



fora[®]

Healthcare Provider

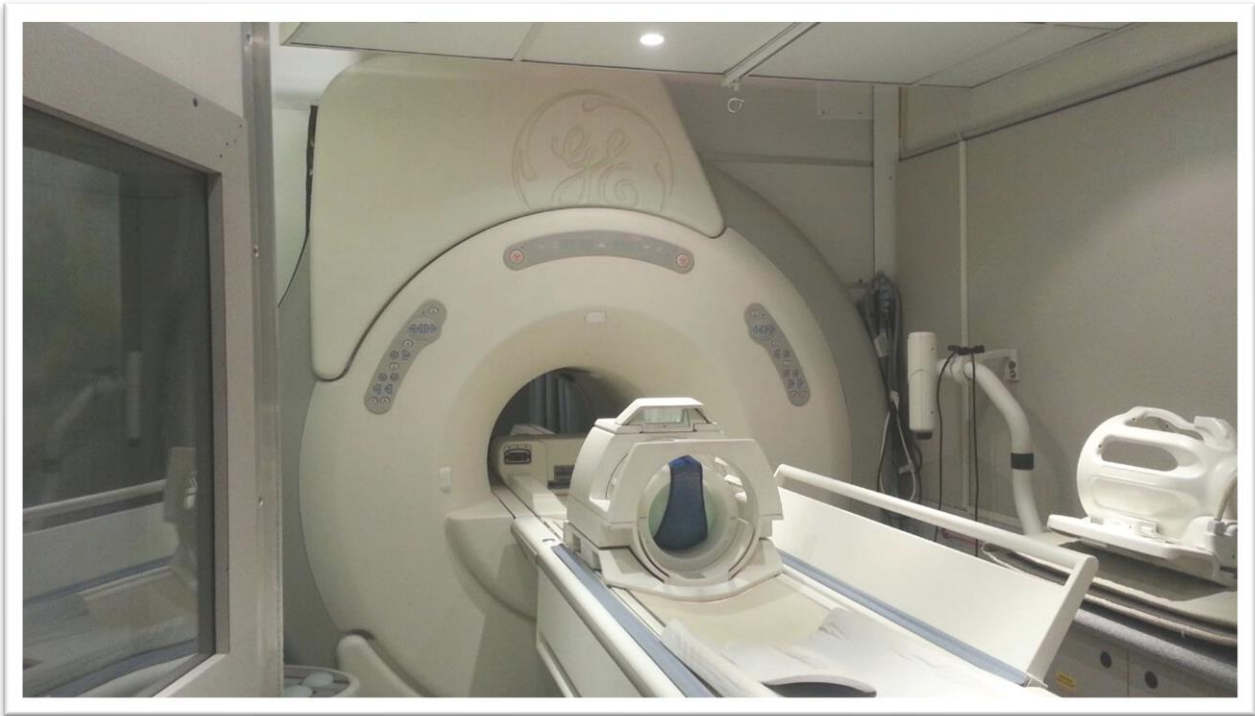
TOMOGRAFO A RISONANZA MAGNETICA
RM 02

Caratteristiche Tecniche



GE Signa Excite Hdxt 1043

Descrizione Generale del sistema RM



Signa Excite Hdxt è una apparecchiatura da 1,5 Tesla, superconduttiva, a 16 canali indipendenti (32 canali in quadratura), con bobine multielemento. Ciò consente di acquisire il segnale attraverso sedici ricevitori indipendenti in modo da ottimizzare il rapporto segnale rumore nell'imaging ad alta risoluzione.

Questa caratteristica permette anche fattori di accelerazione più elevati nell'imaging parallelo. I componenti hardware sono costituiti da 16 ricevitori indipendenti per sfruttare bobine "Phased Array" in grado di acquisire segnali RM provenienti da più elementi ottimizzando il rapporto segnale rumore.

Magnete da 1,5 Tesla, ultracompatto, con campo di vista da 48 cm, il sistema RM GE Signa HDx possiede Gradienti con intensità massima di 33 mT/m e con Slew rate fino a 120 T/m/s; 8 canali di amplificazione, veloce nell'esecuzione di tutte le sequenze standard ed avanzate, può essere considerato ad un ottimo livello di prestazioni cliniche.

Il software è completo, con un set di bobine adeguato, adeguato a poter supportare tutta la diagnostica generale.

Il tomografo è inoltre accessorato da:

- > Lettino porta-paziente integrato
- > Sistema di posizionamento laser ad alta precisione
- > Ventilazione ed illuminazione all'interno del tunnel ad intensità variabile

- > Due unità di controllo collocate ognuna a ciascun lato anteriore del magnete, per il comando di tutte le funzionalità del tavolo, posizionamento laser, illuminazione, volume e inizio scansione
- > Display LCD posto sopra l'apertura del magnete, con localizzatore laser incorporato, indicante i connettori bobina occupati e la posizione corrente del tavolo
- > Gabbia di Faraday
- > Oxigen Monitor
- > Contenitore per fantocci
- > Fantocci
- > Set di bobine.
- > Interfaccia Dicom3
- > Kit posizionamento paziente

L'area di controllo, al centro delle sezioni, garantisce un appropriato spazio di manovra per l'operatore, condizione essenziale soprattutto nei casi in cui il paziente non sia in grado di essere collaborativo o non sia in grado di deambulare.

Tutti i nostri sistemi sono inoltre dotati di iniettore automatico di mezzo di contrasto, metal detector portatile e CD/DVD writer.

INTRODUZIONE AL SISTEMA HDXT

Optima HDxt è un sistema per Risonanza Magnetica basato sullo stato dell'arte della componentistica RM. Catena di Radiofrequenza, bobine ad alta densità di elementi, tecniche d'acquisizione avanzate, gradienti, sequenze, magnete ed elettronica di controllo sono il "distillato" della ricerca GE in un'evoluzione continua volta all'ottimizzazione delle performance generali dell'apparecchiatura in relazione alle nuove applicazioni cliniche e alle problematiche legate alla fruibilità della metodica ai vari pazienti.

HDxt consente indagini anche sulle categorie di pazienti più critiche: infatti l'elevatissima risoluzione spaziale e temporale, l'eliminazione di artefatti legati al movimento, i tempi di scansione estremamente ridotti per l'effettuazione di esami con elevato confort per il paziente, sono alcuni degli aspetti che caratterizzano la RM Optima HDxt.

Un sistema di Risonanza Magnetica attuale richiede, per realizzare le applicazioni cliniche di recente realizzazione, un'adeguata risoluzione spaziale e temporale che consentano di realizzare imaging diagnostico sulle classi di pazienti storicamente di difficile esame con la RM: pazienti non collaboranti, pediatrici ecc. L'innovativa tecnologia che equipaggia HDxt riduce ai minimi termini le percentuali di insuccessi, ampliando notevolmente la gamma di esami realizzabili.

IL MAGNETE

Il magnete è di tipo superconduttivo, della famiglia CXK4, di produzione General Electric, e rappresenta un eccellente compromesso tra confort per il paziente (che gradisce magnete con tunnel corto) e alta omogeneità di campo (che richiederebbe magneti con tunnel stretto e lungo). A dimostrazione dell'alta omogeneità ottenuta, vi sono le elevatissime prestazioni dei pacchetti cardiaci offerti sull'architettura HDxt: queste metodiche richiedono doti di altissima omogeneità e stabilità di campo (migliore di 0,1 ppm/h), che solo un magnete di qualità superiore, come quello proposto, possono garantire.

Il magnete, dotato di auto-schermatura attiva, ha le estremità dotate di due ampie svasature (ampiezza max di 133 cm) che consentono la massima accessibilità allo scanner anche alle categorie di pazienti critiche (ansiosi, claustrofobici, non collaboranti...). Il magnete General Electric ha consumi di elio quasi trascurabili, che garantiscono intervalli di rabbocco superiori a 10 anni. Ciò è ottenuto con un sistema di recupero e ricondensazione dell'elio evaporato ed un sistema di controllo ultrarapido. Il HDxt è dotato di ben 18 bobine di correzione (SHIM COIL) superconduttive per l'ottimizzazione e la stabilità temporale dell'omogeneità di campo magnetico, che quindi non è soggetta alla deriva tipica dei sistemi a shimming passivo o ibrido resistivo, in particolari in condizioni di utilizzo di "fast imaging".

Osservazione: ogni variazione della temperatura pari ad un grado Celsius, comporta nel caso di shimming passivo, un peggioramento dello 0,6% dell'omogeneità rispetto alle condizioni normali. Nel caso di shim con bobine superconduttive questo effetto non è presente. A titolo esplicativo, al fine di quantificare le conseguenze di tale effetto, basti pensare che un tale degradamento dell'omogeneità può fare la differenza tra un esame con soppressione del grasso ben riuscito ed uno non riuscito, un esame spettroscopico corretto o meno. Ad avvalorare quanto detto finora ci sono gli eccellenti valori di omogeneità misurati con il metodo VRMS, che risulta uno tra i metodi più accreditati per tali misure. Tra i diversi metodi di misura dell'omogeneità: Peak to Peak, FWHM (Full Width Half Maximum), e RMS, i primi due tendono a sovrastimare i risultati, l'ultimo è sicuramente il più accurato.

Omogeneità (valori tipici) metodo V-RMS sfera 40 cm diametro (ppm) < 0,27

sfera 30 cm diametro (ppm) < 0,06

sfera 20 cm diametro (ppm) < 0,02

sfera 10 cm diametro (ppm) < 0,004

BOBINE DI GRADIENTE

Le bobine di gradiente di tecnologia HDxt hanno una particolare tecnica di auto-schermatura attiva per la compensazione delle correnti parassite indotte (Eddy currents) volte a minimizzare le distorsioni spaziali e le imprecisioni di fase.

La tecnologia HDxt con il suo innovativo sistema di controllo gradienti, consente inoltre forme d'onda di grande linearità e ripetibilità che sono caratterizzate da massimo errore integrato di 225uA*S e massimo errore Shot to Shot di 20uA*S. Una serie di accorgimenti di tipo Hardware limitano il livello di rumore acustico dovuto agli impulsi di gradiente durante il funzionamento del sistema, in modo da migliorare il confort del paziente. Il tunnel d'esame è dotato di sistemi di illuminazione interna, di ventilazione e di interfono per comunicazioni con l'operatore alla console; ciò per il miglior confort del paziente. Nel progetto della catena di radiofrequenza, è stata posta molta enfasi agli aspetti volti ad aumentare il rapporto segnale rumore. L'elettronica di ultima generazione utilizza sistemi di preamplificazione, amplificazione e conversione analogica-digitale a bassissimo rumore elettronico essendo quest'ultimo fonte di degrado della qualità dell'immagine. L'ampia gamma di bobine disponibili (Phased Array, in quadratura o a polarizzazione lineare) copre tutti i distretti senza esclusione alcuna.

SISTEMA INFORMATICO

Il sistema informatico utilizza la componentistica hardware e software Architettura Dual Processor a 64 bit, con S.O. Linux su stazioni HP certificate. Questo dà la possibilità a tutti i sistemi General Electric di avere un'interfaccia utente veramente facile da usare ed ergonomica.

Si sottolinea come tutte le interfacce utente delle apparecchiature GE convergano verso questa architettura tecnologica e grafica. La console di HDxt è estremamente compatta, ergonomica e dotata di un unico monitor Wide Screen HD da 23". L'interfaccia utente "Human Dimension" di HDx è stata progettata per semplificare e velocizzare il lavoro dell'operatore nella prescrizione delle sequenze e nella gestione del paziente. Smart Prescan, Protocopy, Coil Identification, OneTouch Filming, AutoMin TR, AutoVoice, AutoStart, AutoView, DynaPlan, Auto-acceleration con GEM sono alcune delle caratteristiche di questa interfaccia che consente un facile e veloce utilizzo dell'apparecchiatura con particolari accorgimenti che aiutano ad aumentare la produttività consentendo un'eccellente e riproducibile qualità d'immagine.

HDxt rende disponibili in base anche alcune funzionalità, che elenchiamo qui di seguito:

- **LAVA** sta per "Liver Acquisition with Volume Acceleration" consente di realizzare esami dinamici addominali ad elevatissima risoluzione spaziale e temporale con elevata copertura. Grazie all' utilizzo ottimale delle tecniche di imaging parallelo, consente di realizzare esami dinamici a respiro trattenuto richiedendo tempi di apnea molto contenuti.
- **ECHOPLUS** è un software per l'utilizzo di tecniche di acquisizione/ricostruzione del tipo Echo Planar Single-Shot per l'imaging della diffusione, sia con contrasto di tipo T2 che di tipo FLAIR.

Sono elencate di seguito alcune delle opzioni disponibili, rivolte ad aumentare il workflow ed a migliorare la gestione del paziente:

- **Auto Min TR:** il software di gestione propone automaticamente il corretto TR minimo raggiungibile una volta selezionato il numero delle fette necessarie per la copertura della parte anatomica in esame.
- **Auto Start:** consente l'automatica partenza della sequenza nel momento della chiusura della porta della sala magnetica.
- **Auto Voice:** consente di impartire al paziente particolari istruzioni per la gestione dell'esame (es. nello studio multifasico di fegato è possibile istruire il paziente sulle apnee da mantenere)
- **DynaPlan:** consente una migliore pianificazione degli esami multifasici (es dinamiche sul fegato, mammella). È possibile con questa nuova interfaccia prescrivere su un asse temporale le varie sequenze di acquisizione
- **Auto acceleration:** il software propone già in automatico, in funzione della sequenza scelta, il miglior fattore di accelerazione quale miglior compromesso tra velocità di scansione e SNR. L'operatore, può variare il fattore di accelerazione a piacere oppure mantenere quello proposto dalla macchina.

L'architettura Dual Processor 64bit + Linux conferisce al sistema la possibilità di operare stabilmente una completa gestione multitasking senza l'aumento dei tempi morti sulla console (i processi di acquisizione, ricostruzione, filming, post-processing ecc. agiscono in modo simultaneo garantendo un'elevatissima produttività). L'interfaccia grafica permette all'operatore esperto di creare e modificare i protocolli a seconda delle proprie necessità con l'accesso, senza restrizione alcuna, a tutti i parametri delle sequenze. Per favorire anche l'operatività dell'utente meno esperto, il sistema è dotato di un set di protocolli standard con immagine di riferimento ("Picture This") che danno la possibilità di scelta rapida di protocolli alternativi di tipo "Go Faster" (maggiore velocità di scansione) oppure di tipo "Higher Resolution"

(maggiore dettaglio o risoluzione di contrasto) o personalizzati. Una volta scelto il protocollo sulla base dell'immagine di riferimento visualizzata, i parametri sono caricati nel sistema per un inizio immediato dell'acquisizione. Un sistema di interfacciamento elettronico segnala sulla console il tipo di bobine connesso e la validità della connessione. Tutti i sistemi RM GE sono pienamente compatibili con lo standard DICOM. Questo consente la comunicazione e il trasferimento dei dati tra tutti i sistemi DICOM compatibili sia General Electric che di altri produttori (PACS\RIS, CT, Workstation, Digital Radiography, Laser Print...).

TECNOLOGIA RF

HDXT ha, nella configurazione offerta, una catena di radiofrequenza completamente riprogettata che consente di acquisire il segnale da 32 canali in quadratura (32 data streams) simultaneamente (pari a 16 canali indipendenti). Le bobine ad alta densità di elementi (HD COIL) consentono di aumentare il SNR a beneficio di qualità immagine, rapidità di scansione o produttività dell'apparecchiatura. Le bobine (disponibili per tutti i distretti anatomici) sono progettate per l'utilizzo delle più recenti e avanzate tecniche di acquisizione e per l'imaging parallelo.

Trasmissione

Il sistema di trasmissione di HDxt è dotato di una tecnologia innovativa nei sotto moduli:

- Generatore di Impulsi (di potenza 21kW)
- Memorizzazione e gestione delle sequenze
- Controllo Gradienti

Gli impulsi RF risultanti, la loro capacità di eccitazione, il controllo dei gradienti che si ottengono con la tecnologia HDxt, sono ottimizzati in modo da produrre sequenze perfettamente adattate alle esigenze dei moduli che seguono in cascata, tanto che siano le bobine Phased Array ad alta densità, tanto i sistemi di acquisizione veloce. I profili più ripidi ed efficienti delle forme d'onda utilizzati nelle varie sequenze permettono di ottenere una riduzione dei tempi TE, TR e di echo-spacing minimi. I parametri di acquisizione influiscono direttamente sulla qualità e sulla rapidità dell'imaging. Il TR min ed in particolare il TE min sono direttamente legati all'SNR, il minimo echospacing è un parametro fondamentale anche in termini di riduzione degli artefatti di blurring e image distortion. Lo scopo dei gradienti sempre più veloci e con forma d'onda lineare e ripetibile è proprio quello di riuscire a ridurre il valore di TE e TR delle varie sequenze.

Ricezione

Il sistema di ricezione è composto da più canali contemporanei (data stream) gestiti con elevato parallelismo. I ricevitori ai quali afferiscono hanno una banda di ricezione di 1 MHz ciascuno. Questa architettura, abbinata alle bobine Phased Array ad alta densità di elementi, consente, rispetto alle architetture standard:

- Di avere un notevole incremento di SNR
- L'applicazione ottimale, di tecniche di imaging parallelo

Questo si può tradurre in maggiore qualità, migliore risoluzione temporale e spaziale, meno artefatti, più sensibilità di tipo funzionale, maggiore produttività. La gestione autonoma e indipendente dei canali negli scanner di ultima generazione, produce una notevole mole di dati: ogni canale è autonomamente oggetto di conversione A/D, amplificazione, condizionamento ed elaborazione cioè la gestione è ad elevato parallelismo. la gestione ottimale di un siffatto sistema è realizzabile solo con un sottosistema di elaborazione dotato di potenza di calcolo elevatissima. Come accennato, il concetto su cui si basa l'innovazione di questo modulo, è l'aumento della densità degli elementi che acquisiscono simultaneamente sullo stesso campo

di vista, non basta quindi avere bobine pluricanale e plurielemento, ma questi ultimi devono essere distribuiti in modo opportuno sull' anatomia del paziente, per consentire una ricezione ottimale del segnale sul FOV di interesse. Le bobine Phased Array, hanno più elementi che quindi si trovano in posizioni diverse rispetto alla sorgente del segnale.

La tecnica PURE, della quale è dotato HDxt, serve ad apportare le correzioni necessarie ad omogeneizzare la risposta degli elementi costituenti una bobina phased array. Il maggior numero di canali disponibili sulle nuove bobine, permette anche un impiego ottimale di tecniche di parallel imaging. L' aumento del numero di canali rappresenta una condizione necessaria per l'evoluzione del parallel processing: aumentando il fattore di parallelismo degrada esponenzialmente il SNR che solo bobine performanti e una catena di ricostruzione efficiente può non penalizzare ulteriormente.

Ricostruzione

La piattaforma Optima HDxt realizza una pipeline dati ottimizzata e soprattutto bilanciata. Sono stati eliminati i colli di bottiglia nella catena di gestione dei dati, non ostante la considerevole mole di dati generata dall' architettura multicanale e dalla richiesta, da parte degli utenti, di matrici di immagine sempre più alte. Non dimentichiamo che anche l'efficienza del sistema di acquisizione parallela è strettamente legato ai tempi con i quali i dati presenti "ai connettori" delle bobine vengono elaborati. L' array processor per la ricostruzione delle immagini, che equipaggia HDx è costituito da un sistema multiprocessore (4 unità) volumetrico blade (con memoria autonoma di 8 Gigabyte e capacità di swap locale su hard disk da 146 GB). I processori risiedono su più schede connesse da backbone autonomo ad alto rendimento per una maggiore efficienza ed affidabilità. La velocità di ricostruzione che questo sistema è in grado di esprimere supera le 6000 immagini al secondo in matrice 256x256. Per una corretta parametrizzazione della potenza di calcolo del sistema, possiamo però porci nelle condizioni più restrittive per la potenza di calcolo richiesta, ovvero, fermo restando le dimensioni della matrice, ricostruendo con la 2DFFT in maniera full FOV (100% dello spazio K). Con queste parametrizzazioni, il motore di ricostruzione proposto arriva alle 2700 immagini al secondo full FOV matrice 256. Si sottolinea infatti come la relazione che lega la velocità di ricostruzione non possa prescindere dalle caratteristiche del motore di ricostruzione in termini di MFLOPS (milioni di operazioni in virgola mobile) poiché è con tali tipi di operazione che si realizza la trasformata di Fourier. Da tale relazione si evince che, variando le dimensioni della matrice o anche semplicemente rendendola non quadrata (ad esempio: 256x128 o 256x64) il numero di immagini ricostruite al secondo possa, con il medesimo motore, superare tranquillamente le 6000 img/sec. Il parametro da noi espresso fa poi riferimento al 100% dello spazio K: riduzioni dei punti dello spazio K, sfruttando le sue caratteristiche di simmetria portano sicuramente a specifiche di velocità di molto superiori.

Host Computer

Il sistema principale è di tipo multiprocessore basato su di una workstation con doppio processore AMD a 64 bit (con cache L2 aumentata) con 8 Gigabyte di memoria DDR RAM, e dischi SCSI per 146 Gbyte, in grado di garantire spazio archivio a breve termine per oltre 500000 immagini non compresse in matrice 256. Esiste poi la possibilità di archiviazione su DVD da 4,7GB. Il sistema informatico, complessivamente, permette di avere processi di acquisizione, ricostruzione, visualizzazione, elaborazione, archivio e trasmissione immagini in rete simultanei, grazie alla notevole potenza di calcolo e gestione dei dati fornita dall' architettura Dual processor in abbinamento al S.O. Linux Red Hat (per il quale la stazione HP è certificata).

BOBINE

- N. 1 Addome (flessibile)
- N. 1 Colonna
- N. 1 Neuro-Vascolare
- N. 1 Mammella
- N. 1 Extremity
- N. 1 Flessibile uso generale
- N. 1 Spalla

GRADIENTI

Per far fronte alla richiesta di performance delle nuove applicazioni cliniche, i gradienti e l'elettronica di controllo, sono perfettamente integrati. Grazie a questo decisivo intervento su una delle parti più critiche di un tomografo RM, sono nati gli HIGH FIDELITY DRIVERS che consentono i tempi di echo e di ripetizione estremamente bassi. Va ricordato, a questo proposito, che le performance di un sistema di gradienti non si misurano solo con "Intensità" e "Slew Rate" ma anche e soprattutto con i valori di TE e TR (l'uno strettamente correlato al SNR e l'altro alla velocità di scansione) che rappresentano, in pratica, l'efficacia del sistema di gradienti sul volume in esame. Intensità e slew rate sono parametri di targa di un sistema di gradienti il cui utilizzo è regolato dalla normativa sul massimo dB/dt permesso in relazione alla stimolazione nervosa periferica (PNS). Un sistema ottimizzato, quindi dotato di forme d'onda molto lineari, privo di eccessive sovraelongazioni, tende a ridurre il SAR al quale è sottoposto al paziente. Come performance, i gradienti proposti presentano intensità di 33 mT/m e 120 T/m/s per singolo asse. La specifica è da intendersi simultanea, ciò significa che alla massima intensità, il sistema è in grado di commutare sul massimo FOV alla massima velocità, senza cioè che vi siano compromessi tra intensità e velocità di commutazione. Gradienti lineari e ripetibili, consentono di operare imaging con ridotto numero di ripetizioni, altrimenti necessarie per più per mediare gli errori introdotti dall'elettronica che i risultati di immagini acquisite con scarsità di segnale. Qualche valore: la piattaforma offerta, pilotata da amplificatori a basso rumore e risposta rapida, presentano errore Shot to Shot di 25uAs, Cycle to cycle di 35uAs.

APPLICAZIONI CLINICHE

HDxt è dotato di eccezionale ergonomia. L'utilizzo è reso estremamente veloce dall'intuitività dell'interfaccia migliorata. Le tecniche di acquisizione, disponibili nella configurazione proposta, facilitano l'esame per le classi di pazienti critiche. In particolare segnaliamo:

- **Propeller** è una tecnica esclusiva GE che rende le immagini insensibili al movimento del paziente. È applicabile tutte le volte che il paziente è non collaborante (pediatrici, anziani, politraumatizzati ...)
- **Tricks** è un'avanzatissima strategia di registrazione dello spazio K che permette di acquisire immagini volumetriche di angioRM ad elevatissima risoluzione spaziale e temporale. Questa tecnica, abbinata all'imaging parallelo Asset, permette con successo lo studio della dinamica del mezzo di contrasto ad alta risoluzione temporale anche nel caso di pazienti con difetti di flusso.
- **Lava** è una tecnica avanzata volumetrica a voxel isotropico per lo studio dinamico in ambito addominale ed in particolare del fegato. Acronimo di Liver Acceleration Volume Acquisition, dà la possibilità, per ogni singola apnea di qualche secondo, di acquisire l'intero organo ad alta risoluzione. Diviene così possibile lo studio della dinamica del mezzo di contrasto sul

fegato chiedendo una pochissima collaborazione del paziente (apnee anche inferiori ai 10 secondi).

L'apparecchiatura proposta è stata configurata per operare secondo standard elevati di prestazione sia in termini di qualità immagine sia in termini di produttività. In particolare i gradienti di campo ad elevata intensità e slew rate, l'elettronica multicanale, le svariate bobine fornite, specialmente di tipo Phased Array ad alta densità e i numerosi software (in configurazione base oppure implementabili) consentono di svolgere le applicazioni di routine ed avanzate con performance e qualità elevatissime. Di seguito evidenziamo alcune caratteristiche di punta delle varie applicazioni di Risonanza Magnetica.

Neuro

Oltre a tutte le sequenze di acquisizione standard, il sistema è dotato della tecnica Magnetization Transfer, FLAIR e TI FLAIR. Quest'ultima sequenza è una sequenza di tipo FSE che presenta una migliore pesatura in TI congiuntamente ad una migliore risoluzione spaziale con tempi di acquisizione più brevi rispetto alla classica FSE. La TI FLAIR permette di contraddistinguere molto più chiaramente rispetto alla classica Spin Echo tra la materia bianca e la materia grigia, inoltre, permette un'eccellente soppressione del flusso cerebrospinale. La TI FLAIR ottima per studi della cervicale in alta risoluzione è applicabile anche alla colonna e al cranio. Il Sistema è dotato di una nuova sequenza la FR-FSE (Fast Recovery Fast Spin Echo) basata sulla tecnica FSE, con "impulso di riconversione" addizionale. Tale tecnica permette di diminuire sensibilmente il TR minimo mantenendo il medesimo contrasto, di aumentare il SNR, permettendo di conseguenza anche un tempo di scansione ridotto o una maggiore risoluzione spaziale. HDxt comprende anche il software di acquisizione e post elaborazione neurofunzionale. Il software ECHOPUS per l'utilizzo di tecniche di acquisizione/ricostruzione del tipo Echo Planar Single-Shot per l'imaging della diffusione, sia con contrasto di tipo T2 che di tipo FLAIR. Con acquisizioni ripetute con diversi valori di "b" si può ricostruire un'immagine del parametro fisiologico ADC (Apparent Diffusion Coefficient), da visualizzare con tecnica dei falsi colori tramite idoneo software di post-elaborazione presente in base sulla console principale. La dotazione prevede l'imaging della perfusione con acquisizione di immagini EPI ad elevata risoluzione temporale. Applicazioni neurologiche per l'imaging dell'infarto cerebrale e per l'imaging di pazienti poco collaboranti. Sono presenti in base le tecniche per la visualizzazione dell'attivazione cerebrale (BOLD). Il pacchetto 3D Fiesta Plus è un software dedicato all'acquisizione di dati ad alta risoluzione nel distretto cerebrale mediante sequenza "3D Fiesta", che si basa su tecnica "Steady State Free Precession". Visualizzazione ottimale del contrasto relativo al rapporto T1/T2 (liquido cefalo rachidiano, canale uditivo interno) 3D Fiesta plus comprende anche la sequenza FIESTA-C (fa parte del pacchetto 3D fiesta plus) La sequenza Phase-Cycled Fast Imaging Employing Steady-State Acquisition (FIESTA-C) è una sequenza 3D di ultima generazione che permette di ottenere immagini fortemente T2 pesate con elevato rapporto segnale/rumore, ideale per studio ad alta risoluzione dei meati acustici interni e del canale spinale cervicodorsale-lombare (Mielo-RM) Come ulteriori moduli di applicazioni NEURO sono disponibili anche i moduli:

- **COSMIC:** COSMIC-Coherent Oscillatory State acquisition for Manipulating of Image Contrast COSMIC è una tecnica di imaging 3D specificatamente disegnata per gli studi del tratto cervicale della colonna. Il caratteristico contrasto pesato sul segnale dei fluidi consente una migliore visualizzazione delle radici dei nervi nel tratto cervicale e dei dischi intervertebrali. HDxt è dotata, nella configurazione offerta, anche della tecnica PROPELLER. Propeller (Periodically Rotated Overlapping Parallel Lines with Enhanced Reconstruction): una tecnica di acquisizione che utilizza un metodo rivoluzionario di raccolta dati basato sulla sequenza FSE per la minimizzazione degli artefatti da movimento ed altri tipi di artefatto

(susceptibilità magnetica). Il nome di tale tecnica riflette il modello di riempimento dei dati del K-spazio che vengono acquisiti in modo radiale in una sorta di elica che ruota nel K-spazio fino a che l'acquisizione dell'immagine non sia completa. Poiché questa sorta di elica ha come perno il centro del K-spazio, l'immagine risultante presenta la totale assenza artefatti da movimento, ed ha un elevato SNR. L'impiego combinato con sequenze per la diffusione permette di minimizzare gli artefatti da susceptibilità magnetica. La tecnica PROPELLER può essere utilizzata per ottenere immagini prive di artefatti da movimento con tecniche FSE sia con pesatura T2 sia con tecniche FLAIR.

- **MERGE:** una tecnica Multiple Echo Recall Gradient Echo. Si tratta di una sequenza Fast Gradient Echo 2D che ad echi multipli che genera una pesatura T2*. MERGE trova utilizzo nello studio del midollo, in particolare del tratto Cervicale della colonna, per enfatizzare il contrasto tra materia grigia/bianca. Utile per lo studio della sclerosi multipla e patologie degenerative.
- **BRAVO** sta per “BRAIn VOLume imaging” consente di realizzare esami extrarapidi dell'encefalo in meno di 1/3 del tempo normalmente richiesto, con un contrasto ottimale tra materia bianca e grigia. La tecnica utilizza voxel isotropico di 1mmx1mmx1mm sfruttando al massimo le tecniche di parallel imaging.
- **BODY:** oltre le sequenze standard (T1, T2, 2D, 3D, con trigger, single shot, Colangio, ...) il sistema integra un pacchetto body avanzato, un pacchetto cardio morfologico\funzionale ed un pacchetto dedicato per l'esame della mammella. Il pacchetto body include alcune tecniche che illustriamo di seguito:
 - FRFSEOPT
 - FGRE-DUAL
 - FAME
 - FIRM
 - Tecnica per lo screening Body
- **FRFSEOPT:** Tecnica basata su FSE-XL permette esami a respiro trattenuto in 20 sec (10 sec con ASSET x2), acquisizioni pesate in T2 con” Blurring cancellation” e riduzione degli artefatti da movimento. Tale tecnica consente l'acquisizione di immagini con una pesatura T2 superiore ed una maggiore risoluzione spaziale, minimizzando gli artefatti.
- **FGRE-DUAL:** tecnica per acquisizione simultanea di due immagini pesate T1, con acqua\grasso “in fase” è fuori fase” ottenute durante un respiro trattenuto singolo (circa 20 sec acquisizione, 10 sec con ASSET x2). 3D FAME (Fast Acquisition Multi phase Enhanced GRE): sequenza multifasica FSPGR con soppressione del grasso mediante tecnica SPECIAL, ideale per lo studio di fegato, pancreas, reni e surreni ad elevata risoluzione spaziale. Il voxel, quasi isotropico, consente la riformattazione nei 3 piani dello spazio: possibilità di calcolo della volumetria epatica.
- **FIRM** (Fast acquisition Insensitive to Respiratory Motion): sequenza 2D FSPGR T1 pesata, capace di acquisire 1 slice in meno di 1 secondo, rendendo perciò la sequenza insensibile al movimento respiratorio. L'utilizzo di un impulso IR-Prepped migliora il contrasto T1 delle immagini. Ideale per pazienti non collaboranti.
- **LAVA:** (Liver Acquisition Volume Acceleration) tecnica avanzata per acquisizioni multifase a livello dell'addome. L'utilizzo delle sofisticate tecniche di imaging parallelo multidimensionale e ricostruzione GEM, consente l'applicazione di fattori di accelerazione multidirezionali, garantiscono un'ulteriore riduzione dei tempi di scansione, a parità di matrice, a beneficio del confort del paziente (apnee più contenute) oppure una più ampia copertura oppure una risoluzione spaziale più spinta. LAVA produce immagini volumetriche con elevata copertura in una singola apnea. Adotta tecniche avanzate di sovracampionamento del centro dello spazio K a densità di campionamento variabile

abbinata ad una calibrazione incorporata nella fase di acquisizione in grado di spingere al massimo la velocità di acquisizione sfruttando pienamente il parallel imaging. Le sequenze SSFSE (Single shot FSE) and Enhanced MRCP sono sequenze ultrarapide (in base nella configurazione proposta) ideali per acquisizioni addominali o pediatriche che debbano essere insensibili al movimento.

Cuore

Nelle indagini cardiache, in base segnaliamo la sequenza FAST GRE/SPGR, che viene utilizzata nell'applicazione FASTCARD che permette un'acquisizione con "segmentazione del piano k" per ottenere immagini di strato singolo o multistrato di più fasi cardiache in esami a respiro trattenuto.

Il modulo CINE PLUS è dotato di componenti hardware e software che assicurano un ampliamento delle prestazioni del sistema SIGNA con particolare riferimento all'imaging cardiologico funzionale; l'uso di sequenze ultrarapide con acquisizione di un elevato numero di immagini aggiunge nuove possibilità all'imaging tradizionale. Sono inoltre presenti su HDX ulteriori tecniche specifiche di applicazioni cardioRM per esami avanzati:

- **BLACK-BLOOD:** analisi morfologica a sangue nero con sequenza IR-FSE e possibilità di doppio o triplo impulso di inversione (per soppressione grasso). Valutazione morfologica delle masse cardiache, di infiltrazioni di grasso nel miocardio, coronarie a sangue nero, visualizzazione delle valvole cardiache, ecc.
- **FAST CINE:** studio della funzione cardiaca. Acquisizione del cuore con massima copertura anatomica 8-10 sec di acquisizione (imaging parallelo). Imaging dinamico con visualizzazione completa dell'intervallo R-R. Ideale per valutazione delle masse, del fattore di eiezione, ecc.
- **FIESTA 2D FAT SAT:** acquisizione di immagini cardiache ad alta risoluzione temporale mediante sequenza "2D Fiesta", che si basa su tecnica "Steady State Free Precession". Elevato contrasto tra il sangue e la parete cardiaca.
- **SOFTWARE "i DRIVE PRO PLUS"** Software per acquisizione ed elaborazione delle immagini in tempo reale con tecnica 2D Gradient Echo. Interattività con l'operatore nella scelta dei parametri di acquisizione per la selezione ottimale dei piani di acquisizione, con la massima flessibilità e velocità anche per anatomia complessa come le arterie coronarie. Sottolineiamo che HDxt è dotato di serie del Vector Cardiogram. Tale dispositivo permette di sincronizzare la RM con il segnale ECG elaborato da un sistema vettoriale che rende la lettura del segnale ECG insensibile ai disturbi generati dalla rapida commutazione dei gradienti. I sistemi di lettura ECG convenzionali sono infatti suscettibili alla commutazione dei gradienti e spesso non sono in grado di "agganciare" il segnale ECG correttamente, anche se gli elettrodi sono posizionati in maniera oculata. Per ovviare all'inconveniente i dispositivi convenzionali "memorizzano" la cadenza del battito e, in assenza di segnale ECG, "ipotizzano" la presenza del battito memori dell'andamento sino al momento registrato. Nel caso di pazienti aritmici, però, il sistema convenzionale fallisce nel funzionamento, mentre il sistema VCG, invece, è in grado di "agganciare" il 100% dei battiti e di operare correttamente anche in presenza di aritmie.

Angio

Oltre alle tecniche classiche TOF e PC, il sistema è corredato del software SmartAngio, specializzato per angiografia RM in 3D "Contrast-Enhanced", particolarmente in ambito addominale e periferico. La tecnica di "Elliptic Centric del k-spazio" permette di ottimizzare la tempistica delle fasi dell'acquisizione per trarre il massimo segnale dai vasi sfruttando al meglio

l'effetto dovuto al bolo di mezzo di contrasto. Sono possibili grazie all'acquisizione ellittica esami ad alta risoluzione in fase arteriosa senza segnale di ritorno venoso. La Tecnica "Navigator Echo" parte integrante del sw smartangio2000 permette il monitoraggio della dinamica del bolo di mezzo di contrasto e la sincronizzazione automatica con quest'ultimo. In alternativa al software smartangio, può essere utilizzata la tecnica Fluoro Triggering: con visualizzazione in tempo reale del mezzo di contrasto e attivazione della scansione dalla consolle operatore. è richiesto meno di un secondo per passare dalla visualizzazione del mezzo di contrasto all'acquisizione vera e propria. Il software 3D Surface Rendering permette all'operatore delle ricostruzioni in 3D volume Surface rendering. Il programma permette di realizzare modelli di superfici e strutture multipli anche con impiego di colori. La tecnica TRICKS è dedicata all' acquisizione di esami 3D CE-MRA a segmentazione ellittica della matrice del k-spazio. Tricks consente di ottenere immagini ad elevata risoluzione temporale senza compromessi in risoluzione spaziale. Ideale per studi multifasici di MAV, fistola artero-venosa, angio dei Tronchi sovraortichi e Poligono di Willis, di vascolarizzazione degli arti superiori e inferiori. Il sw permette la sottrazione automatica tra le serie dinamiche e la serie mask. Il calcolo della risoluzione temporale, a seguito della segmentazione del k-spazio, viene calcolato e visualizzato automaticamente consentendo l'ottimizzazione dei parametri di eTRICKS per l'applicazione selezionata.

Imaging Parallelo

Il sistema è corredato in base del software ASSET (Array Spatial Sensitivity Encoding): tecnica innovativa di acquisizione specializzata per "parallel imaging". Un particolare algoritmo permette di misurare il profilo di sensibilità spaziale di ogni singolo ricevitore Phased Array e acquisire sottocampionando i dati nel "k-space" in modo da ridurre i tempi; nella fase di ricostruzione i dati vengono "ricombinati" per ottenere un'immagine corretta dell'anatomia in esame. Particolarmente utile in applicazioni dedicate in ambito neuro e toraco-addominale a respiro trattenuto, vascolare, cardiache. La tecnica è compatibile con la maggior parte delle sequenze di acquisizione e permette una sensibile riduzione del tempo di scansione e una diminuzione dell'effetto di blurring. L'impiego di ASSET associato ad una sequenza di acquisizione può comunque essere utilizzata anche per aumentare la risoluzione spaziale o temporale, o il numero di strati, fermo restando ad esempio i tempi di acquisizione. L'applicazione che trae maggior vantaggio dalla tecnica ASSET rimane senza dubbio l'Angio con mezzo di contrasto in cui l'elevato SNR a disposizione permette di trarre il giusto compromesso di velocità, risoluzione spaziale e temporale; ad ogni modo con l'introduzione delle bobine ad elevata densità di elementi è possibile avere un ottimo compromesso anche per tutte le altre tecniche di indagine diagnostica che necessitano acquisizioni ultra-veloci.

OPTIMA HDXT NELLE APPLICAZIONI CLINICHE

La velocità di acquisizione è determinata dal sistema di trasmissione ottimizzato, dalla ricezione multicanale che può trasformare il maggior SNR a disposizione in acquisizioni più rapide operando sui parametri di acquisizione (Es. Numero di eccitazioni) oppure utilizzando l'imaging parallelo (ASSET). Le tecniche di imaging parallelo proposte, abbinata alla tecnologia multicanale adottata, grazie anche all'elevata densità di elementi nelle bobine, assume un'importanza rilevante, sia in termini di velocità di acquisizione (può permettere fattori di accelerazione 2, 3, 4,) mantenendo comunque un elevato SNR, sia in termini di riduzione di artefatti da suscettibilità ad esempio in esami della diffusione con sequenza EPI. Inoltre il pre-scan e la ricostruzione delle immagini divenuti rapidissimi grazie al nuovo hardware, permettono di aumentare la produttività in modo esponenziale. Unitamente a quanto detto, la

produttività può essere aumentata notevolmente con l'utilizzo di un secondo lettino; la preparazione del paziente successivo può avvenire durante l'acquisizione in corso. Questo punto assume maggiore rilievo nelle applicazioni cardiologiche in cui vanno posizionati elettrodi e gating vari (ulteriormente ottimizzati nel Optima HDxt rispetto al passato) con un conseguente dispendio di tempo. La tecnologia Optima HDxt è caratterizzata da un'aumentata risoluzione temporale che va a colmare uno degli aspetti in cui la risonanza magnetica (come metodica) è più carente. L' hardware, ma soprattutto le applicazioni specifiche sviluppate in esclusiva da GE hanno incredibilmente migliorato la capacità di apprezzare eventi temporalmente molto ravvicinati. Ne è un esempio l'imaging cardiaco funzionale dove maggiori sono le fasi cardiache di un intervallo R-R evidenziabili maggiori sono i dettagli temporali della contrazione cardiaca.

Per ogni ulteriore informazione è possibile contattare Fora S.p.A.



fora[®]

Healthcare Provider

