

فصل پنجم: پالس سکانس ها

درک پالس سکانس ها بخش مهمی از آموزش ام.آر.آی. را تشکیل می دهد. پالس سکانس ها ما را قادر می کنند که نحوه اعمال پالس ها و گرادیان ها را توسط سیستم کنترل کنیم. بدین ترتیب، وزندهی تصویر و کیفیت آن تعیین می شود. پالس سکانس های بسیار متعددی وجود دارند و هر یک از آن ها برای هدف مشخصی طراحی شده است. در این فصل به مکانیسم ها، کاربرد و پارامترهای هر یک از پالس سکانس های متداول و مزایا و معایب آنها می پردازیم. هر یک از سازندگان اسکنرها، از واژگان خاص خود برای تشخیص بین پالس سکانس های مجزا استفاده می کنند که برای کاربر می تواند بسیار گیج کننده باشد.

یک جدول که واژگان هر یک از سازندگان اصلی را با یکدیگر مقایسه می کند، در این فصل ارائه می شود که تنها بعنوان یک راهنما مورد استفاده قرار می گیرد و بهیچ وجه برای مقایسه عملکرد یا مشخصات هیچیک از دستگاه ها نیست. مکان هایی از جدول که حذف شده اند تنها نشان می دهد که آن اطلاعات درباره فاکتور خاص موجود نبود و نه لزوما اینکه این گزینه موجود نبوده است.

پارامترهای داده شده کلی هستند زیرا به شدت میدان بستگی دارند. با این حال، پارامترهای داده شده بایستی برای شدت های میدان بالینی موجود مناسب باشند.

نکته آموزشی: پالس سکانس چیست؟

تعریف یک پالس سکانس، مجموعه ای از پالس های RF، اعمال گرادیان و بازه های زمانی میانی^۱ است. پالس های RF برای منظور تحریک اعمال می شوند و در مورد اسپین اکو، برای منظور دوباره همفاز کردن^۲ اعمال می شوند. گرادیان ها برای انکد کردن سیگنال بصورت مکانی، دوباره همفازی و غیرهمفازی اسپین ها بسته به نوع پالس سکانس و انتخاب گزینه های تصویربرداری، استفاده می شوند (فصل ۳). بازه های زمانی میانی به بازه های زمانی بین این عملگرها اطلاق می شود که برخی از آنها پارامترهای کنتراست غیرذاتی هستند که روی کنسول دستگاه قابل انتخاب هستند (فصل ۲). در نتیجه، یک پالس سکانس، یک سکانس با دقت تنظیم شده و زمان بندی شده از وقایعی است که برای تولید نوع خاصی کنتراست تصویر مورد استفاده قرار می گیرد. می توان به پالس سکانس به چشم رقص نگاه کرد. همه رقص ها شامل حرکت پاها بصورت یک سری از گام ها است،

^۱ intervening time periods

^۲ rephasing

بطوریکه همه پالس سکانس ها شامل پالس های RF و گرادیان ها هستند. با این حال، همانطور که زمان بندی و هماهنگی گامها تعیین کننده نوع رقص است، مثلا تانگو و ...، زمان بندی و هماهنگی المان های یک پالس سکانس تعیین کننده کنتراست تصویر حاصل می باشد.

پالس سکانس ها را می توان بصورت کلی بدین نحو دسته بندی کرد:

پالس سکانس های اسپین-اکو (اکوها توسط یک پالس دوباره همفاز کننده 180° دوباره همفاز شده اند):

- اسپین-اکو عادی^۳
- اسپین اکو سریع یا توربو^۴
- بازیابی معکوس^۵

Conventional Spin Echo^۳

Fast or Turbo Spin Echo^۴

Inversion Recovery^۵

پالس سکانس های گرادیان اکو (اکوها توسط گرادیان دوباره همفاز می شوند) به دسته های زیر

تقسیم بندی می شوند:

- گرادیان-اکو همگرا^۶
- گرادیان-اکو غیرهمگرا^۷
- حرکت تقدیمی حالت مانا^۸
- گرادیان اکو موازنه شده^۹
- گرادیان اکو سریع^{۱۰}
- تصویربرداری صفحات موازی (اکوپلنار)^{۱۱}

^۶ Coherent Gradient Echo

^۷ Incoherent Gradient Echo

^۸ Steady State Free Precession

^۹ Balanced Gradient Echo

^{۱۰} Fast Gradient Echo

^{۱۱} Echo Planar Imaging

پالس سکانس های اسپین-اکو

اسپین اکو معمولی

مکانیسم:

این پالس سکانس قبلا در فصل ۲ توضیح داده شد. برای یادآوری، اسپین اکو از پالس تحریک 90° و به دنبال آن، یک یا تعداد بیشتری پالس دوباره همفاز کننده 180° برای ایجاد یک اسپین اکو استفاده می کند. اگر تنها یک اسپین اکو ایجاد شود، یک تصویر وزنی T1 را می توان با استفاده از TE کوتاه و TR کوتاه به دست آورد. برای تصویر با وزن دانسیته پروتونی و T2، دو پالس RF غیرهمفاز کننده که تولید کننده دو اسپین اکو هستند، اعمال می شود. اولین اکو دارای TE کوتاه و TR بلند برای وزندهی دانسیته پروتونی است و دومی دارای TE بلند و TR بلند برای وزندهی T2 است (به شکل های ۲-۲۳، ۲-۲۴، و ۲-۲۵ از فصل ۲ توجه کنید).

کاربردها:

پالس سکانس های اسپین-اکو استاندارد طلایی برای بیشتر تصویربرداری ها هستند. آنها را می توان برای تقریبا همه آزمون ها استفاده کرد. تصاویر با وزن T1 برای نشان دادن آناتومی مناسب هستند

چون دارای SNR بالا هستند. در ترکیب با روشی کنتراست، می توانند پاتولوژی را نیز نشان دهند. تصاویر T2 وزنی پاتولوژی را نشان می دهند. بافت هایی که بیمار هستند معمولا دارای التهاب و/یا رگزایی هستند. این بافت ها دارای محتوای آب زیاد و در نتیجه، سیگنال زیاد روی تصاویر T2 وزنی هستند و می توانند به راحتی تشخیص داده شوند (شکل های ۲-۲۳ تا ۲-۲۶).

پارامترها:

Parameters

T1 weighting

Short TE 10–20 ms
Short TR 300–700 ms
Typical scan time 4–6 min

Proton density/T2 weighting

Short TE 20 ms/long TE 80 ms+
Long TR 2000 ms+
Typical scan time 7–15 min

مزایا:

- تصویر با کیفیت مناسب
- بسیار پر کاربرد

- وزندهی T2 واقعی حساس به پاتولوژی

معایب:

- زمان اسکن نسبتا بالا

MRI in Practice, Chapter 5: By Catherine Westbrook, 2006

مرجع: