

## پالس سکانس های گرادیان-اکو

### پالس سکانس گرادیان اکو متوازن<sup>۱</sup>

#### مکانیسم

این سکانس، شکل اصلاح شده سکانس گرادیان اکو همگرا<sup>۲</sup> است که از سیستم گرادیان متوازن برای اصلاح خطاهای فاز در خون در حال جریان و CSF، و از یک روند تحریک RF متغیر برای زیاد کردن اثرات حالت پایا استفاده می کند. بعلاوه، هر دو FID و اسپین اکو درون یک خوانش<sup>۳</sup> منفرد جمع آوری می شود. این منجر به تصاویری می شود که چربی و آب ایجاد سیگنال بالاتر، SNR بالاتر، و آرتیفکت های جریان کمتری در مدت زمان کوتاهی نسبت به گرادیان اکو همگرا می کند.

سیستم های گرادیان متوازن در شکل ۵-۳۸ نشان داده شده است. از آنجایی که گرادیان زیر خط برابر با گرادیان بالای خط است، اسپین های در حال حرکت در حین عبور از کنار گرادیان ها تغییر

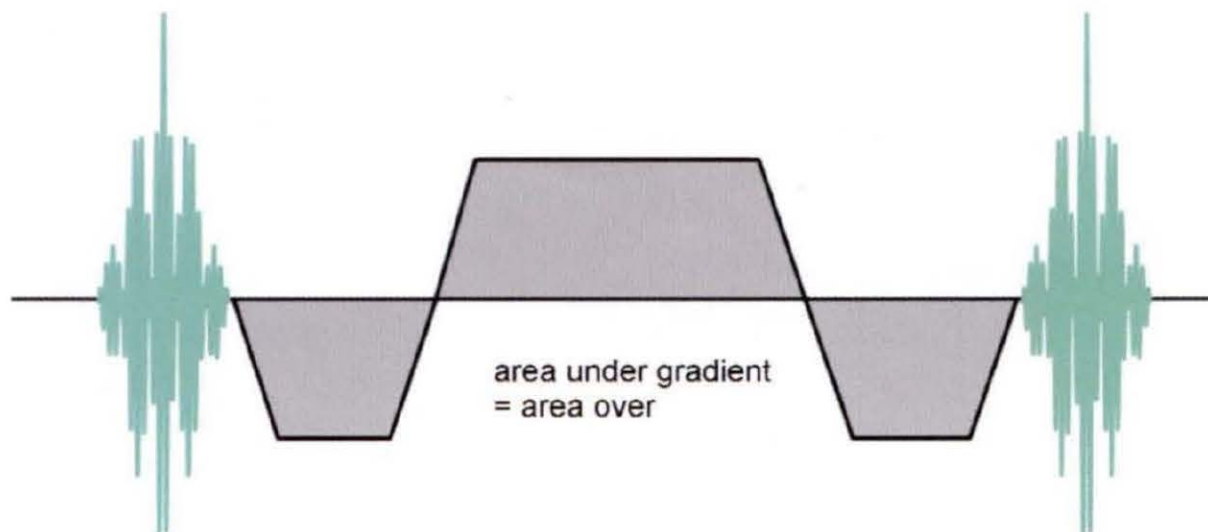
Balanced Gradient Echo<sup>۱</sup>

Coherent Gradient Echo<sup>۲</sup>

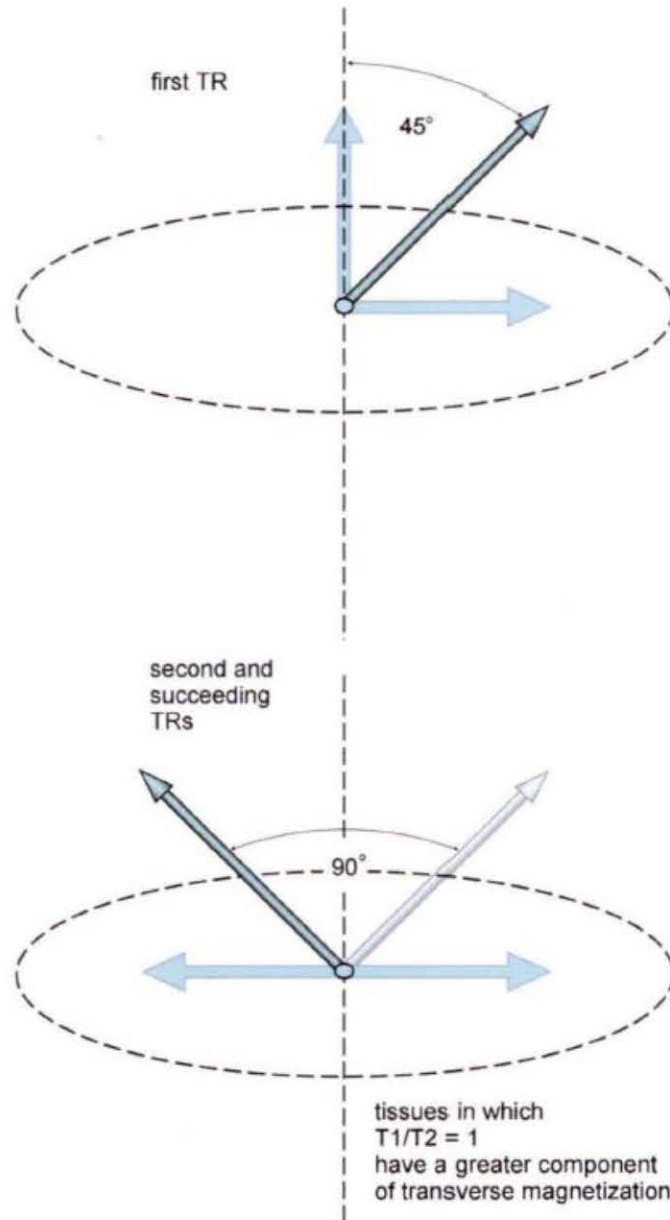
Readout<sup>۳</sup>

فاز صفر جمع می کنند. در نتیجه، اسپین ها در خون و CSF همگرا هستند و دارای شدت سیگنال بالایی هستند. این تشکیل گرادیان شبیه جبران سازی جریان خون یا دوباره همفازسازی ممان گرادییانی است. در گرادیان اکو متوازن، این گرادیان در همه سه محور اعمال می شود.

بعلاوه، شرایط پایا با استفاده از زوایای چرخش بالاتر و TR های کوتاهتری نسبت به گرادیان اکو همگرا نگه داشته می شود و ایجاد SNR بالاتر و زمان های اسکن کوتاهتر ایجاد می کند. بطور مثال، این کار با انتخاب زاویه چرخش  $90^\circ$  به دست می آید ولی در بازه زمانی اولین TR تنها با اعمال نیمی از آن یعنی زاویه  $45^\circ$  انجام می شود. در TR های پشت سر هم، زاویه چرخش کامل ولی با قطبیت متغیر اعمال می شود و در نتیجه، مغناطش عرضی حاصل در فاز متفاوتی در هر TR (یعنی با فاصله  $180^\circ$  از هم) ایجاد می شود (شکل ۵-۳۹). بدین ترتیب، چربی و آب که نسبت  $T1/T2$  تقریباً برابر ۱ دارد، سیگنال بسیار زیادتری نسبت به بافت هایی که چنین مقادیری ندارند ایجاد می کند. تصاویر حاصل SNR بالا، CNR مناسب بین چربی، آب و بافت های اطراف، سیگنال های تیره جریان کمتر را نشان می دهند و نیازمند زمان های اسکن بسیار کوتاهی هستند.



شکل ۵-۳۸- سیستم گرادیان متوازن در گرادیان اکو متوازن



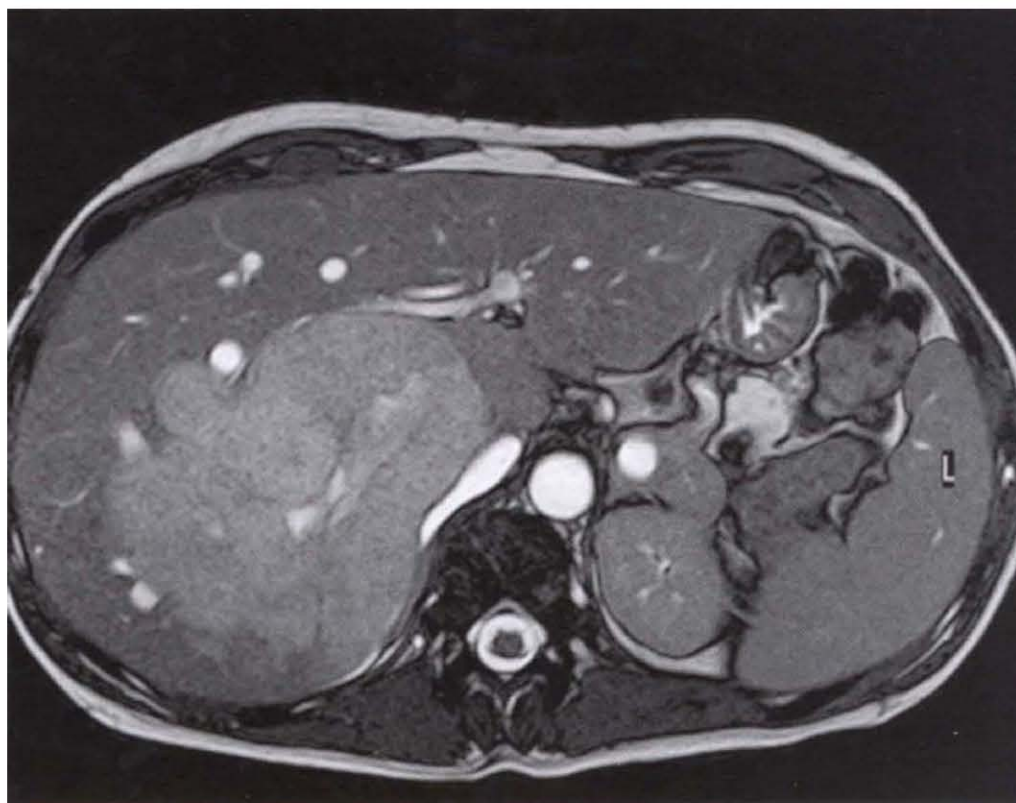
شکل ۵-۳۹- حفظ شرایط حالت مانا در گرادیان اکو متوازن

## کاربردها

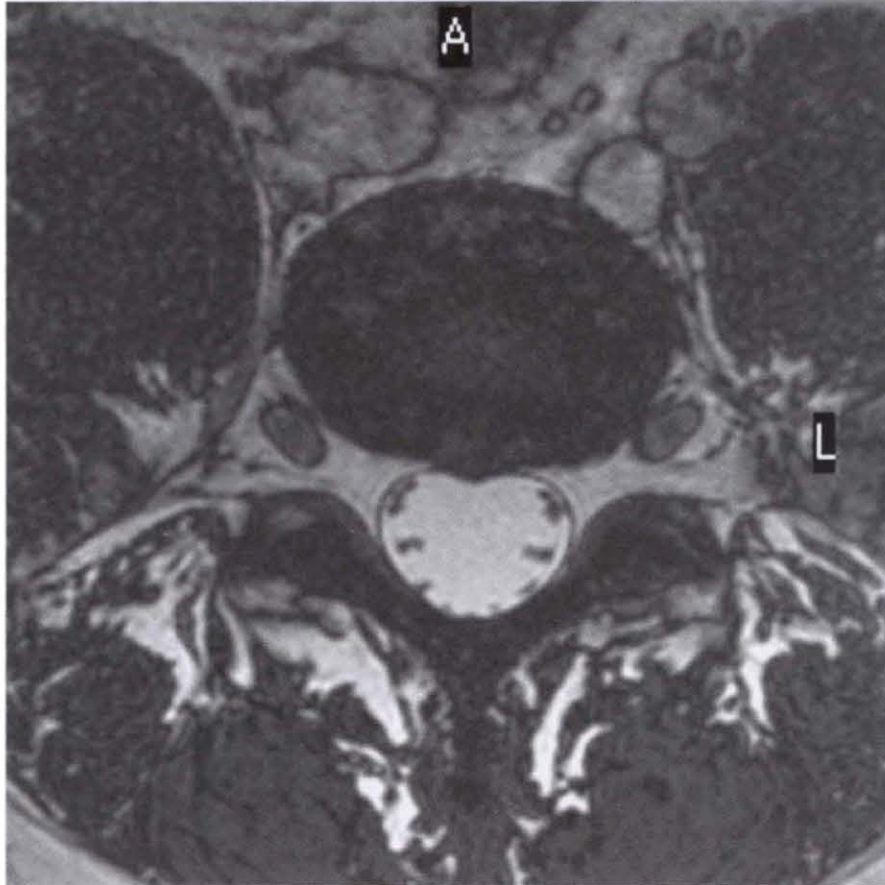
گرادیان اکو متوازن ابتدا برای تصویربرداری قلب و عروق بزرگ ایجاد شد ولی هم اکنون برای تصویربرداری ستون فقرات، خصوصا برای ستون فقرات سرویکال و internal auditory meatus که در آنها جریان CSF کم است، نیز استفاده می شود. همچنین آن را می توان در تصویربرداری مفصل و پایین تنه استفاده کرد (شکل ۵-۴۰ و ۵-۴۱).

### Parameters

Large flip angle	90° (enhances SNR)
Short TR	10 ms (reduces scan time and flow artefact)
Long TE	15 ms (to enhance T2*)



شکل ۵-۴۰- تصویر گرادیان اکو اگزیمال از درون پایین تنه



شکل ۵-۴۱- تصویر گرادیان اکو اگزیمال از درون ستون فقرات لومبار

مرجع:

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