

3D Imaging: SPACE

- وقتی MR به تازگی وارد بالین شده بود، تصویربرداری اسپین اکو دو بعدی 2D SE رایج ترین تکنیک اسکن بود. یک مزیت تصویربرداری SE این است که از آرتیفکت های ناشی از ناهمگنی میدان مغناطیسی، مصون می باشد. تصویربرداری 3D SE به دلیل زمان اسکن طولانی نتوانست استقبال گسترده ای را کسب کند. یک مزیت این روش اسکن، امکان بازسازی تصاویر با رزولوشن بالا است.
- با ظهور تصویربرداری turbo spin echo (TSE) یا fast spin echo (FSE)، تصویربرداری سه بعدی امکان پذیر شد. با این حال، در این روش ها SAR بیمار بالا می رفت و برای بیمار مضر بود به ویژه در 3T.
- چند نوع تکنیک FSE با هدف کاهش SAR بیمار با کاهش زاویه تلنجر refocusing pulse معرفی شدند.
- SPACE یک تکنیک Fast (Turbo) spin echo است که طوری modify شده است که این روش را برای تصویربرداری سه بعدی ایزوتروپیک بعینه می کند. اصطلاح ایزوتروپیک بدان معنی است که وکسلهای ایجاد شده توسط 3D acquisition در هر جهت اندازه یکسانی دارند، مثلا $0.6 \text{ mm} \times 0.6 \text{ mm} \times 0.6 \text{ mm}$ ، که اجازه بازسازی تصاویر با رزولوشن برابر از هر جهت را می دهد.
- در تکنیک SPACE، از پالسهای nonselective refocusing برای دستیابی به echo spacing بسیار کوتاه (حداقل ۳ میلی ثانیه) استفاده می شود که طول قطار اکو^۱ را به < 300 می رساند، هنگامی که در ترکیب

^۱ echo train lengths

با parallel imaging استفاده می شود امکان تصویربرداری 3D با رزولوشن بالا در یک زمان اسکن قابل قبول را فراهم می کند. این رویکرد از نظر بالینی به ویژه در مناطقی با جزئیات آناتومیک پیچیده، از جمله ستون فقرات، سیستم اسکلتی عضلانی (زانو، مچ، مچسک) و مغز (کانال گوش داخلی) سودمند است. برای تشخیص ضایعات کوچک مانند پلاک های MS، تصویربرداری SPACE از تصویربرداری دو بعدی با ضخامت نازک برش (۳ میلیمتر) برتر است.

○ CUBE نام GE سکانس SPACE است و VISTA^۲ نسخه فیلیپس و isoFSE نسخه هیتاچی این تکنیک است. نام SPACE در Canon، 3D MVOX می باشد. زیمنس با انتخاب نام SPACE شاید خلاق ترین نام را برگزید "Sampling Perfection with Application optimized Contrasts using different flip angle Evolution".

۲ Volume ISotropic Turbo spin echo Acquisition

All are isotropic 3D fast (turbo) spin echo sequences optimized for half Fourier parallel imaging, with long echo trains, low flip angles, and low specific absorption rates

- پیاده سازی تکنیک SPACE در بین تولید کنندگان متفاوت است ، اما این موارد مشترک می باشد:
- تصویربرداری سه بعدی اسپین اکوی سریع^۳
- طول قطار اکو بسیار طولانی^۴ ، به طور معمول ۱۰۰-۲۵۰ اکو
- فاصله اکو بسیار کوتاه^۵ ، به طور معمول ۳-۴ میلی ثانیه
- پالسهای هم فاز کننده ی غیر انتخابی^۶
- کاهش زاویه های تلنجر (ممکن است ثابت باشد اما معمولاً متغیر است ، به طور معمول ۳۰ تا ۱۲۰ درجه)
- تصویربرداری parallel acquisition برای کاهش زمان تصویربرداری
- تصویربرداری Partial Fourier با zero-interpolation برای کاهش زمان تصویربرداری
- فضای k با نمونه برداری در هر دو جهت in-plane و through-slab phase-encode directions
- امکان تصویربرداری با وزن T1 ، T2 ، PD یا وزن شبیه FLAIR برای تصویربرداری از مغز و نخاع

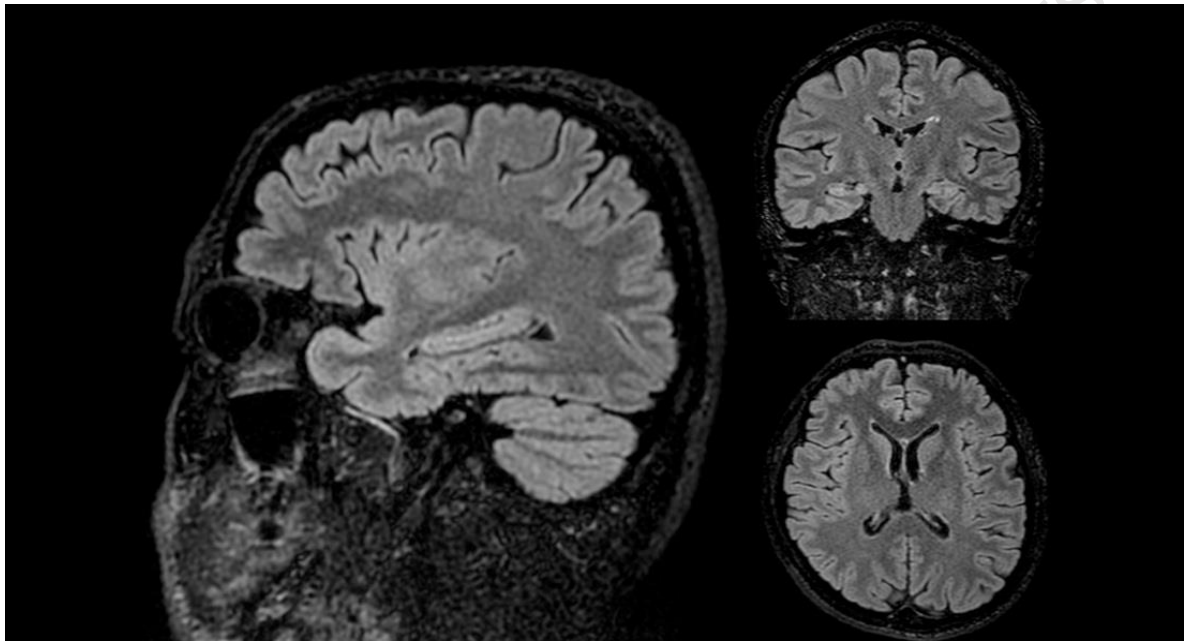
۳ 3D-fast (turbo) spin echo acquisition

۴ Very long echo train lengths

۵ Ultrashort echo spacing

۶ Non-selective refocusing pulses

- زمان تصویربرداری معقول (۵-۱۰ دقیقه)
- روش SPACE، علاوه بر کاهش SAR، امکان تصویربرداری حجمی و بهینه سازی CNR را فراهم می آورد.



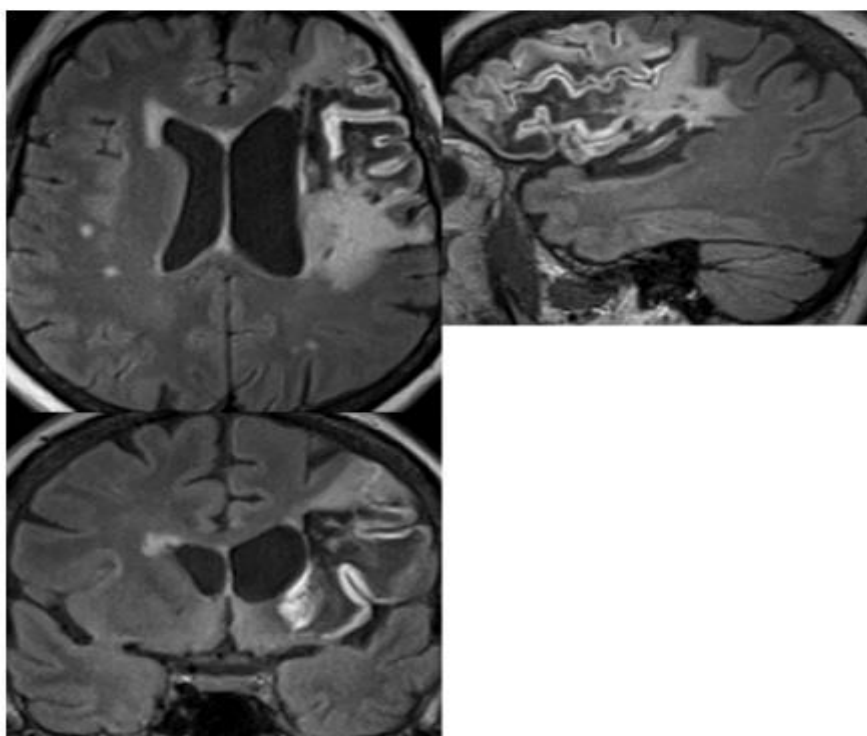
T2-FLAIR-CUBE brain images

- این شکل یک تصویربرداری SPACE با وزن T2 از ستون فقرات گردنی را نشان می دهد. زمان اسکن ۶ دقیقه (با استفاده از parallel imaging با فاکتور ۳) با رزولوشن مکانی $0.8 * 0.8 * 0.8$ میلی متر. رزولوشن ایزوتروپیک اجازه می دهد تا تصاویر با رزولوشن بالا در هر صفحه دلخواه اگزیاال یا ساژیتال، با ضخامت اسکن ۱.۵ میلی متر داشته باشیم.



T2 SPACE, disk herniation.

- شکل زیر یک تصویربرداری SPACE از مغز با کنتراست شبیه FLAIR در بیمار مبتلا به انفارکتوس مزمن می باشد که در این تصویر نواحی با شدت بالا و پایین سیگنال به ترتیب gliosis و tissue loss را نشان می دهد. تصاویر اگزیتال، ساژیتال و کرونال ۱،۵ میلی متر نشان داده شده است، زمان acquisition ۶،۵ دقیقه (با استفاده از parallel imaging با فاکتور ۲) و با ابعاد و کسل ۱*۱*۱ می باشد.



FLAIR SPACE, chronic MCA infarct.

منبع:

The Physics of Clinical MR Taught Through Images ○

<http://mriquestions.com/dess.html> ○

گروه آموزشی سیستم های تصویربرداری پزشکی کمی (QMISG)

تهران، بلوار کشاورز، مجتمع بیمارستانی امام خمینی، ساختمان پرویز کابلی، مرکز تحقیقات تصویربرداری سلولی و مولکولی



<https://telegram.me/QMISG>



تلفن: ۰۲۱-۶۶۵۸۱۵۰۵ همراه: ۰۹۱۰۵۸۷۱۱۸۲ وبسایت: www.qmisg.com