SCIENCE AZMOON

تکنیک ها و جنبه های بالینی

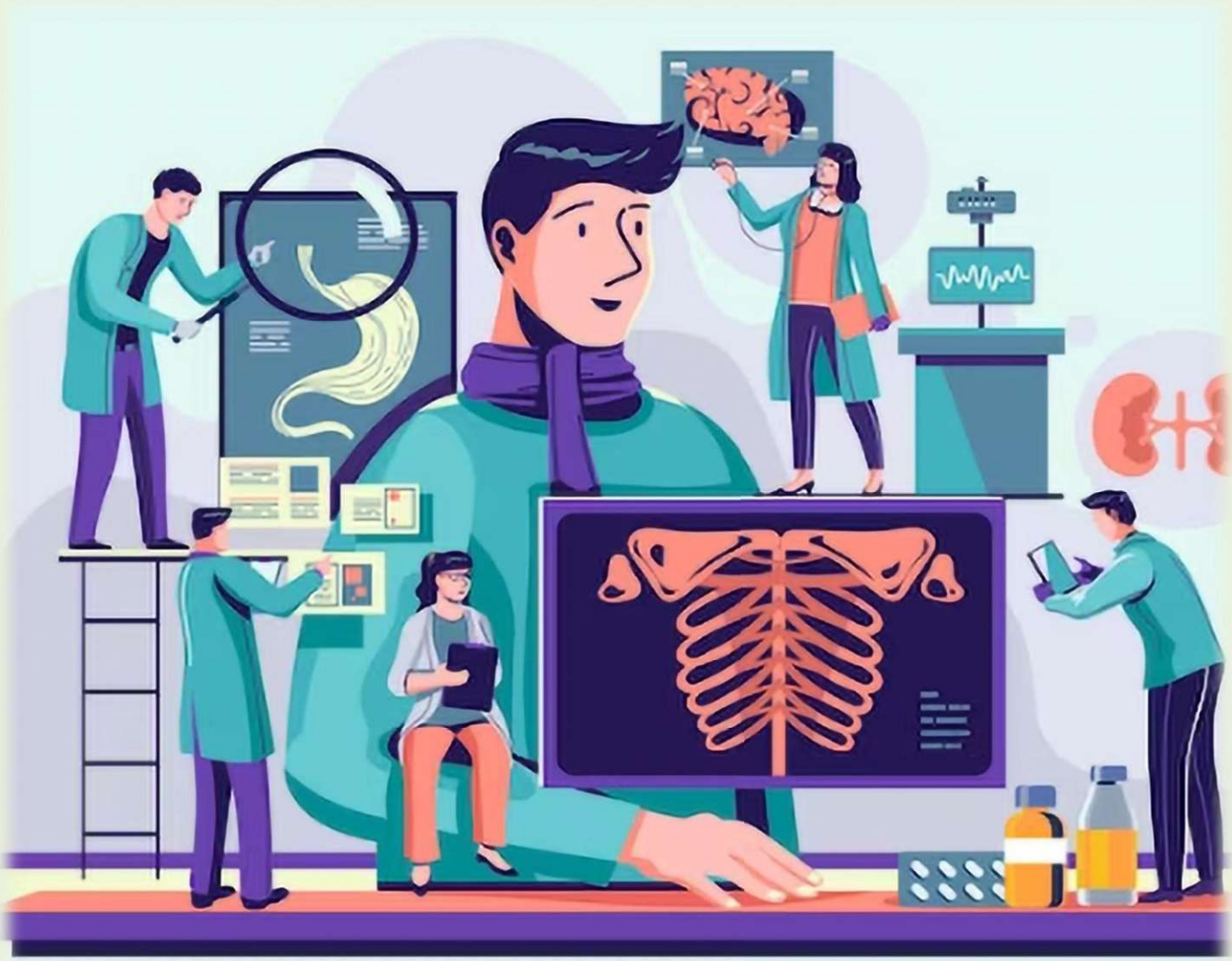
MRI

قابل‌استفاده برای داوطلبان آزمون

کارشناسی‌ارشد فناوری تصویربرداری پزشکی

تالیف و گردآوری: عرفان ساعت چیان

دانشجوی دکترای تخصصی فیزیک‌پزشکی



تکنیک‌هاو جنبه های بالینی MRI

خلاصه مدون رفرنس های اصلی تکنیک MRI

قابل‌استفاده داوطلبان آزمون کارشناسی‌ارشد فناوری‌تصویربرداری‌پزشکی

گروه آموزشی ساینس آزمون

شرکت نوآفرینان علم آزمون

t.me/scienceazmoon1

https://www.scienceazmoon.com

حقوق مالکیت مادی و معنوی

کلیه حقوق مادی‌ومعنوی اثر متعلق به شرکت نوآفرینان علم آزمون می‌باشد و هرگونه تکثیر، بازنویسی و یا برداشت به هر نحوی (الکترونیکی، فتوکپی، عکس و فیلم و موارد مشابه) چه از متن کامل و یا جزئی از آن، مجاز نبوده و منجر به پیگرد قانونی می‌باشد.

اصول مقدماتی

پارامترها و تعامل بین آن ها

نسبت سیگنال به نویز (SNR)

⚠ نسبت سیگنال به نویز به عنوان نسبت دامنه ی سیگنال دریافتی از کویل به دامنه نویز تعریف می شود.

این سیگنال همان ولتاژ القا شده در کویل گیرنده است، و نویز مقدار ثابتی است که به ناحیه مورد آزمون و نویز الکتریکی ذاتی سیستم بستگی دارد.

SNRممکن است با استفاده از فاکتورهای زیر افزایش یابد :

- توالی پالس های اسپین اکو (SE) و اسپین اکوی سریع(FSE)
- زمان تکرار بلند (TR) و زمان اکوی کوتاه
- (TE) زاویه انحراف ۹۰ درجه
- کویلی با اندازه مناسب برای ناحیه مورد نظر و درست تنظیم شده
- ماتریس بزرگ
- FOV بزرگ
- مقاطع ضخیم
- باریکترین پهنای باند قابل استفاده استفاده از بیشترین میانگین های سیگنال و بیشترین تعداد تحریک های (NEX/NSA) ممکن.
  - NEX کم، ۱ یا کمتر از ۱ می باشد
  - NEXمتوسط ۲ یا ۳ می باشد
  - NEXزیاد یا متعدد، ۴ یا بیشتر از ۴ می باشد

نسبت کنتراست به نویز (CNR)

⚠ نسبت کنتراست به نویز به عنوان اختلاف SNR بین دو ناحیه مجاور تعریف می شود.

این نسبت با همان فاکتورهایی که بر SNR اثر میگذارند کنترل می شود. همه ی آزمون ها باید تصاویری را ایجاد کنند که CNR خوبی را بین پاتولوژی و آناتومی نرمال اطراف نشان دهند. بدین ترتیب پاتولوژی به خوبی نشان داده می شود.

CNRبین پاتولوژی و دیگر نواحی مجاور را میتوان با موارد زیر افزایش داد:

- استفاده از عوامل کنتراست
- به کارگیری توالی های T2 weighted
- سرکوب بافت های نرمال از طریق سرکوب بافت یا توالی هایی که سیگنال حاصل از بافتهای خاصی را خنثی می کنند: مثل Fluid Attenuated Inversion Recovery (FLAIR)، Short TI inversion recovery (STIR)
- استفاده از توالی هایی که منجر به بهتر دیده شدن flow میشوند به طور مثال time of flight (TOF)

تکنیک های سرکوب

CNRرا می توان با استفاده از سیکنال سرکوب شده از بافت هایی که دارای اهمیت نمی باشند افزایش داد. بنابراین بافت هایی که حائز اهمیت هستند بهتر دیده می شوند. علاوه بر توالی پالس هایی مثل STIR و FLAIR چند تکنیک دیگر وجود دارند که این امر را نیز برای ما میسر میسازن.

Chemical pre-saturation: قبل از پالس تحریک اصلی، پالس اشباع ۹۰ درجه ای در فرکانس تقدیمی خاصی از چربی یا آب به داخل FOVارسال می شود که در نتیجه آب یا چربی اشباع می شوند. در نتیجه در هنگام خوانده شدن اکو، سیگنالی دریافت نمی گردد.

Spectral pre-saturation : از پالس اشباع با بزرگی بیشتر از ۹۰ درجه استفاده می شود و بردار مغناطیسی دریافت همانند inversion recoveryمعکوس می شود.

Dixon technique (2-point or 3-point) : تصویری بازسازی شده فقط از پروتون های آب کسب می شود. این تصاویر شبیه تصاویر تکنیک های pre-saturation توضیح داده شده در بالا هستند ولی به شیفت شیمیایی بین چربی و آب (اختلاف در فرکانس تقدیمی بین آنها) وابسته هستند .

⚠ تصاویر بسته به این که آیاmagnetic moment های آب و چربی نسبت به هم غیر همفاز یا هم فاز هستند جمع آوری می شوند برخلاف تکنیک های اشباع این تکنیک ها را می توان بعد از تزریق گادلینیوم و در هر شدت میدان مغناطیسی مورد استفاده قرار داد و روش سرکوب بافت بسیار قوی ای می باشد.

قدرت تفکیک فضایی

⚠ قدرت تفکیک فضایی قدرت تفکیک فضایی قابلیت افتراق بین دو نقطه به صورت واضح و مجزا می باشد.

قدرت تفکیک فضایی به وسیله ی اندازه ی وکسل کنترل می شود.

قدرت تفکیک فضایی ممکن است با انتخاب عوامل زیر افزایش یابد:

- مقاطع نازک
- ماتریس های کوچک
- FOV کوچک

فاکتورهای مذکور برای FOV مربعی فرض می شود. یعنی اگر از ماتریس فرد استفاده شود پیکسلهای تصویر مستعطیلی شده و در نتیجه قدرت تفکیک کاهش می یابد. در بعضی از سیستم ها پیکسل های مربعی به کار می رود، طوری که ماتریس در جهت فاز اندازه FOV را در طول محور کدگذاری فاز تعیین می کند. بدین ترتیب رزولوشن به دلیل اینکه پیکسل ها همیشه مربعی هستند حفظ می شود. عیب این سیستم در اندازه FOV میباشد که ممکن است برای پوشش آناتومی مورد نیاز در جهت فاز کافی نباشد و همچنین SNR به دلیل استفاده از پیکسل های کوچکتر مربعی شکل اغلب کاهش می یابد.

بنابراین این سیستم ها گزینه ای دارند تا در شرایطی که پوشش آناتومی بیشتری مورد نیاز باشد یا اینکه SNR کم مشکل ساز نباشد FOV مربعی به کار گرفته شود.

در این کتاب هنگامی که در مورد قدرت تفکیک فضایی بحث می شود اصطلاحات و پارامترهای تقریبی زیر پیشنهاد می شوند:

عدد اول ماتریس فرکانسی و عدد دوم ماتریس فازی می باشد

ماتریس بزرگ coarse: ۱۲۸ × ۲۵۶ یا ۱۹۲ × ۲۵۶ می باشد.

ماتریس متوسط ۲۵۶ × ۲۵۶ یا ۲۵۶ × ۵۱۲ می باشد.

ماتریس کوچک ۵۱۲ × ۵۱۲ می باشد.

ماتریس خیلی کوچک، هر ماتریس ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ یا بیشتر می باشد

FOV کوچک معمولا کوچکتر از ۱۸سانتی متر می باشد

FOV بزرگ بزرگتر از ۳۰سانتی متر می باشد

مقطع – فاصله نازک: ۱–۱ تا ۱,۵–۴ میلی متر یا کمتر می باشد.

مقطع – فاصله متوسط: ۲,۵–۵ تا ۲,۵–۶ میلی متر می باشد.

مقطع – فاصله ضخیم: ۲–۸ میلی متر یا بیشتر می باشد.

زمان اسکن

⚠ زمان اسکن، مدت زمان لازم برای تکمیل جمع آوری داده ها است

زمان اسکن را میتوان با استفاده از عوامل زیر کاهش داد:

- TRکوتاه
- ماتریس بزرگ
- کمترین NEX/NSA ممکن

FOV

هنگامی که ناحیه مورد آزمون مستطیلی شکل باشد. مثل مقطع ساژیتال ستون فقرات استفاده از FOV مستطیلی / نامتقارن سودمندتر است

- ⚠ محور بلند مستطیل معمولا با محور کدگذاری فرکانس و محور کوتاه تر آن با محور کدگذاری فاز متناسب است.
- ⚠ این تناسب بسیار حائز اهمیت است چرا که آرتیفکتهای فازی خاصی مثل آرتیفکت ghosting و الایزینگ در طول محور کوتاه مستطیل ایجاد می شوند.
- این پارامتر با اندازه پیکسل رابطه مستقیم و با اندازه ماتریس رابطه عکس دارد.

تصمیم گیری

برای بهینه سازی کیفیت تصویر، داده ها باید SNR بالا و قدرت تفکیک خوبی داشته باشند و در زمان اسکن کوتاهی بدست آیند. ولی با این وجود این امر معمولا غیر ممکن است چون فاکتورهایی که باید برای بهبود SNR افزایش یابند ممکن است برای به دست آوردن قدرت تفکیک فضایی کاهش یابند.

- ⚠ انتخاب ماتریس نمونه ای از این حالت می باشد. برای به دست آوردن وکسل های بزرگ ماتریس بزرگ لازم است که این ماتریس بزرگ منجر به ایجاد SNR بالا می شود ولی با این وجود، ماتریس کوچک با وکسل های کوچک و SNR کم، نه تنها برای حفظ قدرت تفکیک فضایی خوب ضروری است بلکه زمان اسکن را نیز به دلیل انجام کدگذاری های فازی بیشتر افزایش می دهد.

- اپراتور باید تصمیم بگیرد کدام فاکتور SNR ،قدرت تفکیک یا زمان اسکن از همه مهم تر است و همان را بهینه سازد. یک یا هر دو فاکتور دیگر ممکن است قربانی فاکتور انتخاب شده شوند.
- به طور معمول بر اهمیت SNR خوب نسبت به سایر فاکتورها تاکید می شود. زیرا به عقیده ما اگر SNR ضعیف باشد ،داشتن تصویری با قدرت تفکیک خوب فایده ی چندانی ندارد.

انتخاب کویلی مناسب و به خوبی تنظیم شده به همراه دانسیته پروتونی ناحیه مورد آزمون نیز بسیار حائز اهمیت می باشد برای مثال وقتی قفسه ی سینه که دارای SNR کمی است مورد آزمون قرار می گیرد پارامترهایی که انتخاب می شوند باید SNR را تا حد ممکن بهینه سازند که در این صورت قدرت تفکیک و زمان اسکن قربانی می شوند.

- ⚠ اهمیت محدود کردن زمان اسکن برای تحمل بیمار نیز مورد بررسی قرار میگیرد اگر زمان اسکن طولانی شود، بیمار کم کم احساس ناراحتی می کند و تکان می خورد آرتیفکت حرکتی حاصل از این جابجایی، صرف نظر از ویژگی های قدرت تفکیک یا SNR تصاویر را خراب می کند. بنابراین بهتر است زمان اسکن تا حد قابل قبولی کاهش یابد اگر بیماران همکاری نکنند یا درد داشته باشند این روش ضرورت بیشتری پیدا می کند.

Parameter	Advantages	Disadvantages
TR increased	Increased SNR Increased number of slices per acquisition	Increased scan time Decreased T1 weighting
TR decreased	Decreased scan time Increased T1 weighting	Decreased SNR Decreased number of slices per acquisition
TE increased	Increased T2 weighting	Decreased SNR
TE decreased	Increased SNR	Decreased T2 weighting
NEX increased	Increased SNR of all tissues Reduced flow artefact due to signal averaging	Direct proportional increase in scan time
NEX decreased	Direct proportional decrease in scan time	Decreased SNR in all tissues Increased flow artefact due to less signal averaging
Slice thickness increased	Increased SNR in all tissues Increased coverage of anatomy	Decreased spatial resolution and partial voluming in slice select direction
Slice thickness decreased	Increased spatial resolution and reduced partial voluming in slice select direction	Decreased SNR in all tissues Decreased coverage of anatomy
FOV increased	Increased SNR Increased coverage of anatomy	Decreased spatial resolution Decreased likelihood of aliasing
FOV decreased	Decreased SNR in all tissues Decreased coverage of anatomy	Increased spatial resolution Increased likelihood of aliasing
Matrix increased	Increased spatial resolution	Decreased SNR if pixel size decreases. If pixel size remains the same, SNR will increase because more phase encodings are performed. Increased scan time
Matrix decreased	Increased SNR in all tissues if pixel size increases. If pixel size remains the same, SNR decreases as fewer phase encodings are performed. Decreased scan time	Decreased spatial resolution
Receive bandwidth increased	Decrease of minimum TE Decrease in chemical shift	Decreased SNR
Receive bandwidth decreased	Increased SNR	Increase in minimum TE Increase in chemical shift