

Manuel Signorini • Giovanni Marchetto

Il tuo primo libro di
**risonanza
magnetica**

PICCIN

Opera coperta dal diritto d'autore - Tutti i diritti sono riservati, inclusi quelli relativi a TDM (text and data mining), al training dell'intelligenza artificiale e/o di tecnologie similari.

Questo testo contiene materiale, testi ed immagini, coperto da copyright e non può essere copiato, riprodotto, distribuito, trasferito, noleggiato, licenziato o trasmesso in pubblico, venduto, prestato a terzi, in tutto o in parte, o utilizzato in alcun altro modo, compreso l'uso per TDM, training dell'intelligenza artificiale e/o tecnologie similari, o altrimenti diffuso, se non previa espresa autorizzazione dell'Editore. Qualsiasi distribuzione o fruizione non autorizzata del presente testo, così come l'alterazione delle informazioni elettroniche, costituisce una violazione dei diritti dell'Editore e dell'Autore e sarà sanzionata civilmente e penalmente secondo quanto previsto dalla L. 633/1941 e ss.mm.

AVVERTENZA

Poiché le scienze mediche sono in continua evoluzione, benché siano stati compiuti tutti gli sforzi necessari per pubblicare dati e informazioni affidabili, l'Editore non si assume alcuna responsabilità legale per eventuali errori od omissioni contenuti in questo volume. Né l'Editore né gli Autori o Collaboratori possono ritenersi responsabili per qualsiasi conseguenza e/o per qualsiasi lesione o danno a persone, animali o cose derivanti dall'applicazione delle informazioni contenute in quest'opera. L'Editore desidera precisare che qualsiasi opinione espressa in questo libro dai singoli Autori o Collaboratori è personale e non riflette necessariamente il punto di vista/l'opinione dell'Editore. Le informazioni o le indicazioni contenute in questo libro sono destinate all'uso da parte di professionisti del settore sanitario e/o scientifico e sono fornite esclusivamente come integrazione del giudizio del medico o di altri professionisti, della loro conoscenza dell'anamnesi del paziente, delle istruzioni del produttore e delle linee guida appropriate. Qualsiasi informazione o consiglio su dosaggi, procedure o diagnosi deve essere verificata in modo autonomo sotto stretta sorveglianza specialistica e attenendosi alle istruzioni per l'uso e alle controindicazioni contenute nei foglietti illustrativi. Questo libro non indica se un particolare trattamento sia appropriato o adatto a un determinato individuo. In ultima istanza, è responsabilità esclusiva del professionista sanitario formulare il proprio giudizio professionale, in modo da consigliare e trattare i singoli pazienti in modo adeguato.

Il nome di società o prodotti commerciali può corrispondere a ragioni sociali, marchi o marchi registrati ed è utilizzato esclusivamente per l'identificazione da parte del lettore e per la spiegazione dei concetti e dei case studies senza alcun intento pubblicitario o di utilizzo in violazione alla normativa vigente.

ISBN 978-88-299-3621-2

Una chiacchierata informale (ma seria) sulla RM

Ciao, eccoci qua. Prima che inizi a sfogliare le prossime pagine, permettimi di presentarci, così sai con chi avrai a che fare per tutto il libro.

M Io sono **Manuel**, un medico radiologo di campagna, conosciuto sui social come **@the_beachdoctor**. Nella pratica sono “quello che cerca disperatamente di spiegare la radiologia con un linguaggio comprensibile”. Da anni sono su Instagram e YouTube con un’idea fissa: trasformare la diagnostica per immagini da “cose che vediamo senza capirle” in “immagini che capiamo per farci davvero la diagnostica”. Molti “radiocuccioli” (così chiamo gli specializzandi in radiologia) mi scrivono dicendo che non sanno nulla di RM, che non hanno la minima idea di come si arrivi da un protone che gira all’immagine che vedono sul monitor. E la verità, quella un po’ scomoda, è che tantissimi medici radiologi non ne hanno proprio idea. Per arrivare a capire io stesso queste cose, ho dovuto sudare parecchio. Ma dopo aver risposto per anni a centinaia di domande mi sono accorto che ancora mi sfuggivano alcuni passaggi.

G Ed io sono **Giovanni**, un tecnico di radiologia che lavora nello stesso ospedale di Manuel. Ho un approccio forse più analitico, più tecnico, a volte anche più “accademico” – ma non meno appassionato. Per lungo tempo mi sono occupato di formazione universitaria in ambito RM ed il mio obiettivo è sempre stato uno: aiutare i colleghi e gli studenti a costruire un pensiero solido, capace di andare oltre la semplice esecuzione dei protocolli. Dietro ogni parametro c’è un principio fisico, e dietro ogni immagine c’è una scelta tecnica consapevole e questa cosa mi affascina molto. Così un giorno con Manuel ci siamo guardati e ci siamo detti: perché non unire le forze?

M Abbiamo preso carta e penna e ci siamo seduti attorno a un tavolo. Ci siamo immaginati tutti voi lì con noi, in un bar, davanti a un lungo caffè. Abbiamo iniziato a raccontarci a vicenda la risonanza: io spiegavo con le mie metafore un po’ surreali e Giovanni, con il suo sorriso serafico, interveniva a bacchettarmi ogni volta che semplificavo troppo. Lui, poi, a volte si lanciava in spiegazioni super-accademiche, e io mi mettevo subito a fare da traduttore simultaneo, trasformando il suo “medichese” in lingua potabile, umana, comprensibile da chiunque.

G Il risultato è proprio il libro che hai in mano. Chiariamolo subito, non abbiamo la pretesa di dire tutto, ma abbiamo l’ambizione di dire bene le cose che contano. Questo libro nasce per semplificare senza banalizzare, per avvicinare senza perdere profondità. Non è un testo scientifico in senso stretto: non troverai riferimenti bibliografici puntuali, modelli matematici rigorosi o analisi ultra-specialistiche. Troverai invece una narrazione tecnica, chiara e concreta, che si prende la libertà di essere accessibile. Che punta a far ragionare, più che a dimostrare.

M Per questo si chiama “**Il tuo primo libro di RM**”, perché sappiamo già che se vorrai diventare un vero esperto, ce ne dovranno essere sicuramente un secondo, un terzo, forse anche di più, con altri autori e altri linguaggi, che approfondiranno tutto ciò che qui abbiamo soltanto introdotto. Perché per quanto i contenuti digitali siano uno strumento prezioso, poiché veloci, accattivanti e capaci di accendere la curiosità, restano spesso frammentati: e te lo dice uno che, sui social, di radiologia parla spesso. Un buon libro, invece, ha ancora oggi un potere unico: ti accompagna con ordine, costruisce una visione completa, ti costringe a fermarti, a ragionare. È lì che avviene la vera formazione profonda.

G I capitoli si aprono spesso con una scena, una battuta, un’immagine mentale. Non è un vezzo: è un modo per entrare nel cuore dei concetti senza perdere l’orientamento. Si parte dalle basi, ma si arriva lontano: il libro è costruito con una struttura graduale, dove ogni sezione aggiunge un tassello, dalla fisica elementare ai protocolli clinici, dalle sequenze fondamentali alle tecniche più avanzate. Il libro è strutturato in cinque sezioni, ognuna con un’identità precisa:

- **I fondamentali**, per costruire la base: cos’è un voxel, come si orientano i protoni, cosa fa davvero una bobina.
- **Le sequenze di base**, per capire le dinamiche delle acquisizioni più comuni, i loro pregi, i loro limiti.
- **Le strategie per ridurre i tempi**, dove si entra nel vivo della pratica clinica, bilanciando qualità e velocità.
- **Le applicazioni speciali**, in cui la risonanza mostra il suo lato più creativo e potente.
- **I consigli pratici**, per chi lavora in RM ogni giorno e cerca strumenti semplici ma efficaci per migliorare il proprio approccio.

M Durante la lettura, capiteranno momenti in cui ti sentirai un po’ scoraggiato: è normalissimo. Alcuni passaggi sono densi di contenuti e richiederanno più di una lettura. Non averne a male. Chiudi il libro, prenditi una pausa, fai un giro e poi riprendilo con calma. Per quanto il nostro tono sia leggero, i concetti che trattiamo restano complessi e meritano il tempo che serve per assimilarli davvero. Vedrai però che alla fine della lettura tutto avrà trovato il suo posto. Dopo anni di nebbia mentale davanti alla RM (pensa al meme che raffigura una donna evidentemente confusa con intorno tutte quelle formule matematiche), finalmente sentirai che tutto ha un senso, una logica, una chiarezza che non avevi mai trovato prima.

Allora, che ne dici? Ci lanciamo insieme in questa lunga chiacchierata davanti a un caffè al bar?

Manuel e Giovanni

Ringraziamenti

Claudio, Margherita, Gabriella, Valerio, Ludovica, Matteo, Giulia, Gianluca, Paola, Raffaella, Mattia... l'elenco sarebbe lungo, e per chi legge sarebbero soltanto nomi; per me, però, no. Molti di voi, leggendo queste pagine, riconosceranno domande, riflessioni o scambi che nacquero in una conversazione con me su Instagram. Questo libro non avrebbe mai visto la luce senza la vostra curiosità e la fiducia che mi avete dato: la forza di una comunità che crede nella radiologia come mestiere e come linguaggio, e che ha accettato di farmi entrare nel proprio percorso per un tratto. Vi devo moltissimo, perché la stima e l'affetto che mi mostrate ogni giorno sono la mia riserva di energia quando tutto il resto si complica.

In origine questo progetto era poco più di un esperimento: un PDF disordinato e un po' improvvisato. È servito Alessandro Castelli a dirmi "E se lo facessi diventare un libro?" per convincermi a compiere un passo che non avevo previsto. Dai social ai video, dai video alle pagine: un nuovo salto nel vuoto, con la fortuna di trovare dall'altra parte il dott. Piccin, che ha creduto in un progetto decisamente fuori dagli schemi rispetto ai classici testi di radiologia. Gli devo la mia riconoscenza per avermi lasciato spazio e libertà, anche quando gli dicevo: "Sì, ma qui spiego la sequenza come se fosse un personaggio".

Mi sono accorto però che serviva qualcosa di più. Alcune parti avevano bisogno di una voce tecnica capace di trasformare la teoria in racconto, la fisica in immagine. È qui che entra in scena Giovanni. Un'enciclopedia ambulante di risonanza magnetica, una di quelle persone che non ti fanno mai sentire stupido ma ti obbligano a imparare. Uno dei pochi tecnici che, quando si parla di fisica, riesce sempre a "darmi due piste". Consiglio da zio Manuel: circondatevi di chi ne sa più di voi, è l'unico modo per crescere davvero. Con Giovanni i buchi narrativi si sono riempiti, le formule si sono fatte comprensibili e l'idea ha preso forma. Gli ho rubato tempo ed energie, quindi ringrazio anche sua moglie e sua figlia, che hanno accettato di dividerlo con me in questo progetto un po' folle ma, spero, utile a tanti. (A proposito: ho letto i suoi ringraziamenti in anteprima, così da evitare dopponi. Li condivido completamente, anche se li lascio dire a lui).

Io invece ho una famiglia che mi sopporta e mi sostiene anche quando non capisce bene dove mi porti tutto questo girovagare tra corsi, eventi e riprese. I miei genitori (Luigina e Carlo), i miei fratelli (Rossano e Simone) e i miei nipoti (Vittoria, Giulio ed Enrico): gli unici al mondo che, anziché chiamarmi zio Manuel come fate voi, mi chiamano dottore, non so se con fare serio o sarcastico... e questo la dice lunga su quanto (non) mi prendano sul serio.

Negli ultimi anni ho avuto la fortuna di incontrare, nel mondo AIMS, due persone che hanno inciso in modo profondo sul mio modo di lavorare e di insegnare. Martina Del Castello, che mi ha aiutato a credere nella mia parte più didattica e mi ha dato fiducia anche quando io non ne avevo molta, e Alfonso Mele, che rappresenta per me l'esempio concreto di come si possa essere autorevoli restando umani, empatici e sorridenti. Entrambi mi hanno

ricordato che la formazione non vive solo nei manuali, ma soprattutto nei legami tra le persone.

Infine, un ringraziamento a chi, anche senza accorgersene, ha contribuito a far conoscere questo progetto che nasceva per parlare di spiagge ed è finito a dipanare il mistero della scala di grigi. Grazie a chi cita The Beach Doctor, a chi lo consiglia, a chi ne parla con colleghi o studenti. È la rete invisibile che tiene in vita tutto questo, e sapere che le idee camminano da sole è forse la forma più sincera di gratitudine che un autore possa provare.

Disclaimer: nessuna sequenza è stata maltrattata nella stesura di questo libro (anche se, per sicurezza, alcune STIR hanno chiesto la consulenza di un avvocato).

Manuel Signorini

Questo progetto è stato un andirivieni di emozioni, confronti, correzioni e ricerche. Il mio bagaglio nasce dall'intreccio fra lavoro e studio. Come professore a contratto all'Università degli Studi di Padova per il corso di Risonanza ho avuto il privilegio di mettere alla prova ogni giorno ciò che qui racconto.

Un grazie che merita una stanza a parte va a Manuel. Con lui ho trovato da subito un'intesa professionale naturale su un progetto per me completamente nuovo. Ci siamo assegnati compiti complementari che ci calzavano a pennello dentro la realizzazione (titanica) di questo volume. Abbiamo speso ore in brainstorming e scrittura, incastrando ritagli di tempo e provando a far passare, pagina dopo pagina, la passione che abbiamo per questa materia.

Insieme abbiamo cercato la semplicità giusta, non il riduzionismo. Come ricorda la frase attribuita a Einstein: «Se non riesci a spiegarlo in modo semplice, non lo hai capito abbastanza». In scienza, semplificare non è togliere: è scegliere le parole e l'ordine giusti, così da capirsi anche tra professionisti in un campo sempre più specializzato. A quella semplicità minima si arriva solo con studio, rigore e tempo. La conoscenza non è gratis: dietro ogni pagina ci sono lavoro, confronto e responsabilità.

Ai colleghi della Radiologia di Rovigo (ULSS 5 Polesana, Ospedale di Rovigo): dietro figure e paragrafi ci sono corridoi, liste, confronti di reparto. Ho scritto ricordando i momenti belli passati insieme e tutto ciò che mi avete insegnato.

Un grazie sentito ai colleghi tecnici e al gruppo infermieristico della Sala Operatoria Ibrida di Rovigo, dove lavoro attualmente: il vostro supporto, le idee e la passione condivisa hanno contato molto in questo periodo intenso.

Un ringraziamento alla Neuroradiologia e al neurochirurgo dott. Marco Galuppo per i confronti su temi importanti, preziosi per la stesura di queste pagine.

Agli studenti incontrati in reparto e in aula: con voi ho potuto spaziare tra teoria, didattica e quell'entusiasmo testardo di chi vuole capire davvero.

Fare da relatore di tesi mi ha spinto ad approfondire zone che da solo forse non avrei esplorato. In particolare, grazie a Francesca Vedovato, studentessa ieri e oggi collega, e a Giada Maurizio, studentessa e collega a Zurigo, per avermi fatto sognare la realizzazione di questo libro.

Un ricordo che mi fa ancora sorridere: durante un corso interno organizzato dall'ospedale, con Pasquale Brenga, collega e amico, improvvisammo un piccolo balletto per simulare l'effetto spin echo. Funzionò: passione trasmessa, concetti complessi un po' meno spigolosi.

Un ringraziamento specifico a Paolo Montuschi, Grafico Medico-Scientifico, per l'occhio attento e la cura con cui ha guidato la realizzazione di figure e schemi.

Un grazie a chi, dietro le quinte, ha sostenuto questo progetto con discrezione.

A Piccin Nuova Libreria S.p.A. e a tutta la squadra editoriale: grazie per aver dato forma e casa a queste idee.

Infine, alla mia famiglia, Anna e Alma, per il tempo che vi ho rubato e l'energia che mi avete restituito.

E a chi legge: spero che queste pagine aiutino a vedere la RM con occhi semplici e profondi insieme.

Giovanni Marchetto

Contenuti

Sezione 1 | I fondamentali

01 Una sera d'estate tra amici 3

Focus

- Risoluzione spaziale e di contrasto
- Piani in RM
- Pixel e matrici

02 La ricetta perfetta 9

Focus

- Magnete: tipi di magnete, B_0 , bobine di shielding e di shimming
- Atomi di idrogeno: allineamento a B_0 , vettore di magnetizzazione longitudinale e precessione
- Sistema a radiofrequenza: bobina B_1 e definizione di risonanza
- Bobine di gradiente e bobine di ricezione

03 La festa è finita 27

Focus

- Vettore di magnetizzazione trasversale
- Rilassamento: recupero della magnetizzazione longitudinale e defasamento trasversale
- FID: free induction decay
- Tempi di rilassamento: T_1 , T_2 , T_2' e T_2^*
- Pesature: intensità di segnale; tempo di ripetizione e tempo di eco; pesature T_1 , T_2 e in densità protonica

04 La città dorme sonni tranquilli 45

Focus

- Chelati del gadolinio
- Fasi dell'esame con mdc
- Fibrosi nefrogenica sistemica
- Dynamic susceptibility contrast
- Dynamic contrast-enhanced MRI
- MdC epatospecifici, a base di ossido di ferro e blood pool

05 Un film... e un po' di ordine nel caos 55

Focus

- La localizzazione del segnale: gradienti in azione
- Campionamento e bandwidth
- Field of view (FOV)
- k-spazio
- Manipolazioni del k-spazio
- La trasformata di Fourier

Sezione 2 Le sequenze di base

06 Dalle parole ai fatti 85

Focus

- La compilazione del k-spazio
- Sequenze e pesature
- Diagramma pulsato
- Spin echo
- Tempo di acquisizione: TR, NEX e fasi
- Multi echo

07 Chi lancia più lungo? 97

Focus

- Gradient echo: caratteristiche distintive
- Gradient recall echo
- Flip angle e angolo di Ernst
- Pesature
- Steady state free precession (SSFP): balanced vs unbalanced
- Spoiled gradient echo: coherent vs incoherent

08 Caccia ai banditi 109

Focus

- Famiglie di base: GRE coerenti (unspoiled), GRE incoerenti (spoiled), SSFP bilanciate e SSFP non bilanciate
- Sequenze avanzate: SWI (susceptibility weighted imaging), VIBE™ e LAVA™ (GRE 3D T1-spoiled volumetriche e dinamiche), MP-RAGE (GRE 3D T1 con preparazione a inversione), MERGE/MEDIC (GRE multi echo), CISS, DESS (ibride SSFP avanzate)
- Tecniche funzionali e quantitative: Cine-RM (bSSFP, PC-MRI), T2* mapping

Sezione 3 Le strategie per ridurre i tempi

09 Il triangolo no... o forse sì? 147

Focus

- Triangolo dell'ottimizzazione dell'esame
- Come ottimizzare il SNR
- Come ottimizzare la durata dell'esame
- Come ottimizzare la risoluzione spaziale

10 A tutta birra 159

Focus

- Tecniche per accelerare l'acquisizione: turbo spin echo (TSE), Fast GRE (es. FLASH), HASTE/SSFSE, bSSFP (es. TrueFISP)
- Sequenze ultra-rapide: echo planar imaging (EPI), single-shot (GRE e SE)
- Strategie avanzate di velocizzazione: Keyhole, Half-Fourier, compressed sensing, PROPELLER e spiral imaging

11 Ora di punta 173

Focus

- Parallel imaging
- R-Factor vs aliasing e rumore
- Bobine phased-array e G-Factor
- Tecniche image-based: SENSE, ASSET e PILS
- Tecniche k-space-based: SMASH e GRAPPA
- Ottimizzazione e applicazioni cliniche

12 Colazione all'italiana 185

Focus

- Tecnica 3D: principi di base
- La fisica dietro le 3D: eco stimolato
- Registrazione degli echi e k-spazio
- Echo train length ed echo spacing
- Vantaggi e svantaggi nelle applicazioni cliniche

Sezione 4 Le applicazioni speciali

13 Dr. Jekyll e Mr. Hide 199

Focus

- Chemical shift
- Tipo 1 e tipo 2
- Applicazioni pratiche per sfruttarlo
- Tecniche per evitarlo
- Sequenza Dixon
- Sequenza IDEAL

14 Un'estate al mare 213

Focus

- Perché saturare il grasso?
- Grasso intracellulare: in-phase e out-of-phase
- Sequenze FatSat e CHESSE
- Sequenze inversion recovery: STIR, SPIR e SPAIR
- Soppressione del silicone

15 Come quando fuori piove 233

Focus

- Principi fisici dell'idro RM
- Colangiopancreatico RM
- Altre applicazioni: uro-RM, scialo-RM, cisterno-RM
- Soppressione del segnale dei liquidi con inversion recovery: FLAIR e DIR
- Sequenze Dixon

16 Fiumi di protoni **243**

Focus

- Imaging del flusso in spin echo e gradient echo
- Gradient moment nulling
- Angiografia Time-of-Flight
- Contrast-Enhanced MR Angiography
- Phase Contrast MR Angiography
- Arterial Spin Labeling
- Artefatti nei flussi in movimento

17 Un palloncino volante **267**

Focus

- Diffusion-weighted imaging
- B-value
- Echo planar imaging
- T2-shine through
- Diffusion tensor imaging

18 Ma che sera! **283**

Focus

- Dal chemical shift alla spettroscopia
- Metaboliti e angolo di Hunter
- Single Voxel Spectroscopy (PRESS)
- Multivoxel Spectroscopy
- STEAM
- Tecniche di soppressione dell'acqua: CHESSE, WET, VAPOR, metabolite cycling
- Tecniche di soppressione dei lipidi: OVS, inversion recovery, soppressione chimico-selettiva, filtraggio in k-space, ricostruzione con regolarizzazione, metodi con hardware dedicato
- RM funzionale e BOLD (Blood Oxygen Level Dependent)

Sezione 5 I consigli pratici**19 La regia perfetta** **295**

Focus

- Come si fa un esame RM?
- Fase pre-esame
- Esecuzione dell'esame
- Fase-esame
- Congedo del paziente

20 And the Oscar goes to... **317**

Focus

- Protocolli in neuro-RM (e approfondimento sulla perfusione nel protocollo ictus)
- Protocolli in RM addome superiore (e approfondimento su lesioni focali epatiche e su tumori renali)
- Protocolli in RM addome inferiore (e focus su PI-RADS)
- Protocolli in RM muscolo-scheletrica
- Protocolli in RM cardiaca
- Protocolli in RM mammaria (e approfondimento sui parametri di valutazione)

Appendici

A1 Artefatti in RM: quando l'immagine fa i capricci! 353

Focus

- Artefatti da movimento
- Artefatti da suscettibilità magnetica (B_0)
- Artefatti da chemical shift (tipo I e tipo II)
- Artefatti da saturazione spettrale (FatSat)
- Artefatti da disomogeneità del campo RF (B_1)
- Artefatti da non linearità dei gradienti
- Artefatti da disturbi del k-spazio
- Artefatti da spike noise e central point
- Artefatti nelle sequenze angiografiche (TOF e PC-MRA):
 - Phase mismapping
 - Alias di fase
 - Artefatti da saturazione del flusso
 - Artefatti da turbolenza
 - Artefatti da pulsazione
 - Artefatti da flusso lento
- Artefatti da correnti parassite (Eddy Currents)

B2 Sicurezza in RM: il posto più pericoloso dell'ospedale 381

Focus

- Artefatti da movimento
- Campo magnetico statico (B_0): effetto proiettile e torque
- Compatibilità dei dispositivi: MR safe, MR conditional, MR unsafe
- Rischi da radiofrequenza (RF): SAR, ustioni, proximity burns
- Stimolazione da gradienti: PNS (Peripheral Nerve Stimulation)
- Rumore acustico e protezione uditiva
- Zone di sicurezza RM: zone 1-4, linea rossa e accessi controllati
- Pazienti sedati, non collaboranti e pediatrici: gestione e vigilanza
- Emergenze in RM: EPO, evacuazione rapida, gestione del quench
- Rischi specifici nei campi $> 3T$: aumento di SAR, stimolazione, riscaldamento
- Nuove frontiere: CEM43, RF parallela e compatibilità condizionale avanzata

Epilogo 395

Glossario

ADC (Apparent Diffusion Coefficient) – Cap. 17

Valore numerico che descrive la mobilità delle molecole d'acqua nei tessuti. Più è basso, più il tessuto è “denso” (es. tumori o ischemie acute). Lo trovi nelle mappe ADC accanto al DWI.

Aliasing – Cap. 5, 9, 11, 12

Artefatto che fa “ribaltare” strutture fuori dal FOV all'interno dell'immagine. Si previene con oversampling o aumentando il FOV.

Angolo di Ernst – Cap. 7

Angolo di flip che massimizza il segnale a regime stazionario nelle sequenze gradient echo per un dato TR e il T1 del tessuto.

ASL (Arterial Spin Labeling) – Cap. 16

Tecnica per studiare la perfusione cerebrale senza mezzo di contrasto. Usa il sangue come tracciante naturale, “etichettandolo” con un impulso RF.

B₀ – Cap. 2

Campo magnetico principale. Sempre acceso, sempre lì, sempre fedele. Più è forte (in Tesla), maggiore sarà la qualità del segnale.

B₁ – Cap. 2

Campo generato dalla bobina a radiofrequenza. È l'impulso che “chiama” i protoni e li fa risuonare.

Bandwidth – Cap. 4, 9

Ampiezza di banda di ricezione (Hz/pixel): definisce velocità di campionamento e TE minimo/readout; incide su SNR e su artefatti da chemical shift/suscettibilità. Aumentarla riduce lo spostamento chimico (tipo 1) e le distorsioni, ma riduce l'SNR.

CE-MRA (Contrast Enhanced MR Angiography) – Cap. 16

Angiografia RM con mezzo di contrasto. Permette di visualizzare i vasi sanguigni in modo dettagliato.

Chemical shift – Cap. 13, 18

Effetto causato dalla diversa frequenza di risonanza tra protoni di grasso e acqua. Può creare artefatti... ma anche essere usato per fare diagnosi.

DCE (Dynamic Contrast-Enhanced) – Cap. 4, 20

Tecnica dinamica con mezzo di contrasto per valutare la perfusione tissutale. Molto usata in oncologia.

Dixon – Cap. 13

Tecnica per separare grasso e acqua usando immagini in-phase e out-of-phase. Versatile, moderna, e quasi sempre utile.

DIR (Double Inversion Recovery) – Cap. 15

Sequenza che sopprime sia il segnale del liquor che della sostanza bianca, per evidenziare lesioni corticali.

DTI (Diffusion Tensor Imaging) – Cap. 17

Tecnica avanzata di diffusione che permette di visualizzare la direzione preferenziale del movimento delle molecole, utile per la trattografia.

DWI (Diffusion Weighted Imaging) – Cap. 17

Sequenza che valuta il movimento delle molecole d'acqua. Fondamentale per ischemie, infezioni, tumori.

EPI (Echo Planar Imaging) – Cap. 10, 17, 18

Sequenza rapidissima usata per DWI e fMRI. Veloce, ma sensibile agli artefatti.

FID (Free Induction Decay) – Cap. 3

Segnale che decresce dopo l'impulso di RF. È da qui che tutto parte.

FLAIR (Fluid Attenuated Inversion Recovery) – Cap. 15

Sequenza IR che sopprime il segnale del liquor. Perfetta per vedere lesioni cerebrali periventricolari.

Flip angle (α) – Cap. 7

Rotazione impressa dall'impulso RF (B_1) alla magnetizzazione. Più forte/lungo l'impulso \rightarrow α maggiore.

FOV (Field of View) – Cap. 5, 9, 11

L'estensione del campo visivo dell'immagine. Più è grande, più porzione anatomica inquadri, ma con risoluzione minore.

GMN (Gradient Moment Nulling) – Cap. 16

Schema di gradienti che, al TE, azzeri i momenti di moto fino all'ordine implementato, lungo l'asse scelto. Riporta in fase gli spin a velocità costante, riducendo perdita di segnale e ghosting da flusso lento (LCS, sangue).

GRE (Gradient Echo) – Cap. 7, 8

Sequenze rapide che formano l'eco con i gradienti (senza 180°): TR/TE brevi. Sensibili a $T2^*$ e alla suscettibilità \rightarrow ottime per emorragie, SWI, angiografia TOF, DSC e acquisizioni dinamiche (DCE).

k-spazio – Cap. 5, 9, 19

Archivio temporaneo dei segnali ricevuti, prima della trasformazione in immagine. Apparentemente caotico, in realtà ben organizzato.

MIP (Maximum Intensity Projection) – Cap. 16

Ricostruzione delle sequenze angio: seleziona i voxel più intensi lungo un asse. Fa "brillare" i vasi nei CE-MRA o TOF.

MRI (Magnetic Resonance Imaging) – Cap. 1

Nome internazionale della risonanza magnetica. "Nucleare" è stato tolto per non spaventare i pazienti.

NEX (Number of Excitations) – Cap. 6, 9, 10, 12

Numero di ripetizioni del segnale nella stessa sequenza. Aumenta il SNR ma allunga il tempo d'acquisizione.

Oversampling – Cap. 5, 12

Tecnica per evitare artefatti da aliasing: acquisisce più dati lungo una direzione. Aumenta il tempo ma protegge la qualità.

Parallel Imaging – Cap. 11

Tecnica avanzata che sfrutta più bobine per accelerare l'acquisizione. Meno tempo, ma attenzione alla perdita di SNR.

Pixel (picture element) – Cap. 1

Unità bidimensionale dell'immagine RM. Più piccolo è, più dettagli ottieni, ma aumenta il tempo d'acquisizione.

Precessione – Cap. 2

Movimento a trottola dei protoni attorno al campo B_0 .

Rilassamento T1 (Spin-reticolo) – Cap. 3

Rappresenta il tempo impiegato dai protoni per riallinearsi con B_0 . Determina la brillantezza del grasso.

Rilassamento T2 (Spin-spin) – Cap. 3

Il tempo con cui il segnale nel piano trasversale svanisce perché gli spin si sfasano tra loro. Acqua e grasso non si rilassano allo stesso modo.

SNR (Signal to Noise Ratio) – Cap. 9

Rapporto tra segnale utile e rumore di fondo. Più è alto, meglio si vede.

SPAIR (Spectral Adiabatic Inversion Recovery) – Cap. 14

Tecnica di soppressione del grasso selettiva e robusta, meno sensibile alle disomogeneità del campo.

Spin echo – Cap. 5

Il cuore classico della RM. L'impulso 180° serve a "risincronizzare" il segnale perso per defasamento. È da qui che nascono quasi tutte le sequenze.

SPIR (Spectral Presaturation with Inversion Recovery) – Cap. 14

Tecnica di soppressione del grasso che combina IR e selettività spettrale.

SSFP (Steady-State Free Precession) – Cap. 7, 8

Sequenze rapidissime a stato stazionario, con molto segnale.

bSSFP: liquidi e sangue molto brillanti: top per cine cardiaco; può mostrare artefatti a bande se B_0 non è uniforme.

Unbalanced (FISP/PSIF): meno artefatti, contrasto più "GRE" (fluidi meno brillanti).

Suscettibilità magnetica – Cap. 13

Quanto un materiale altera B_0 . Differenze di suscettibilità fanno sfasare gli spin. Ottimo per il contrasto (SWI, vene, microemorragie), ma genera artefatti e distorsioni soprattutto vicino a metallo e aria-osso.

TE (Time to Echo) – Cap. 3

Tempo tra l'impulso RF e la ricezione del segnale.

TR (Time to Repetition) – Cap. 3

Tempo tra due impulsi RF consecutivi.

Trattografia – Cap. 17

Ricostruzione 3D dei fasci nervosi a partire dai dati DTI. Sembra magia, ma è solo tensor imaging.

TSE (Turbo Spin Echo) – Cap. 10

Spin echo potenziato che acquisisce più echi per ridurre il tempo d'esame.

T2* – Cap. 7, 13

Rilassamento T2 “amplificato” dagli effetti del campo. Utile per vedere sangue, ferro e altro ancora.

Voxel (volume element) – Cap. 12

Unità tridimensionale dell'immagine RM. Più piccolo è, più dettagli ottieni, ma aumenta il tempo d'acquisizione.