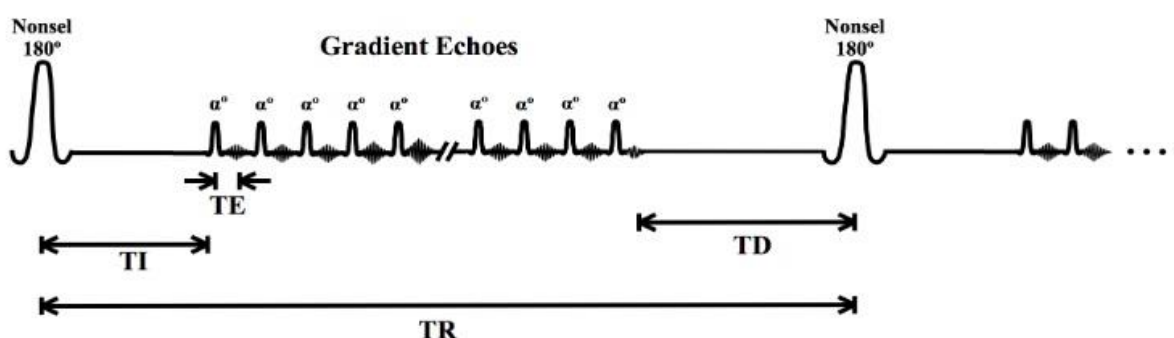


## 3D Imaging: MP-RAGE

- در TurboFLASH (FSPGR, TFE) از 2D به 3D اثر پالس inversion که در ابتدای acquisition اعمال می شود در حین acquisition از بین می رود که به دلیل تعداد زیاد پالس های تحریکی و زمان نسبتاً طولانی 3D acquisitions است که این مسئله می تواند با تکرار پالس inversion در تکنیکی به نام magnetization-prepared rapid gradient echo (MP-RAGE) رفع شود.
- همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است، MP-RAGE شامل یک پالس وارونگی غیر انتخابی<sup>۱</sup> (180°) درجه) است که به دنبال آن مجموعه ای از گرادیان اکوها در TE کوتاه (۲-۴ میلی ثانیه) و زاویه تلنگر کوچک (5-12°) بدست می آید. معمولاً برای این تکنیک یک TI متوسط ۶۰۰-۹۰۰ میلی ثانیه و TR طولانی تقریباً ۲۰۰۰ میلی ثانیه استفاده می شود.



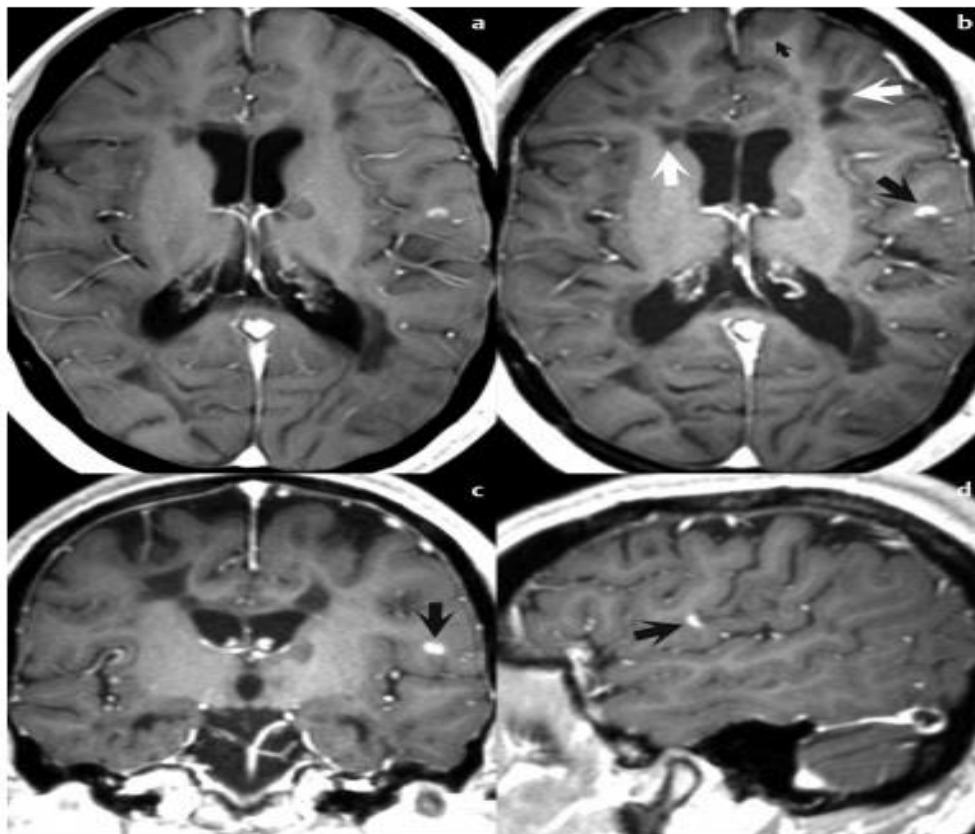
Schematic of the MP-RAGE sequence

<sup>۱</sup> non-selective (180°) inversion pulse

- پس از پالس ۱۸۰ درجه  $M_z$  non-selective معکوس می شود و با مکانیسم آسایش  $T_1$  در بازه زمانی  $T_1$  بازیافت می شود و سیگنال زمانی با استفاده از یک spoiled GRE ("Turbo-FLASH") با زاویه تلنگر پایین بدست می آید.
- کنتراست MP-RAGE به شدت با کنتراست  $T_1$  تعیین می شود، اما دانسیته پروتونی و اثرات  $T_2^*$  روی آن تاثیر می گذارد. استفاده از پهنای باند بالا<sup>۱</sup> و دوره ی جمع آوری داده ی کوتاه<sup>۲</sup> باعث کاهش اثرات susceptibility از جمله eddy currents مرتبط با فلز می شود. این روش به عنوان یک روش ایزوتروپیک برای تصویربرداری از مغز با وزن  $T_1$  استفاده می شود.
- MP-RAGE برای تصویربرداری با وزن  $T_1$  چندین مزیت دارد. برخلاف تصویربرداری 2D مولتی اسلایس، کدگذاری slab در 3D acquisitions در MP-RAGE، امکان تصویربرداری با برش های نازک و continuous coverage را در یک زمان اسکن مناسب (۵ دقیقه یا کمتر در 3 T) فراهم می کند. وارونگی مغناطش<sup>۳</sup> اجازه می دهد تا کنترل بهتری بر وزن  $T_1$  وجود داشته باشد و کنتراست  $T_1$  بزرگتر و بهتری در مقایسه با تصویربرداری اسپین اکو و 2D گرادیان اکو داشته باشیم.

<sup>۱</sup> high bandwidth<sup>۲</sup> short data collection period<sup>۳</sup> Inversion of the magnetization

- در شکل زیر تصاویر اگزیکال با وزن T1 بعد از تزریق کنتراست به روش 2D گرادیان اکو (a) و MP-RAGE (b) یک زن ۲۸ ساله با ۷ سال سابقه MS می بینیم. تعداد زیادی پلاک MS با شدت سیگنال کم، در اطراف بطن ها و ماده سفید مغز مشاهده می شود. توجه داشته باشید که کنتراست T1 بهتر در MP-RAGE (b)، تمایز بهتر بین ماده سفید و خاکستری (فلش کوچک سیاه) و نمایش بهتر پلاک MS (فلش سفید) را در پی خواهد داشت.



Multiple sclerosis, comparison of 2D GRE and MP-RAGE post-contrast.

- زمان اسکن به ترتیب ۱:۵۲ دقیقه:ثانیه در (2D GRE) و ۳:۵۲ دقیقه:ثانیه در (MP-RAGE) بود. در 2D acquisition ضخامت برش ۴ میلی متر بود و رزولوشن in-plane ۰.۸۶\*۰.۸۶ میلی متر بود. اسکن سه بعدی با ابعاد و کسل ۱\*۱\*۱ میلی متر به دست آمد. اسکن اگزیاال با ضخامت برش ۱,۵ میلی متر بازسازی شد.
- مهمترین مزیت این نوع acquisition ایزوتروپیک، قابلیت بازسازی تصاویر با رزولوشن بالا در همه ی صفحات است، همانطور که در (b) و (c) نشان داده شده است. تصاویر بازسازی شده ۱,۵ میلیمتری ساژیتال و کروئال. بنابراین، تصاویر با رزولوشن بالا در همه صفحات در عرض ۳:۵۲ دقیقه:ثانیه در دسترس هستند. این در حالی است که اسکن 2D GRE که با نصف همین زمان به دست آمده است فقط تصاویر اگزیاال را ارائه می دهد. پلاک فعال MS (فلش بزرگ سیاه) با افزایش کنتراست در هر سه صفحه مشاهده می شود.

- با هر دو دستگاه ۱,۵ تسلا و ۳ تسلا امکان تصویربرداری MP-RAGE با رزولوشن بالا وجود دارد.
- به هر حال در استفاده از این تکنیک با محدودیت هایی مواجه هستیم:
- MP-RAGE یک تکنیک گرادیان اکو است و بنابراین آرتیفکت های ناشی از فلزات بیشتر از روش اسپین اکو خود را نشان می دهند. بسته به انتخاب پارامترهای پالس، نمایش enhancement ضایعات ممکن است در MP-RAGE در مقایسه با یک سکانس اسپین اکو معمول یا سکانس اسپین اکو سریع مثل SPACE ضعیف باشد.
- در تصویربرداری بالینی در ۱,۵ تسلا، زمان نسبتاً طولانی روش MP-RAGE از استفاده گسترده از آن در بررسی های روتین مغز جلوگیری کرده است. با این وجود در ۳ تسلا، تصاویر MP-RAGE با کیفیت بالا و وزن تصویری خوب T1 در یک زمان معقول تولید می شوند و منجر به استفاده گسترده از این روش با دستگاه ۳ تسلا شده است.

منبع:

- The Physics of Clinical MR Taught Through Images