

پالس سکانس های گرادیان-اکو

پالس سکانس گرادیان اکو غیرهمگرا^۱

مکانیسم

پالس سکانس های گرادیان اکو غیرهمگرا با پالس تحریک با زاویه چرخش متغیر آغاز می شوند و از دوباره همفاز کردن گرادیان برای ایجاد اکوی گرادیان استفاده می کنند. شرایط پایدار حفظ می شود تا مغناطش عرضی باقیمانده از تکرارهای پیشین باقی بماند. این سکانس ها، این مغناطش را غیرهمفاز یا تخریب^۲ می کنند تا اثر آن بر روی کنتراست تصویر حداقل شود. تنها مغناطش عرضی تحریک قبلی استفاده می شود و باعث غالب شدن کنتراست T1 می شود. دو روش برای تخریب وجود دارد که عبارتند از:

• **تخریب RF:** در این سکانس، RF در فرکانس و فاز خاصی منتقل می شود تا یک

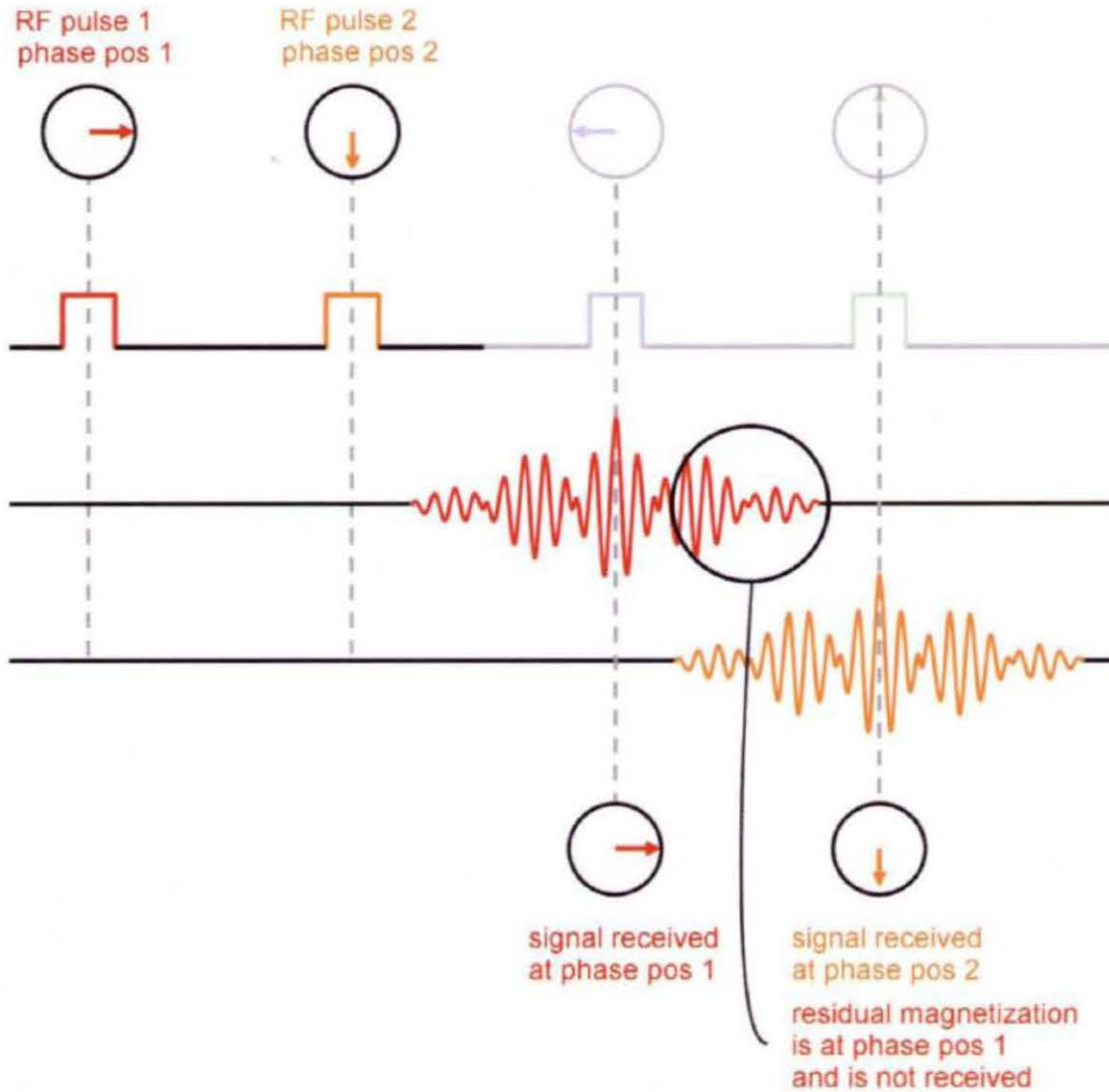
اسلایس را تحریک کند. کوئل دریافت کننده بصورت دیجیتال با کوئل فرستنده ارتباط

^۱ Incoherent Gradient Echo

^۲ Spoil

برقرار می کند و تنها فرکانس های ناشی از اکویی که توسط پالس تحریک ایجاد شده اند، دیجیتایز می شوند. با استفاده از مثال ساعت در فصل ۱، از چرخش تقدیمی مغناطش عرضی برای توضیح این مساله صرف نظر کنید و به شکل ۵-۲۹ دقت کنید. پالس تحریک RF اول که به اسلایس خاصی اعمال شده است دارای فاز ساعت ۳ است. این بدان معنا است که مغناطش عرضی حاصل در ساعت ۳ در صفحه عرضی ایجاد می شود. اسپین ها غیرهمفاز می شوند و توسط یک گرادیان دوباره همفاز می شوند تا یک گرادیان اکو ایجاد کنند. کوایل دریافت کننده که در صفحه عرضی قرار گرفته است، فرکانس های درون این اکو را نمونه برداری می کند و داده های آنها به فضای K ارسال می شود تا تصویر ایجاد شود. در انتهای فرایند، یک دوره TR کوتاه دوباره تکرار می شود ولی این بار، پالس تحریک RF ایجاد مغناطش عرضی در فاز متفاوتی مانند ساعت ۶ می کند. اسپین ها غیرهمفاز می شوند و توسط گرادیان دوباره همفاز می شوند تا گرادیان اکو دوم ایجاد شود. کوایل دریافت کننده فرکانس های درون این اکو را نمونه برداری می کند و دیتای حاصل از آن را به فضای K میفرستد تا تصویر حاصل ایجاد شود. با این حال، چون TR کوتاه است، مغناطش تولید شده در ساعت ۳، هنوز موجود است چون زمان کافی

برای میرا شدن نداشته است. این مغناطش عرضی باقیمانده است ولی چون فاز متفاوتی نسبت به مغناطش عرضی ای که تازه ایجاد شده دارد، نمونه برداری نشده و در نتیجه بر روی کنتراست تصویر تاثیر نمیگذارد. به این کار "تخریب RF یا RF Spoiling" اطلاق می شود و تنها اطلاعات حاصل از آخرین مغناطش ایجاد شده را قادر به تاثیر بر روی کنتراست تصویر می کند.



شکل ۵-۲۹- تخریب گرادیان در سکانس گرادیان اکو غیرهمگرا

• تخریب گرادیان^۲: گرادیان ها را می توان برای غیرهمفاز و دوباره همفاز کردن

مغناطش باقیمانده به کار برد (فصل ۲ را ببینید). تخریب گرادیان معکوس روند بازپیچی^۴

است. در تخریب گرادیان، گرادیان های انتخاب اسلایس، انکدینگ فاز و انکدینگ

فرکانس را می توان برای غیرهمفاز کردن مغناطش باقیمانده استفاده کرد تا در ابتدای

تکرار بعدی غیرهمگرا شود. بدین ترتیب، اثرات $T2^*$ یا $T2$ کاهش می یابند. بطور کلی،

کاربردها و پارامترهای دخیل در این سکانس ها شبیه آنهایی هستند که در تخریب RF

استفاده می شوند. با این حال، بیشتر سازندگان، از تخریب RF در سکانس های گرادیان

اکو غیرهمگرا استفاده می کنند.

کاربردها

همانطور که اکو تحریک شده^۵ که عمدتاً شامل اطلاعات $T2^*$ و $T2$ است تخریب می شود، پالس

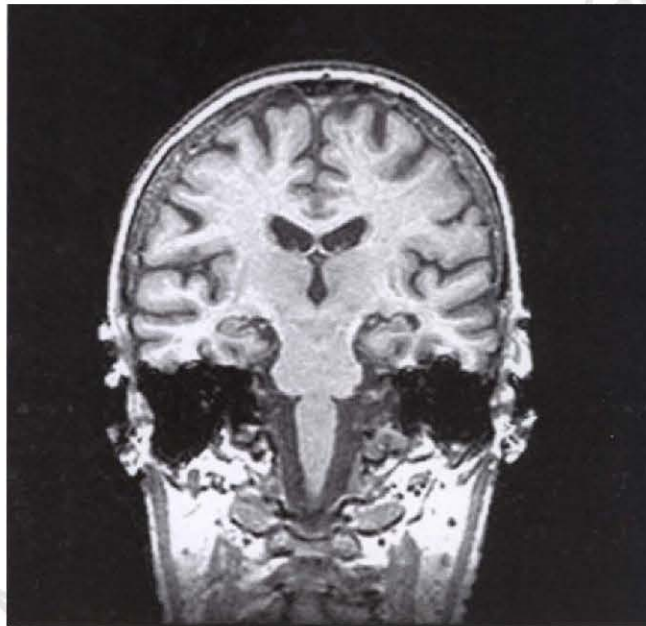
سکانس های RF spoiled ایجاد وزندهی $T1$ یا دانسیته پروتونی می کنند (شکل ۵-۳۰). می توان

^۲ Gradient Spoiling

^۴ Rewinding

^۵ Stimulated echo

از آن ها برای تصویربرداری های دو بعدی (2D) و حجمی استفاده کرد و چون TR کوتاه است، تصویربرداری های دوبعدی را می توان برای اخذ تصاویر با نگهداشتن تنفس T1 وزنی استفاده کرد. سکانس های RF spoiled آناتومی T1 و پاتولوژی را پس از تزریق گادولینیم^۶ به خوبی نشان می دهند.



شکل ۵-۳۰- سکانس گرادیان اکو غیرهمگرا کرونال از مغز. این تصویر بعنوان بخشی از تصویربرداری حجمی برای تصویربرداری با رزولوشن بالای T1 وزنی گرفته شده است.

Gadolinium^۶

Parameters

To maintain the steady state:

flip angle	30°–45°
TR	20–50 ms

To maximize T1:

short TE	5–10 ms
average scan time	several seconds for single slice, 4–15 min for volumes

مزایا:

- می توان بصورت حجمی (3D) یا دوبعدی (2D) آن را اخذ کرد
- امکان نگه داشتن تنفس وجود دارد
- دارای SNR و جزئیات آناتومیکی خوبی در حجم است.

معایب:

- در 2D دارای SNR پایینی است
- نویز گرادیان پرصدا است

مرجع:

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