



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda USL di Bologna

26 - 27 settembre 2008

2° CORSO DI RISONANZA MAGNETICA: PRINCIPI
FISICI E SUE APPLICAZIONI IN AMBITO NEURORADIOLOGICO

Le Sequenze

T.S.R.M. Mario Coriasco
Università degli Studi di Torino
Dipartimento di Scienze Neurologiche, sezione Neuroradiologia

Dott. Osvaldo Rampado
Azienda Ospedaliera S. Giovanni Battista, Torino
Servizio di Fisica Sanitaria, sede Molinette

Indice Degli Argomenti

- Finalità e criteri di valutazione di una sequenza RM
- Sequenze Spin - Echo
- Sequenze Gradient - Echo
- Cenni su altri tipi di sequenza (TSE, IR, DW, EPI)

Finalità Di Una Sequenza RM

- Generazione di un segnale RF ortogonale all'asse principale del campo B_0
- Generazione di contrasto tra i diversi tipi di tessuto
- Minimizzazione degli artefatti

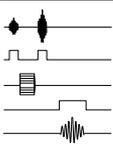
Criteri Di Valutazione Di Una Sequenza RM

- Tempo di acquisizione
- Qualità dell'immagine (risoluzione e SNR)
- Tipo di contrasto ottenibile (T1, T2, ecc...)
- Sensibilità a segnali spuri
- Sensibilità al movimento (sangue, paziente)

Cosa Significa Conoscere Una Sequenza RM ?

- Come vengono dati gli impulsi RF
- Come vengono applicati i gradienti
- Come viene raccolto il segnale in ritorno

DIAGRAMMI TEMPORALI



- Parametri estrinseci (T_e , T_r , FA, FOV, ecc...)
- Tipo di contrasto ottenuto nell'immagine
- Vantaggi e svantaggi relativi

Sequenze Spin Echo

Impulsi RF

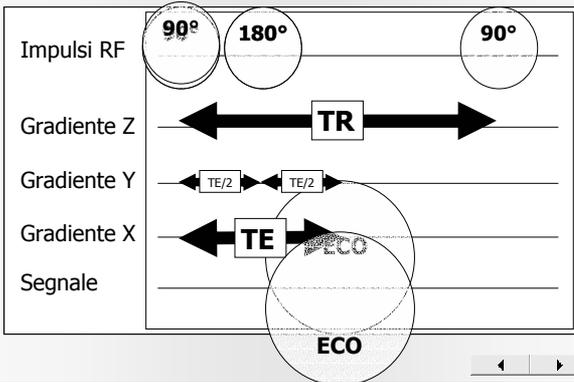
Gradiente Z

Gradiente Y

Gradiente X

Segnale

Parametri Estrinseci Sequenze Spin Echo



Parametri Intrinseci Sequenze Spin Echo

Tipologia di contrasto	Caratteristiche nell'immagine finale
Immagine pesata T_1	Tessuti con basso T_1 (grasso) -> chiari. Tessuti con alto T_1 (fluidi) -> scuri. Forte pesatura T_1 -> possibile distinguere tra materia bianca e grigia.
Immagine pesata T_2	Appaiono chiari i tessuti con lungo T_2 , come i fluidi.
Immagine pesata DP	DP materia grigia > bianca del 20%. Miglior SNR

Parametri Intrinseci Sequenze Spin Echo

Contrasto in T_1

Contrasto in T_2

La voluminosa massa neoplastica ha un contrasto molto simile ai tessuti sani circostanti nell'immagine T_1 pesata, mentre il contrasto si enfatizza "pesando" l'immagine secondo il tempo di rilassamento T_2 .

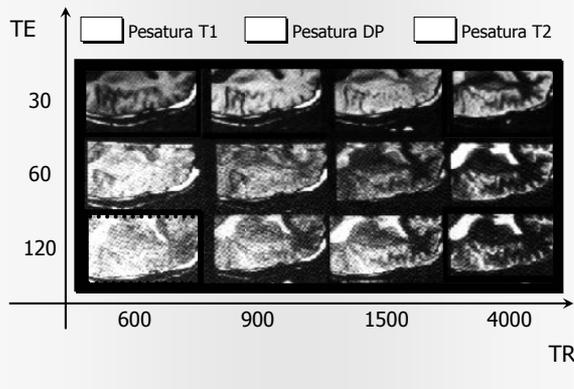
Parametri Intrinseci Sequenze Spin Echo

Contrasto in DP

Contrasto in T_2

L'immagine T_2 pesata è intrinsecamente più rumorosa, per i più lunghi TE che bisogna attendere mentre il segnale decade.

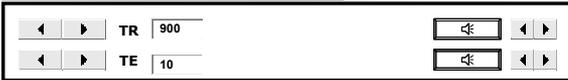
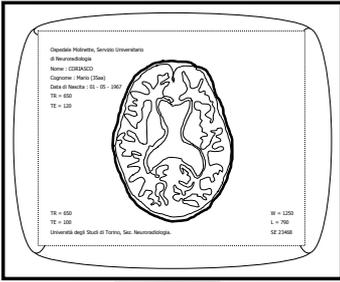
Legame tra TE e TR e la pesatura del contrasto



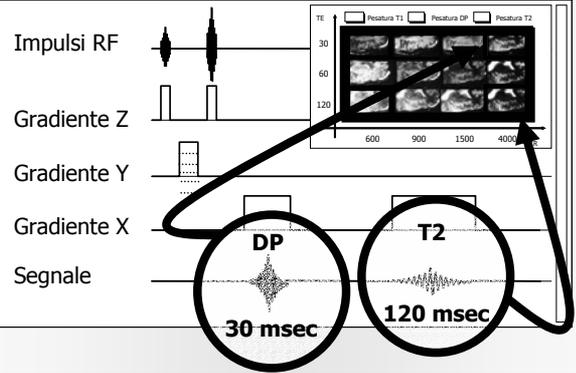
Legame tra TE e TR e la pesatura del contrasto

Tipologia di contrasto	TE (ms)	TR (ms)
T_1	Corto (15-25)	Corto (500-700)
T_2	Lungo (80-100)	Lungo (2500 - 3500)
DP	Corto (15 -25)	Lungo (2500 - 3500)

Legame tra TE e TR e la pesatura del contrasto



Sequenze SE Doppio Eco



Sequenze SE: Vantaggi e Svantaggi



- Alto rapporto segnale rumore
- Ampia varietà di contrasto ottenibile
- Bassa sensibilità ad artefatti da disomogeneità



- Tempi di acquisizione relativamente lunghi (no 3D)
- Sensibilità artefatti da movimento
- Quantità di radiofrequenza assorbita (SAR) elevata

Sequenze Turbo Spin Echo

Segle equivalenti:

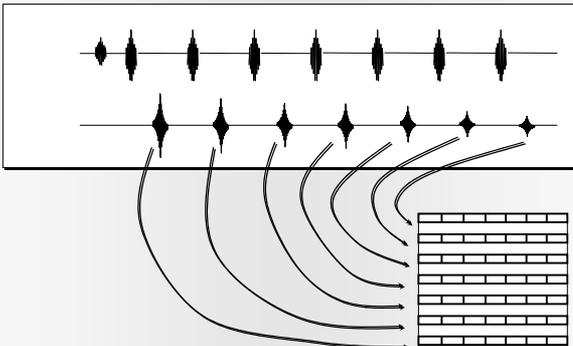
FSE (Fast Spin Echo)

RARE (Rapid Acquisition with Relaxation Enhancement)

Caratteristica fondamentale:

Raccolta di più segnali di eco dopo un unico impulso di eccitazione

Utilizzo di echi multipli e riempimento spazio K



Caratteristiche Sequenze TSE

- **Ampia varietà di contrasto ottenibile**
- **Bassa sensibilità ad artefatti da disomogeneità**
- **Notevole risparmio di tempo, utilizzabile in alcune applicazioni per aumentare la risoluzione**
- **Necessità di apparecchiature con standard tecnici elevati**

Blurring nelle sequenze TSE



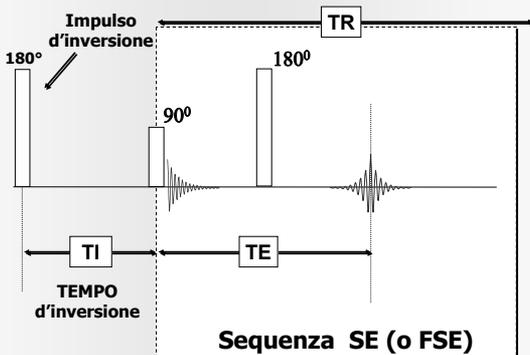
SE TE 20

FSE TE 20

Sequenze Inversion Recovery

- Utilizzate inizialmente per generare immagini fortemente pesate T1
- Realizzate con un impulso 180° di inversione seguito da una sequenza SE o Fast Spin Echo
- L'impulso di inversione permette di selezionare il tipo di tessuto di cui abbattere il segnale

Sequenze Inversion Recovery



Sequenze Inversion Recovery

Vediamo più da vicino le seguenti sequenze IR:

STIR (Short TI Inversion Recovery)

Attenuazione del grasso, con TI opportuno

FLAIR (FLuid Attenuated Inversion Recovery)

Attenuazione dei fluidi, con TI opportuno

SPIR (Selective Partial Inversion Recovery)

Attenuazione del grasso con impulso di frequenza selettivo e TI opportuno

Ruolo del parametro estrinseco TI

Influenza la pesatura del contrasto in T1

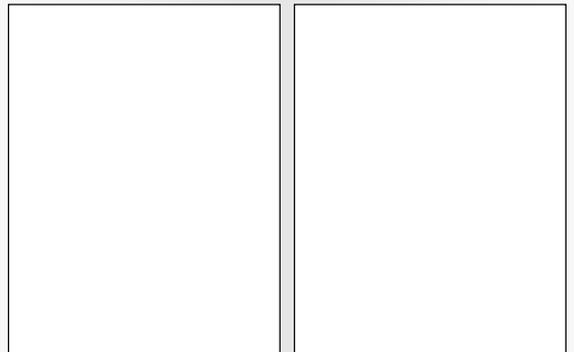
Scelto opportunamente consente di eliminare il segnale di un tipo di tessuto:

Soppressione segnale dei lipidi (STIR) : TI = 150 ms circa

Soppressione segnale del liquor (FLAIR) : TI = 2500 ms circa

Determina un aumento del tempo di acquisizione totale in quanto va ad aggiungersi al TR

Sequenze STIR



Vantaggi e svantaggi sequenze STIR



Vantaggi

- Consentono di ottenere un elevato contrasto T1 con soppressione del grasso, anche per campi esterni non elevati
- Consentono di ottenere un alta visibilità dei fluidi (aventi T1 e T2 elevati) e una loro evidenziazione scegliendo un TE opportunamente lungo

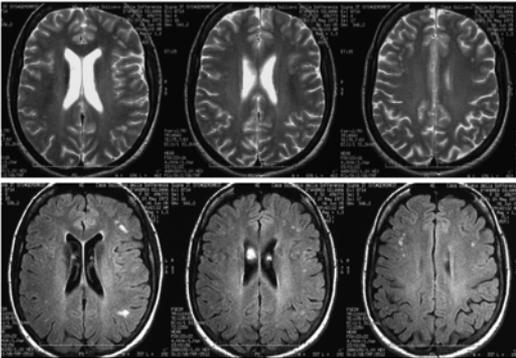
Vantaggi e svantaggi sequenze STIR



Svantaggi

- Hanno un basso SNR (ma migliorabile con TE brevi o incrementando il NEX con acquisizione FSE)
- Attenuazione di altri tessuti con T1 vicino a quello del grasso
- Incompatibile con l'uso di mezzo di contrasto al gadolinio

Sequenze FLAIR



Vantaggi e svantaggi sequenze FLAIR



Vantaggi

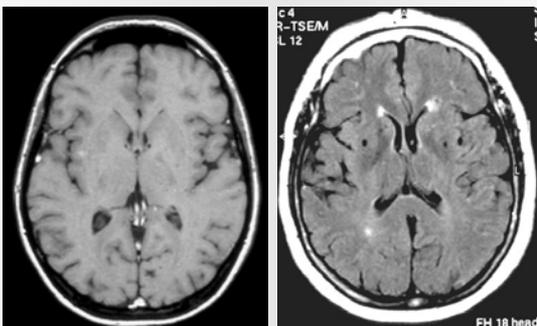
- Possibilità di ottenere immagini pesate T2, ma con soppressione del fluido
- Possibilità di evidenziare lesioni circondate da fluido



Svantaggi

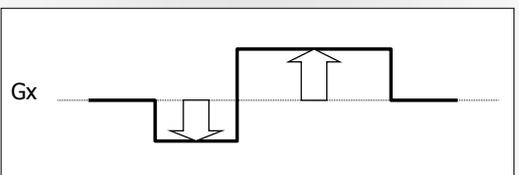
- Elevati tempi di acquisizione a causa del lungo TI, che si somma al lungo TR (es. 6 min per 20 sezioni sull'encefalo, contro i 3 min circa per una T1 pesata)

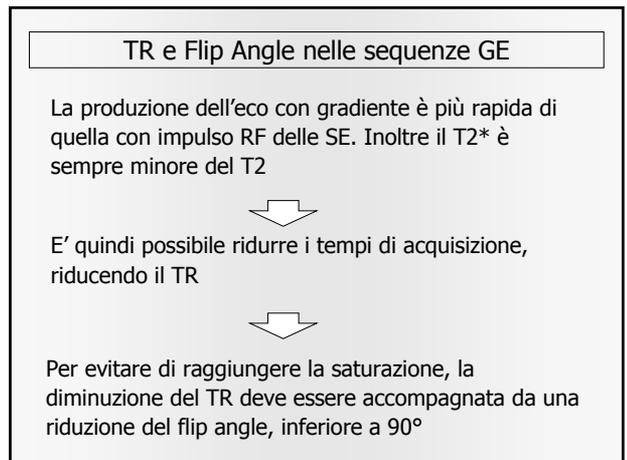
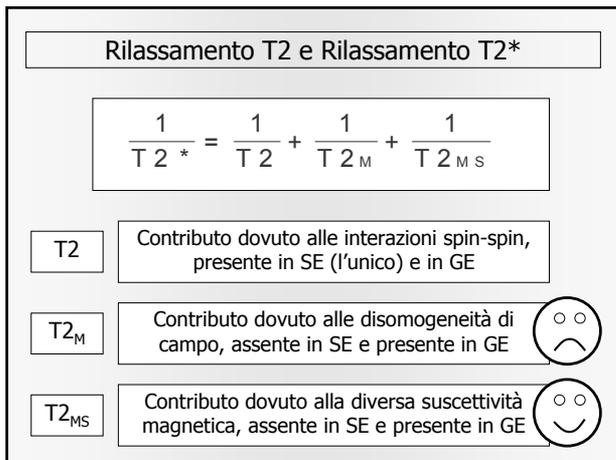
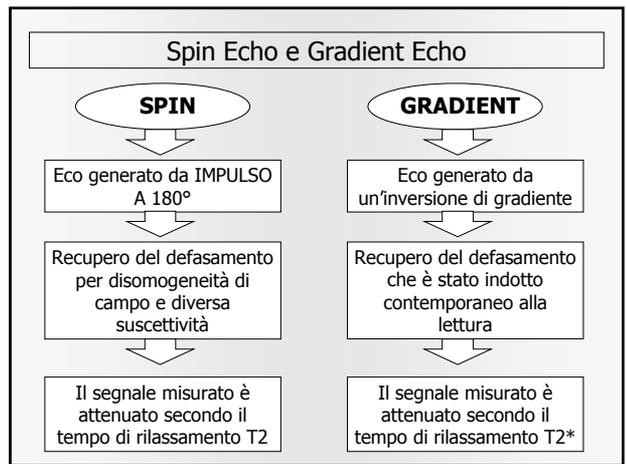
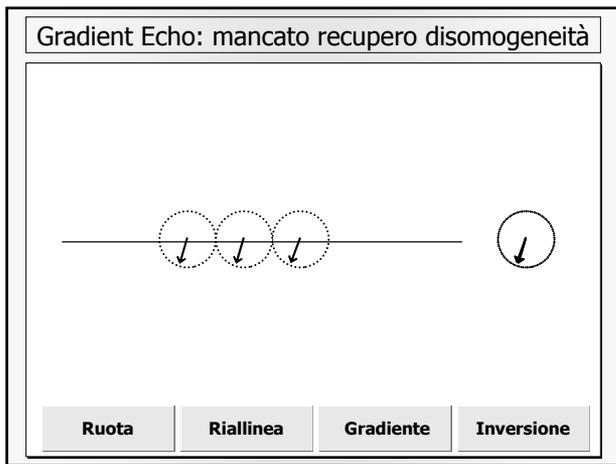
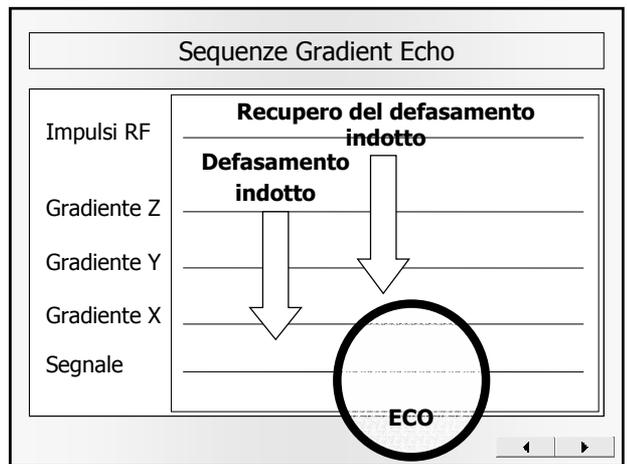
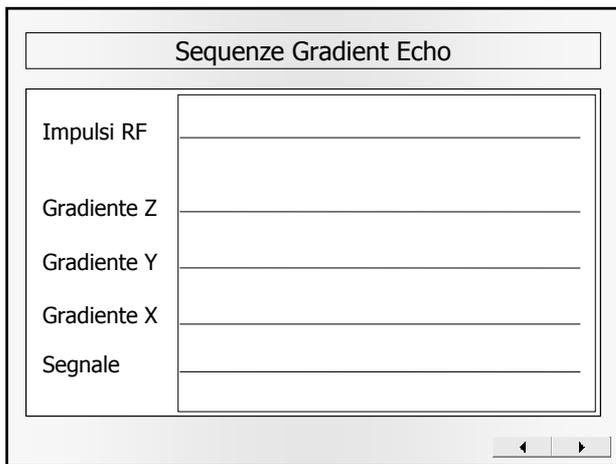
Confronto tra T1 e FLAIR



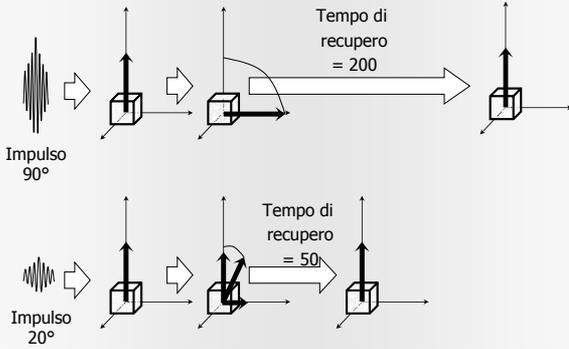
Sequenze Gradient Echo

Utilizzano il gradiente di codifica di frequenza, (o di lettura) per generare il segnale di eco.





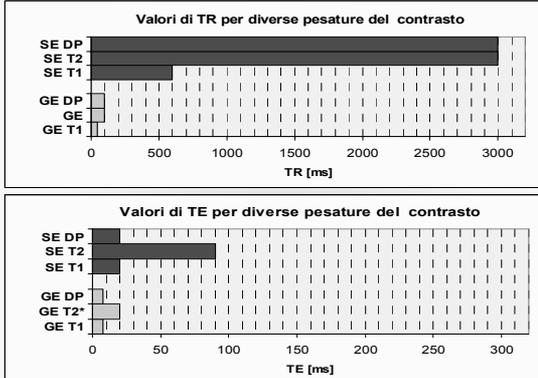
TR e Flip Angle nelle sequenze GE



Legame tra TE, TR, FA e il contrasto nelle GE

Tipologia di contrasto	TE (ms)	TR (ms)	Flip Angle
Immagine pesata T ₁	Corto (5-10)	Corto (30-60)	Ampio (70°-80°)
Immagine pesata T ₂ *	Lungo (15-25)	Lungo (100)	Piccolo (5° - 20°)
Immagine pesata DP	Corto (5 -10)	Lungo (100)	Piccolo (5° - 20°)

Valori di TE e TR per sequenze SE e per GE



Vantaggi e svantaggi sequenze GE

VANTAGGI

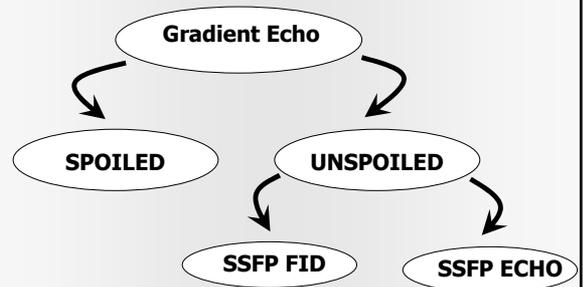
- Bassi tempi di acquisizione (possibilità di un uso più frequente di acquisizione 3D)
- Possibilità di contrasto T₂* e quindi differenziazione di tessuti con diversa suscettività magnetica
- Minor SAR

Vantaggi e svantaggi sequenze GE

SVANTAGGI

- Difficoltà a generare una pesatura del contrasto T₂
- Minor rapporto segnale rumore nel caso di FA bassi
- Maggior sensibilità agli artefatti da disomogeneità di campo

Sequenze Gradiente Echo Spoiled e Unspoiled



Sequenze gradient echo magnetization prepared

In esse si ha una preparazione della magnetizzazione, costituita da una serie di impulsi (o RF o di gradiente), che è in grado di modificare la magnetizzazione longitudinale in modo da ottenere una pesatura in contrasto prestabilita

Possono essere indicate con la sigla MP-GRE

Esempi di sequenze MP GRE

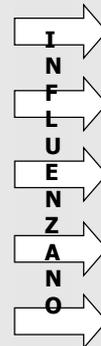
Preparazione	Tipo di contrasto
	Pesatura in T1, si tratta di sequenze IR-GRE
	Pesatura in T2
	Pesatura in diffusione

Sigle utilizzate per sequenze GRE

Ditta	SPOILED	UNSPOILED SSFP-FID	UNSPOILED SSFP-ECHO	Mag. prepared GRE
Generica	spoiled FLASH (1)	FLASH (1)	CE-FLASH DESS	snapshot FLASH
Elsint	SHORT (2)	F-SHORT (2)	E-SHORT (2)	V-SHORT Turbo-SHORT
GE	SPGR (3) FSPGR (3)	GRASS (3) FGR (3) FMPGR (3)	SSFP (4) DE FGR (3)	IR FGR (3)
Hitachi	GE/GFE (5)	GFEC (5)		RS (17)
Philips	T1-FFE (6)	FFE	T2-FFE (6)	Turbo (T)FE
Picker	T1-FAST (7) RF-FAST (16)	FAST-II (7)	CE-FAST (6, 7) FADE (14)	RAM-FAST (15)
Siemens	FLASH	FISP (10)	PSIF (11) ROAST (11)	Turbo-FLASH MP-RAGE (12)
Toshiba	FE/PF1 (13)		True FISP	

Parametri di sequenza e qualità dell'immagine

- FOV
- Dimensione matrice
- Numero di ripetizioni (NEX)
- Intensità di campo statico
- TE e TR
- Proprietà delle bobine

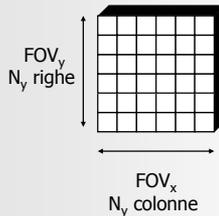


- Risoluzione spaziale
- Rapporto segnale rumore
- Tempo di acquisizione

Volume del voxel e risoluzione spaziale

Il volume del voxel dipende da:

- FOV
- Dimensione matrice
- Spessore fetta selezionata



Volume del voxel e risoluzione spaziale

All'aumentare di:	La risoluzione spaziale
Matrice di acquisizione	
Spessore di sezione	
FOV	

Dipendenza del SNR dai parametri di sequenza

All'aumentare di:	Il rapporto segnale rumore
Spessore sezione	
FOV totale	
TR	
TE	
Risoluzione direzione frequenza	
Risoluzione direzione fase	
Numero di medie del segnale	
Intensità del campo statico	
Impiego di bobine locali	

Dipendenza del tempo dai parametri di sequenza

All'aumentare di:	Il tempo di acquisizione
Spessore sezione	
FOV totale	
TR	
TE	
Risoluzione direzione frequenza	
Risoluzione direzione fase	
Numero di medie del segnale	

Osvaldo **Mario**

Corso Base di Risonanza Magnetica
Nuoro, 16 Aprile 2004

Le Sequenze

E.S.M. Mario Corleone
Università degli Studi di Torino
Radiologia e Diagnostica per Immagini

Dott. Osvaldo Remaardo
Azienda Ospedaliera S. Gerardo Dottorale, Torino
Servizio di Radiodiagnostica

VOI

Gratzie