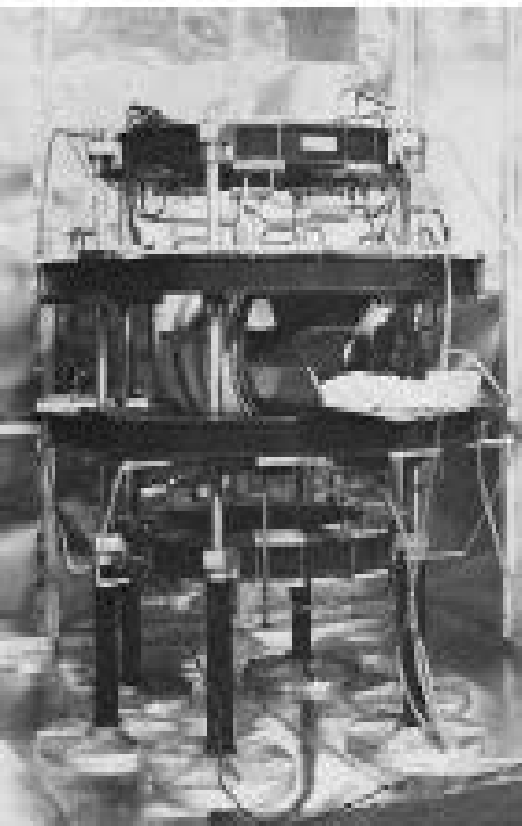
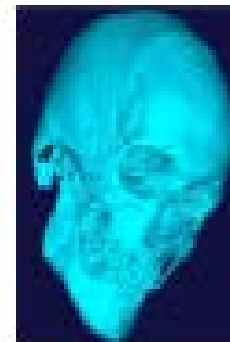
Paul Lauterbur



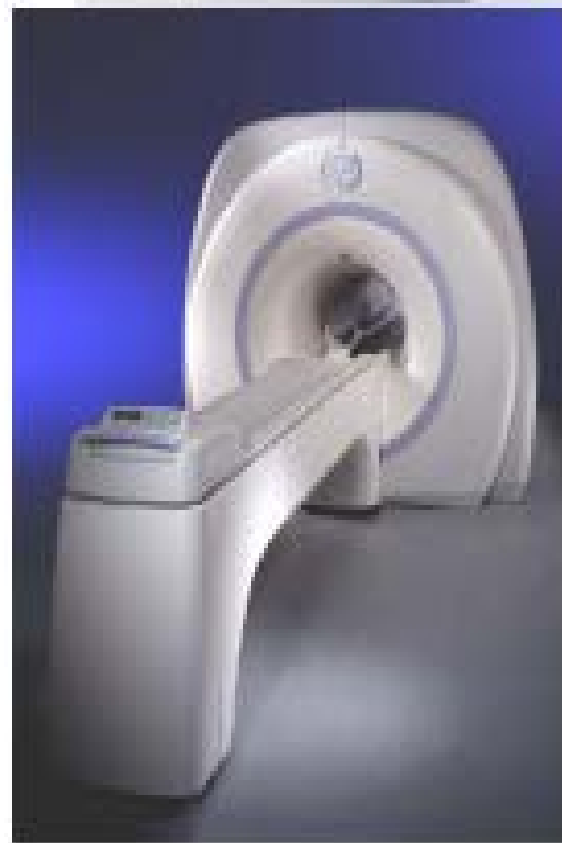
Equipamento de IRMN produzido na
Universidade de Aberdeen - 1979



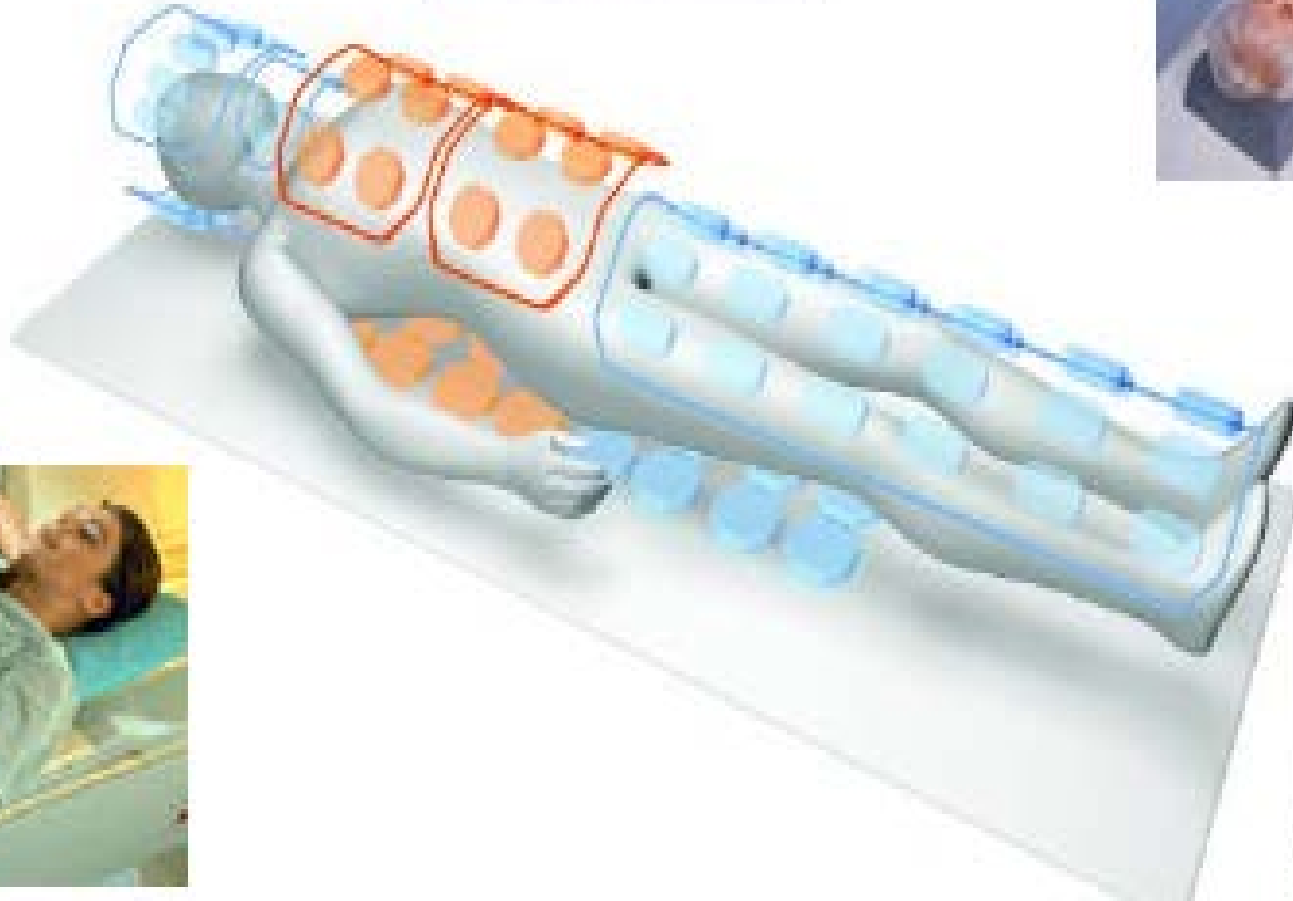
Magnetic resonance image
of a mid-sagittal section
through the head of a
42-year-old woman



Komponenten eines MRT- Systems

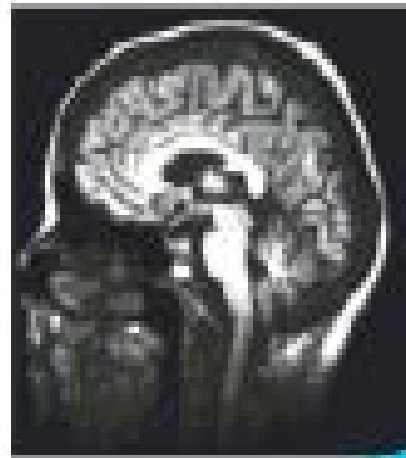
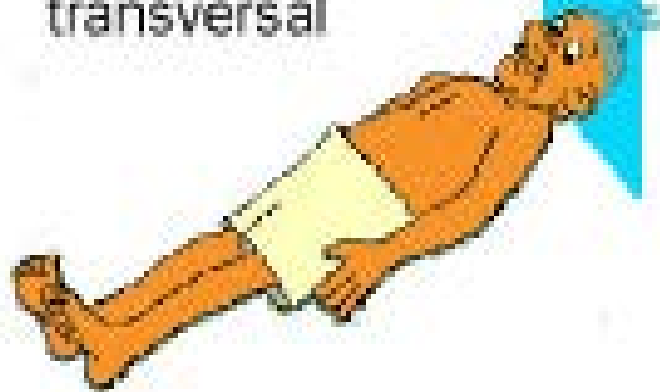


Sende-/Empfangsspulen (III)

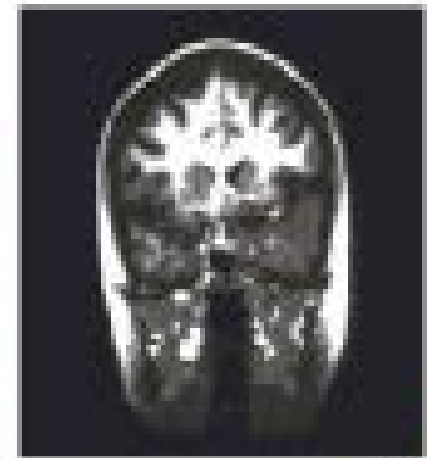




transversal

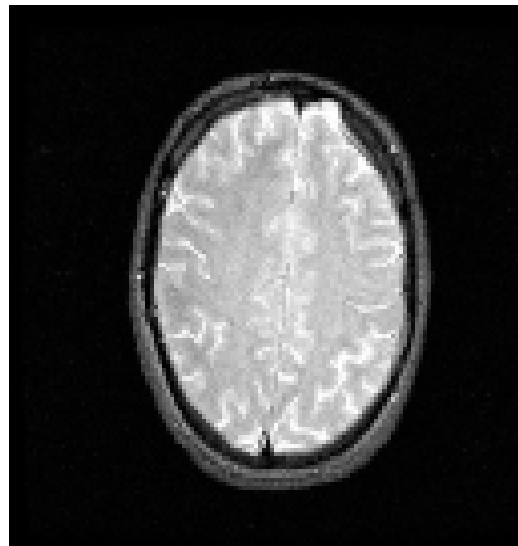
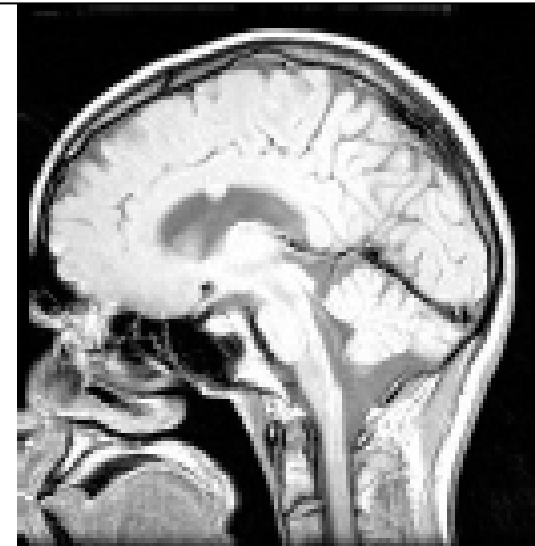
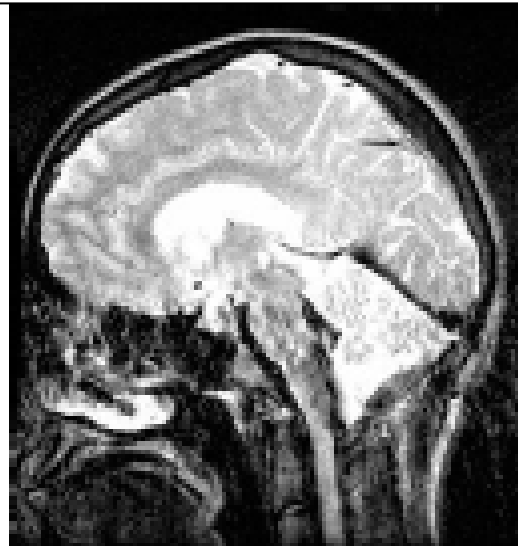


sagittal



koronar





T_1 -gewichtet

T_2 -gewichtet

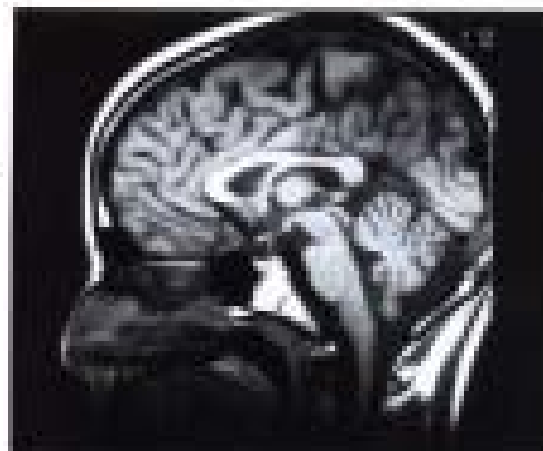
Protonendichte-
gewichtet



0,2 T



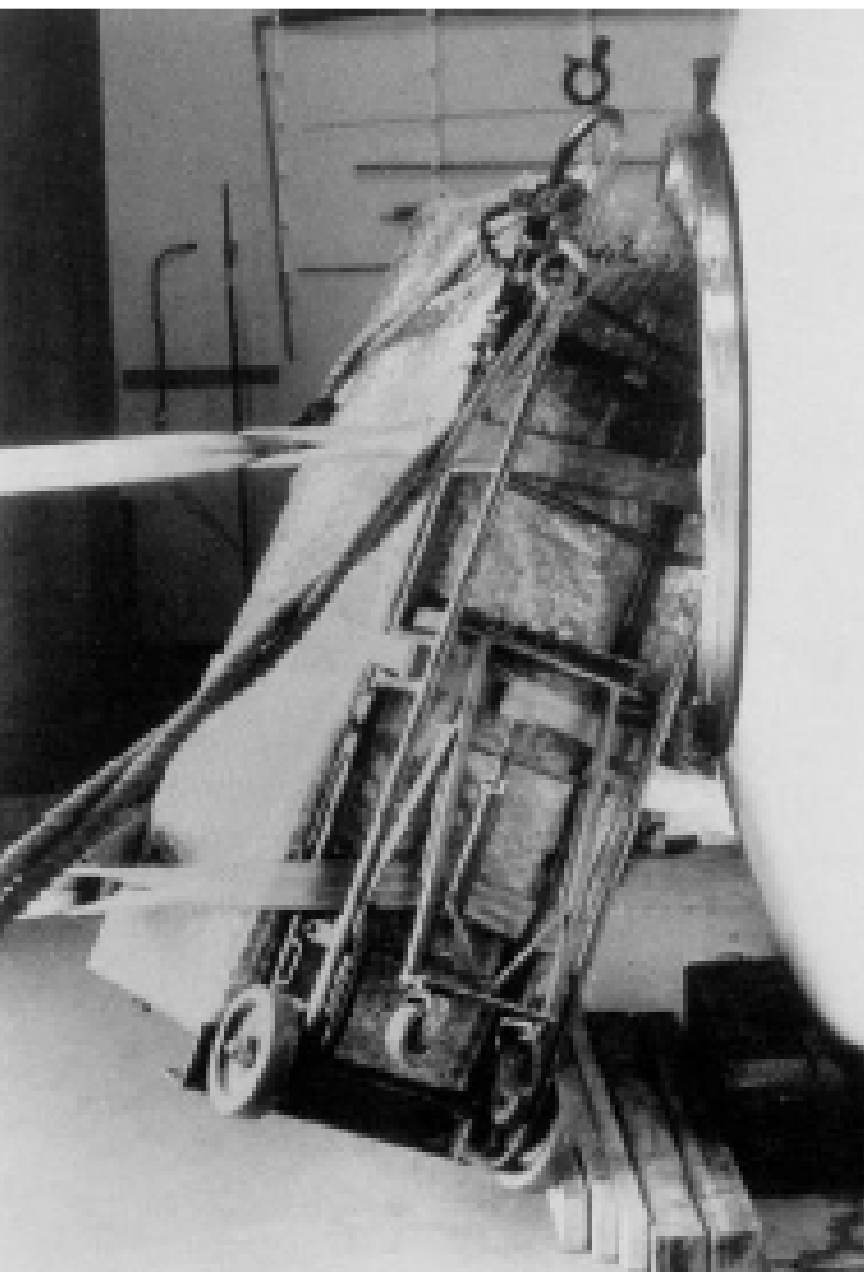
1,0 T



1,5 T







Junge stirbt im Tomographen

New York. (dpa/tlz) Tödliche Kräfte eines Kernspintomographen: Ein Sechsjähriger wurde von einem Sauerstoffkanister getroffen, den das Gerät angesogen hatte.

Magnetismo Nuclear

Tecido Humano

└─ Moléculas

└─ Átomos

Carbono
Fósforo
Cálcio
Hidrogênio
Flúor
Sódio
Potássio
Nitrogênio



Por que o Hidrogênio é o átomo escolhido no exame de RMN?

- É o mais abundante em nosso organismo (10^{19} em 1mm^3 de tecido):

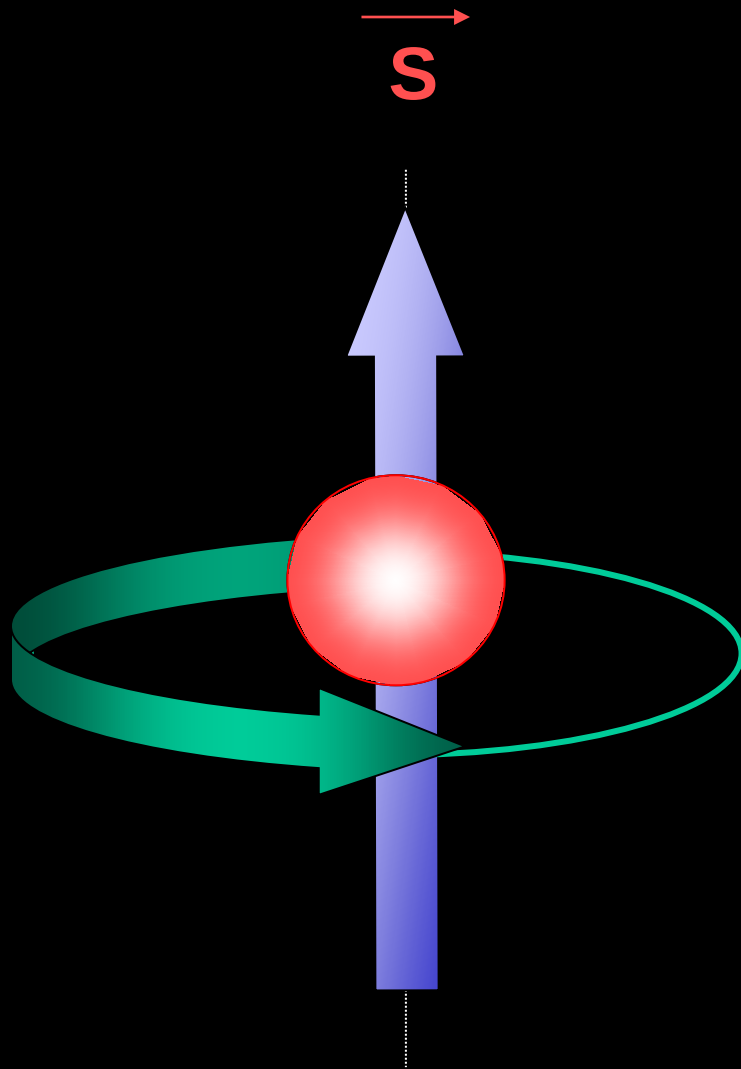
Símbolo	Elemento	Concentração nos tecidos (%) (mol/Kg)
^1H	Hidrogênio	100
^{13}C	Carbono	0,1 – 1,6
^{14}N	Nitrogênio	2,4
^{19}F	Flúor	Desprezível
^{23}Na	Sódio	0,15
^{31}P	Fósforo	0,001 – 0,05
^{39}K	Potássio	0,05

- O conteúdo de água (e, portanto de H) é diferente entre tecidos doentes e normais;
- Apresenta a maior sensibilidade à ação de campos magnéticos (maior constante giromagnética).

O que acontece quando o paciente é colocado dentro do magneto ?



Para entender isso, precisamos analisar algumas propriedades dos átomos de Hidrogênio



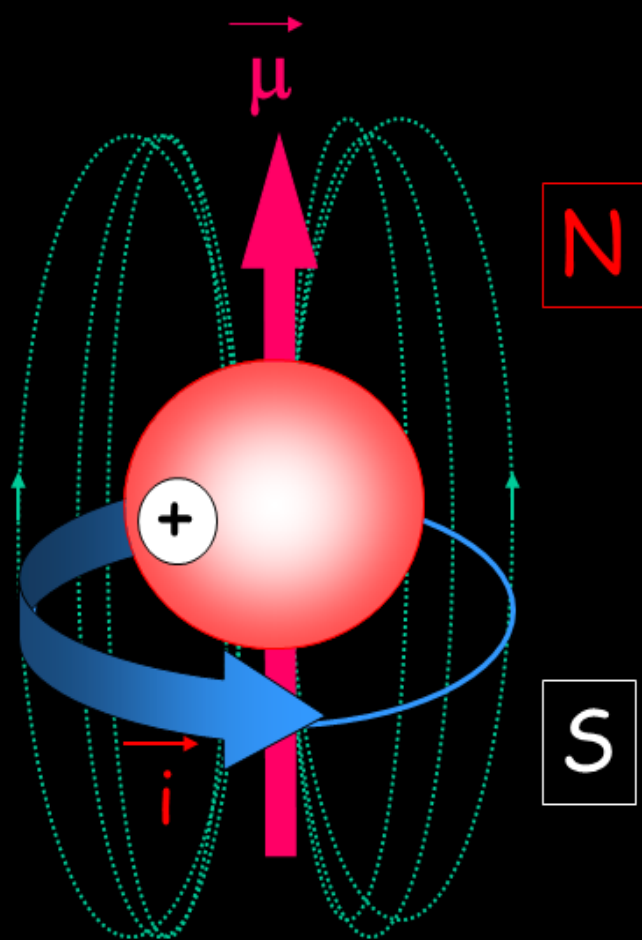
O núcleo do átomo de Hidrogênio está constituído de um único próton (p)

Este próton, ao igual que nosso planeta, está girando constantemente ao redor do seu próprio eixo

Se diz que ele possui Spin com sentido definido



Propriedades magnéticas dos átomos de Hidrogênio



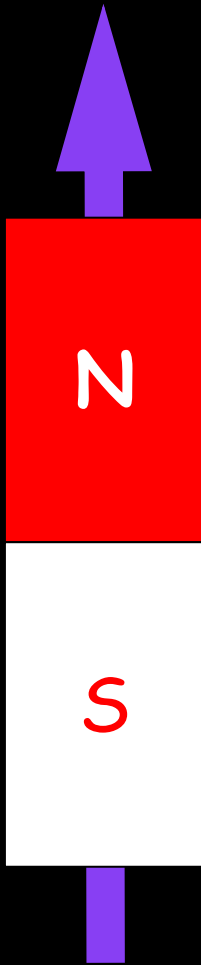
A carga atribuída ao próton (+) também se movimenta ao redor do próprio eixo

O movimento de cargas elétricas gera uma corrente elétrica, e...

Uma corrente elétrica cria um campo magnético ao seu redor

Com um polo norte, um polo sul e um momento magnético ($\vec{\mu}$)

Propriedades magnéticas dos átomos de Hidrogênio



A carga atribuída ao próton (+) também se movimenta ao redor do próprio eixo

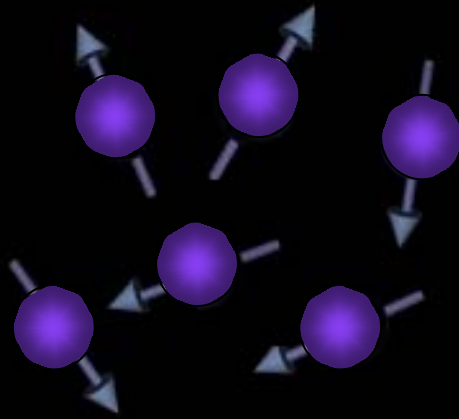
O movimento de cargas elétricas gera uma corrente elétrica, e...

Uma corrente elétrica cria um campo magnético ao seu redor

Com um polo norte, um polo sul e um momento magnético ($\vec{\mu}$)

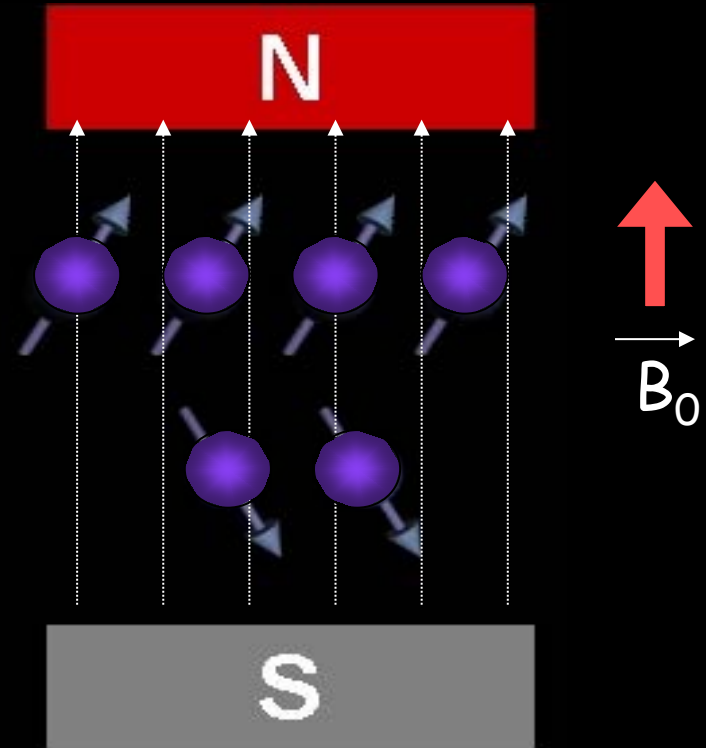
Ou seja, os núcleos dos átomos de hidrogênio podem ser vistos como pequenos ímãs !

Quando o campo magnético
está desligado ($B_0 = 0$)



Momentos magnéticos
orientados aleatoriamente

Quando o campo magnético
está ligado ($B_0 \neq 0$)

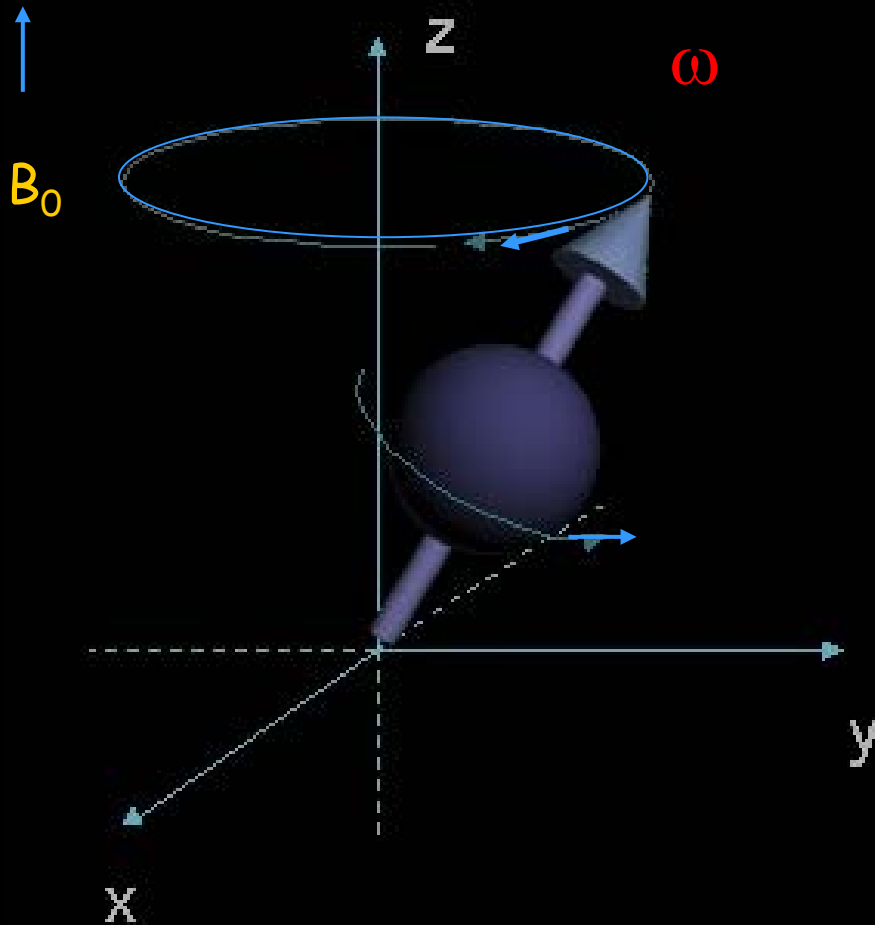


Momentos magnéticos →
orientados sob ação de B_0

Campo magnético terrestre $\sim 0,2$ Gauss

Campo magnético em IRMN ~ 15.000 Gauss

O campo magnético B_0 obriga os núcleos do Hidrogênio a realizar um movimento chamado de **precessão** (como o roda-peão)



Frequência de precessão

A velocidade deste movimento é caracterizada através da frequência de precessão ω

A frequência de precessão ω é importante devido a sua relação com o fenômeno de **ressonância**

Movimento de precessão

Assim como o peão tenta se orientar ao campo gravitacional o próton do Hidrogênio tenta se alinhar ao campo magnético B_0

A taxa de precessão, ou frequência angular (ω) é governada pela força do campo magnético externo (B_0) e é expressa através da **Equação de Larmor** (equação fundamental da IRMN e que define a condição de ressonância)

$$\omega = \gamma \times B_0$$

γ - é a razão giromagnética (constante específica de cada elemento)

O núcleo de Hidrogênio possui uma constante giromagnética de 42,5 MHz/ T, ou seja, se o campo magnético for de 1,5 Tesla o núcleo de Hidrogênio irá precessar a 63,75 MHz

Equipamentos envolvidos na aquisição das imagens



Gantry



Computadores e Equipamentos de Controle



Mesa de Comando



Bobinas



Estações de Trabalho

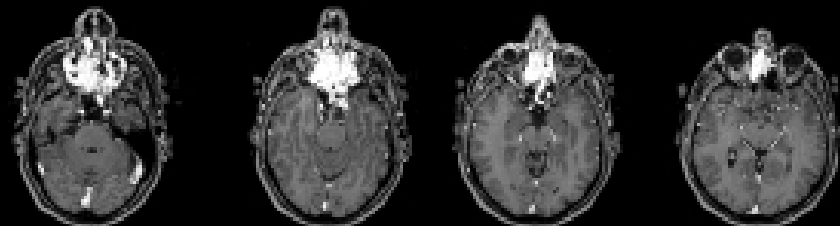
Outros tipos de Equipamentos



Magnetos para Procedimento Cirúrgico



Pós-processamento de Imagens de RM

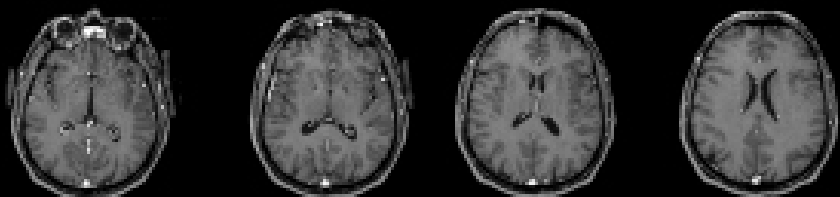


Aquisições Volumétricas - 3D

60 -100 cortes

1-3 mm de Espessura

Sem intervalo



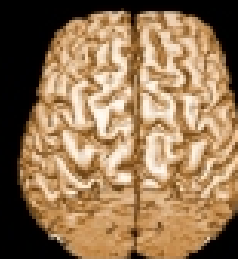
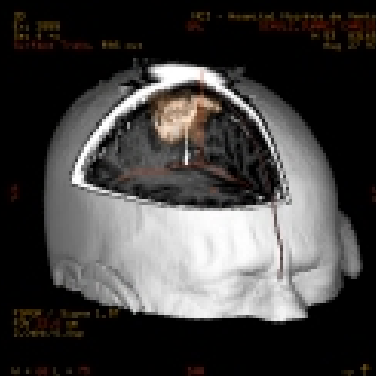
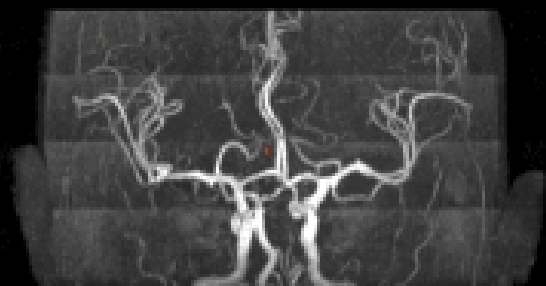
Processamento - Workstation

Software 3D

Imagens c/ Surface Rendering

Projeção de Máxima Intensidade - MIP

Oblíquas



Sagittal
Ex: 2269
Se: 2

HCI - Hospital Moirhos de Vento
S 98
F 29 92319
Nov 17 97

R: 18.9

R
L
O

SPGR/30 / Sigma 1.5T
FOV 22.0 cm
2.0mm/0.0mm

M = 135 L = 100

M = 135



Coronal
Ex: 2269
Se: 2

HCI - Hospital Moirhos de Vento
S 98
F 29 92319
Nov 17 97

Se: 66
R: 1.3

R
L
O

SPGR/30 / Sigma 1.5T
FOV 22.0 cm
2.0mm/0.0mm

M = 135 L = 101

L = 132



3D
Ex: 2269
Se: 2
Surface RAS cut

HCI - Hospital Moirhos de Vento
SPL
F 29 92319
Nov 17 97

R
L
O

SPGR/30 / Sigma 1.5T
FOV 18.4 cm
2.0mm/0.0mm

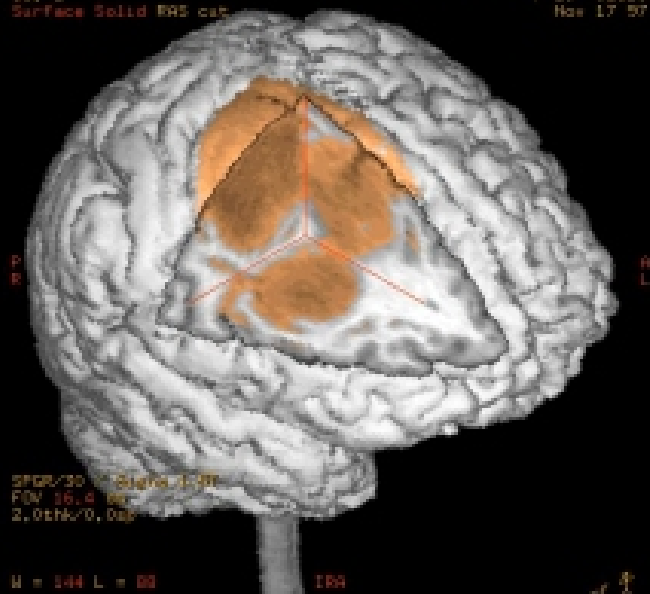
M = 98 L = 100

M = 98

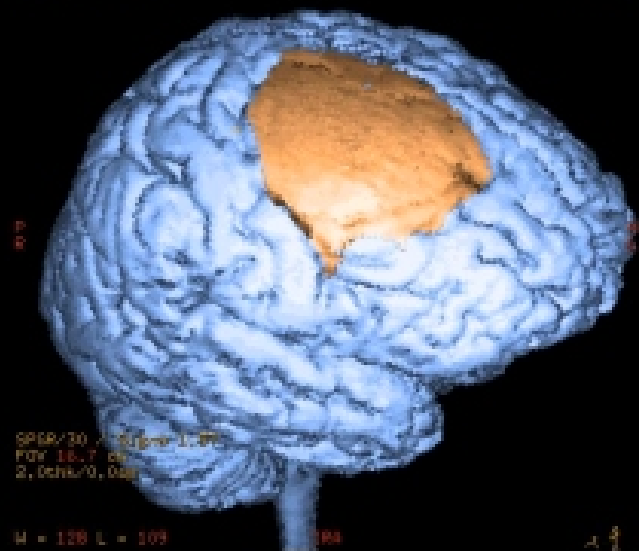


Glioma

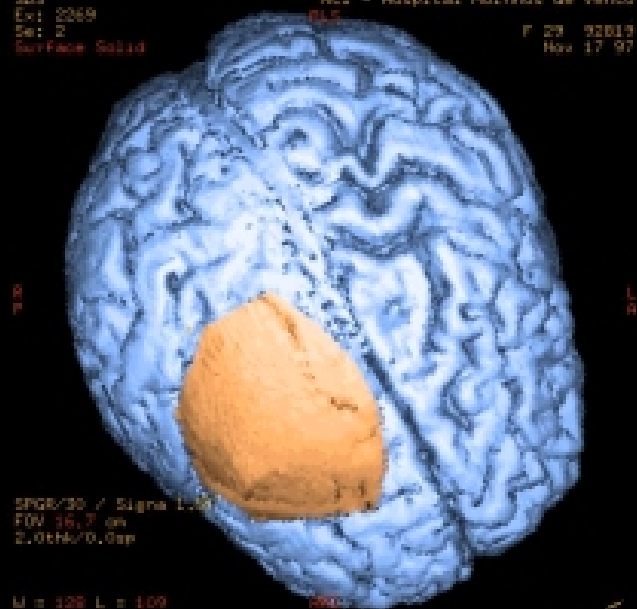
3D
Ex: 2269
Set: 2
Surface Solid PMS cut
HCI - Hospital Moínhos de Vento
SLP
F 29 92819
Nov 17 97



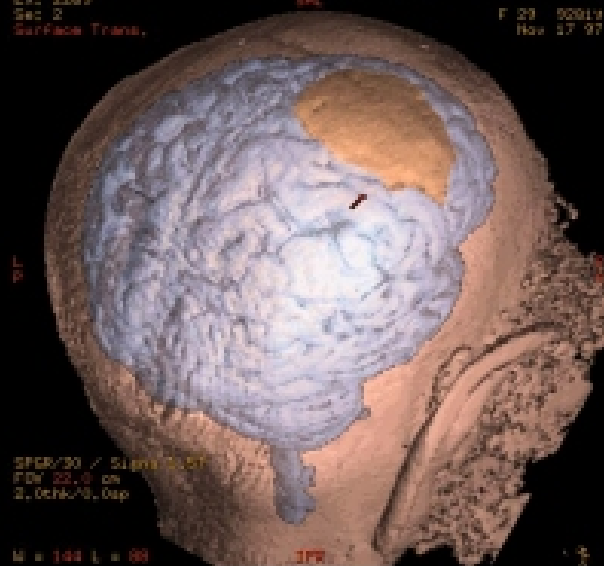
3D
Ex: 2269
Set: 2
Surface Solid
HCI - Hospital Moínhos de Vento
SLP
F 29 92819
Nov 17 97



3D
Ex: 2269
Set: 2
Surface Solid
HCI - Hospital Moínhos de Vento
SLP
F 29 92819
Nov 17 97



3D
Ex: 2269
Set: 2
Surface Trans.
HCI - Hospital Moínhos de Vento
SLP
F 29 92819
Nov 17 97

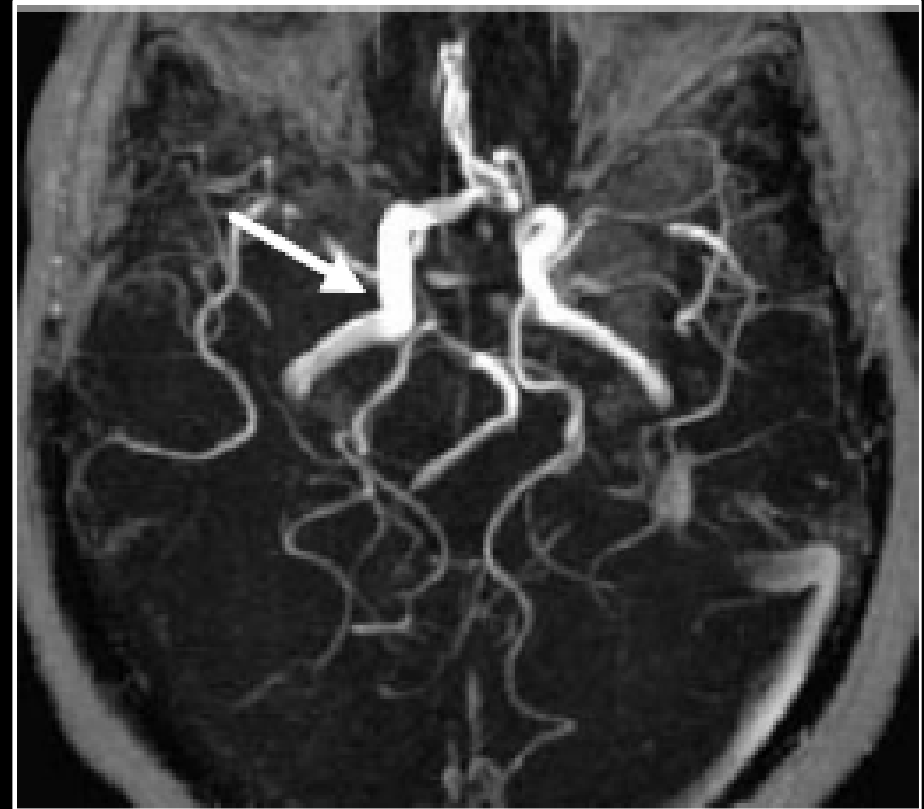


Angiografia por RM



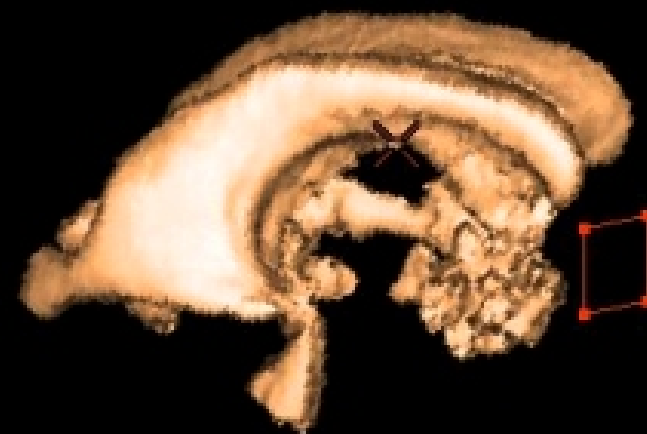
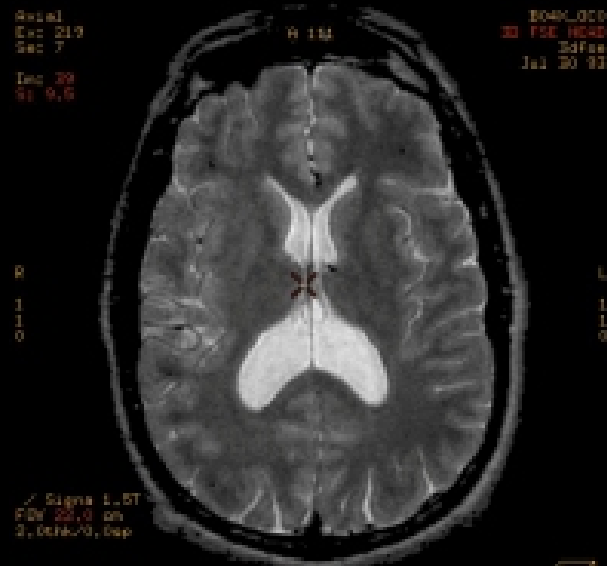


MR-Angiographie (Herz-Lunge)



Stenose der Aorta cerebri

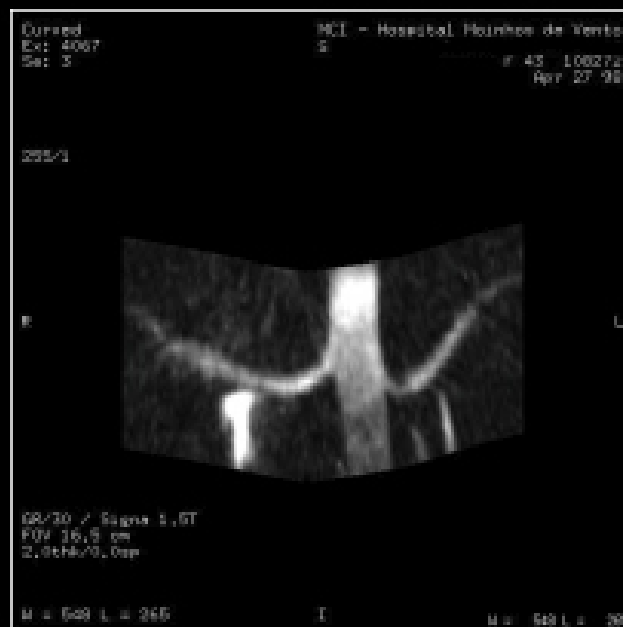
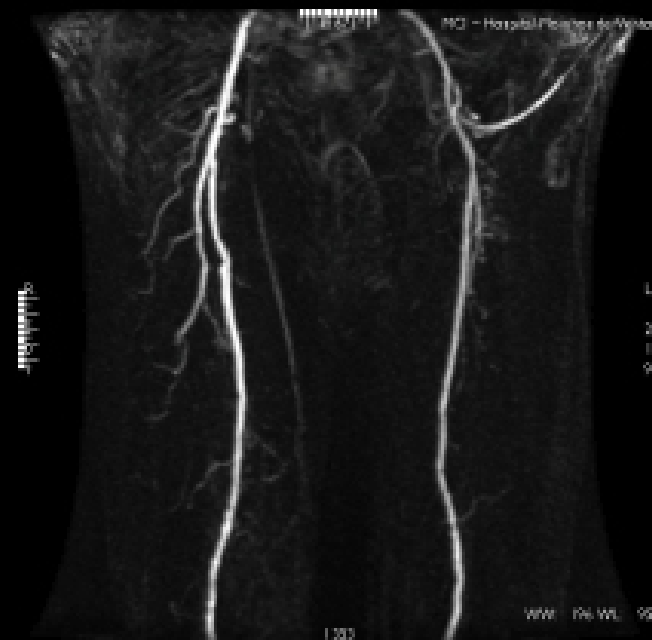
3D VENTRÍCULOS

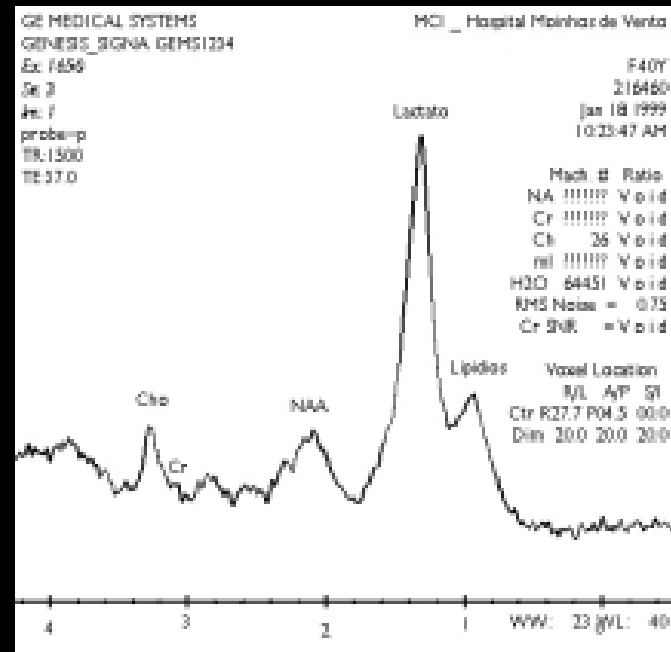
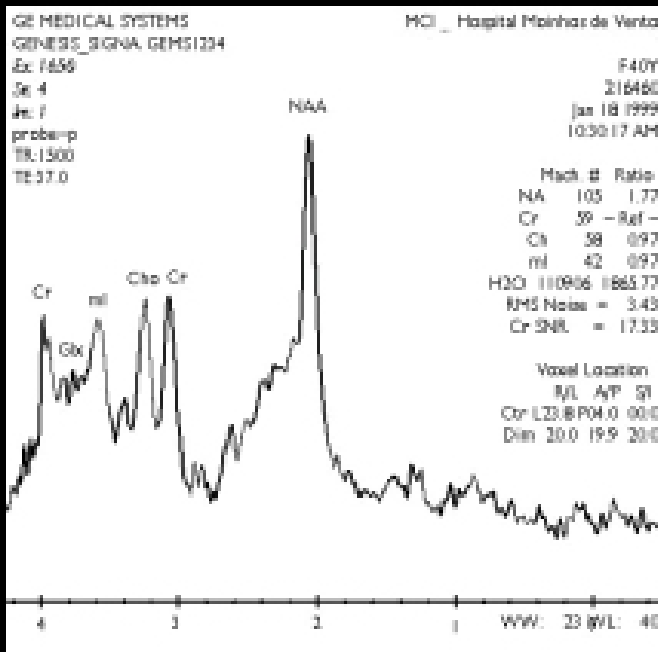


Últimos Avanços em IRM

Imagens Ultra Rápidas - EPI

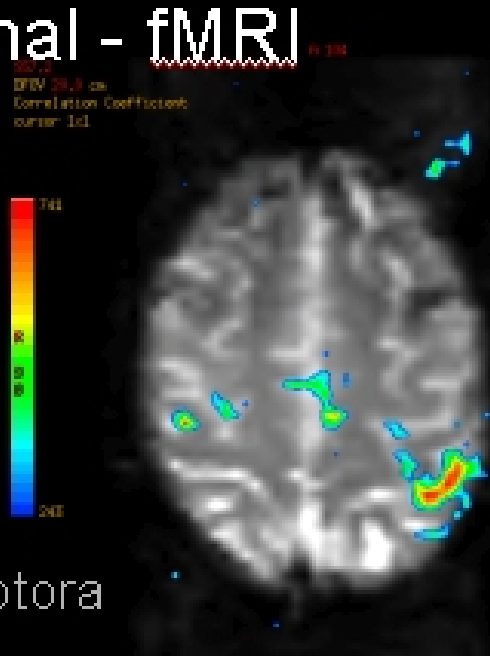
Imagens durante a injeção de contraste



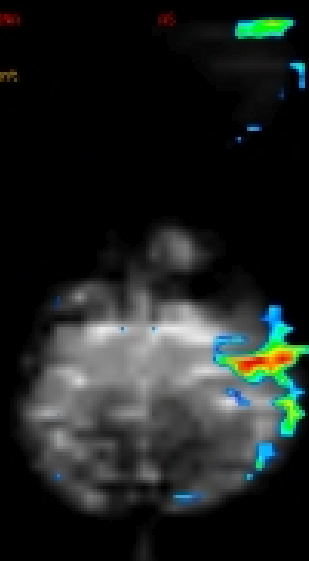


Spectroscopia

Funcional - fMRI



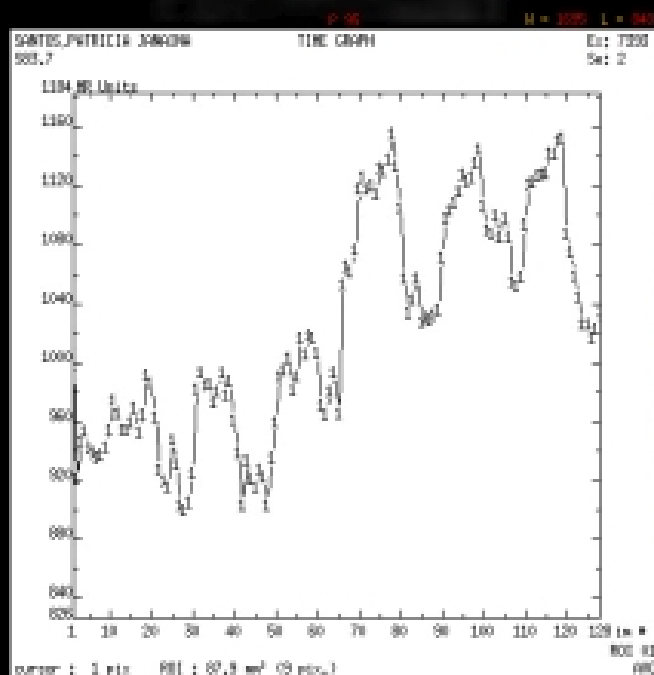
SANTOS, PATRICIA JANAINA
585.7
DFOM 20.0 cm
Correlation Coefficient
cursor 1d1



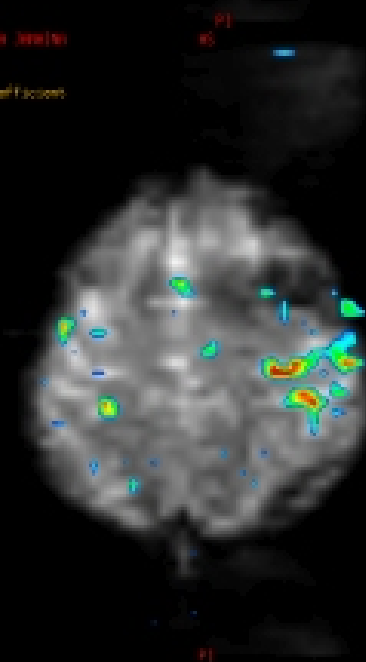
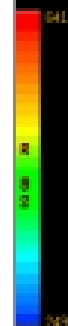
Exc 7398
Sec 2
Inc 4

L
1
0
0

Tarefa Motora



SANTOS, PATRICIA JANAINA
585.7
DFOM 20.0 cm
Correlation Coefficient
cursor 1d1



M = 1745 L = 967
Exc 7399
Sec 2
Inc 5

L
1
0
0

M = 1745 L = 967