

پالس سکانس های اسپین-اکو

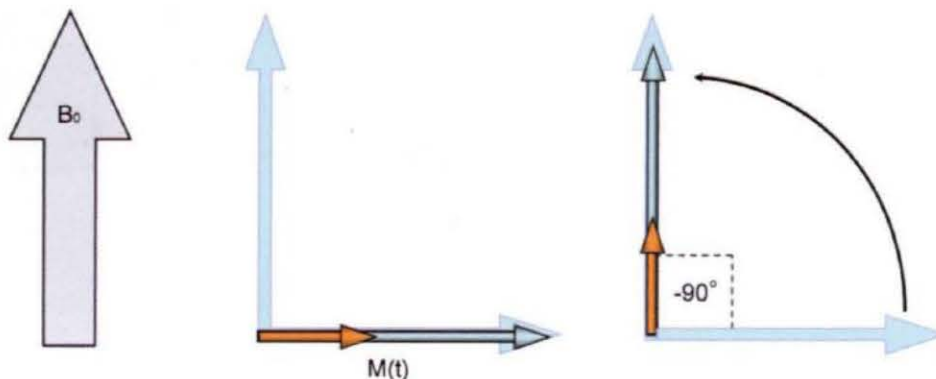
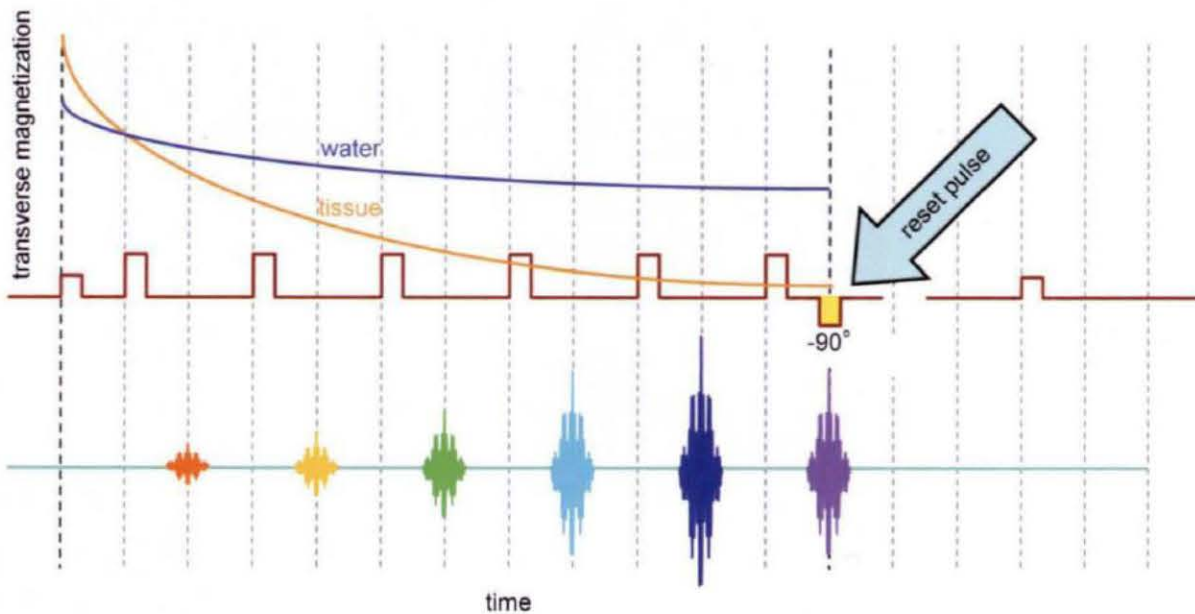
Single shot fast spin echo (SS-FSE)

می توان تصاویر اسپین اکو سریع را در مدت زمانهای اسکن حتی کوتاهتری با استفاده از تکنیک "Single shot fast spin echo (SS-FSE)" اخذ نمود. در این تکنیک، همه خطوط فضای K در یک TR گرفته می شوند. روش SS-FSE تکنیک فوریه جزئی (partial Fourier technique) را با اسپین اکو سریع ترکیب می کند. نیمی از خطوط فضای K در یک TR گرفته می شوند و نیمی دیگر معکوس می شوند. این روش باعث کاهش زمان تصویربرداری می شوند زیرا همه داده های تصویر در یک TR گرفته می شوند. با این حال، SNR فدا می شود.

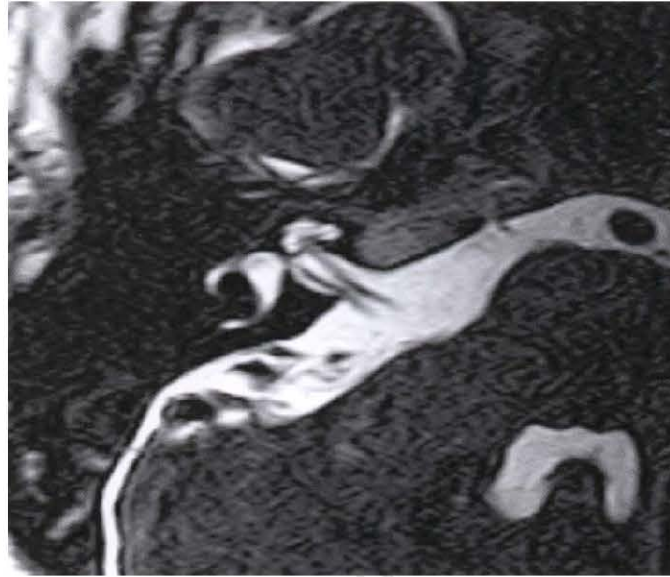
روش DRIVE

در مدل اصلاح شده دیگری از FSE که گاهی سازندگان به آن DRIVE اطلاق می کنند، یک پالس تحریک زاویه چرخش معکوس در انتهای قطار اکو اعمال می شود. این کار باعث می شود که هر مغناطش عرضی در یک صفحه طولی قرار گیرد و در نتیجه، برای تحریک در ابتدای پروید بعدی TR قرار گیرد. با توجه به اینکه آب دارای زمان های T1 و T2 طولانی تری است، بیشتر این مغناطش

مشکل از آب است و در نتیجه دارای شدت سیگنال بالاتری بر روی تصاویر حاصل است. این سکانس وقتی از TR های کوتاهتر از آنچه در FSE معمول است، استفاده شوند، باعث افزایش شدت سیگنال در ساختارهای دارای مایع مانند مغزی-نخاعی می شود (شکل ۵-۱۰ و ۵-۱۱).



شکل ۵-۱۰- پالس سکانس DRIVE



شکل ۵-۱۱- تصویر اغزیال DRIVE از درون *right internal auditory meatus* به شدت سیگنال

بالای CSF در شکل توجه کنید.

بازیابی معکوس

مکانیسم:

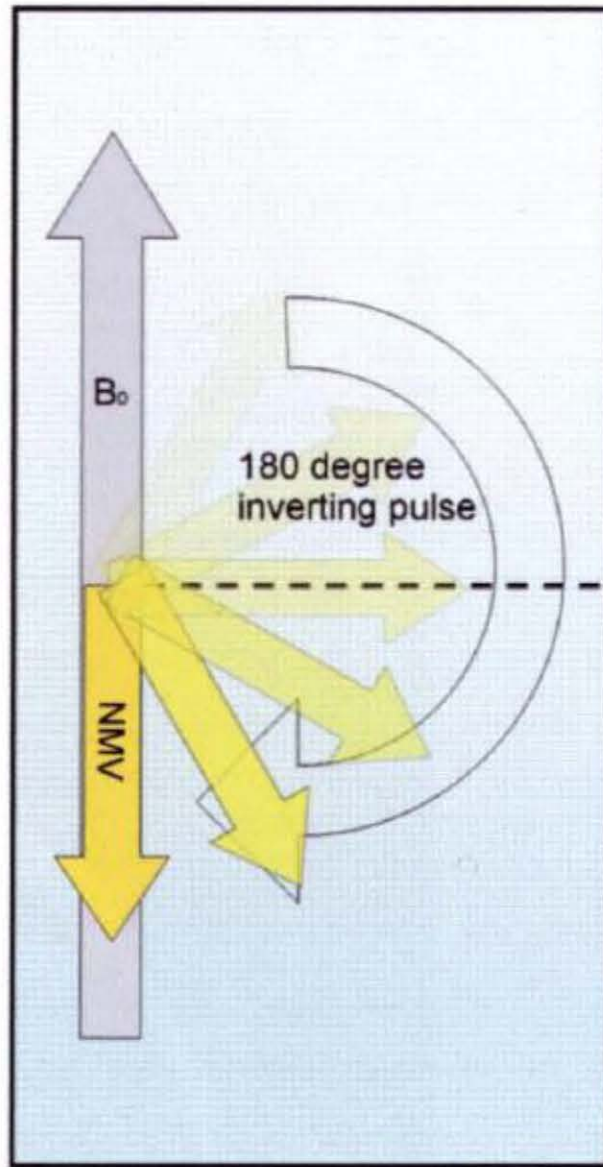
بازیابی معکوس در روزهای اول پیدایش MRI برای فراهم کردن کنتراست مناسب T1 روی سیستم های با میدان کم توسعه یافت. با این حال، زمان های اسکن نسبتاً طولانی بودند و در زمانی که

سیستم های ابررسانا به طور وسیعی مورد استفاده قرار می گرفتند، این سکانس تا حدودی غیر کاربردی شد. با این حال، در ترکیب با اسپین اکو سریع برای تولید تصاویر در چند دقیقه دوباره ظهور کرد. این روش معمولاً برای سرکوب کردن سیگنال بافت هایی خاص در ترکیب با TE های بلند و وزندهی T2 استفاده می شوند، با این حال، در میدان های کم از این روش می توان برای کنتراست T1 استفاده نمود.

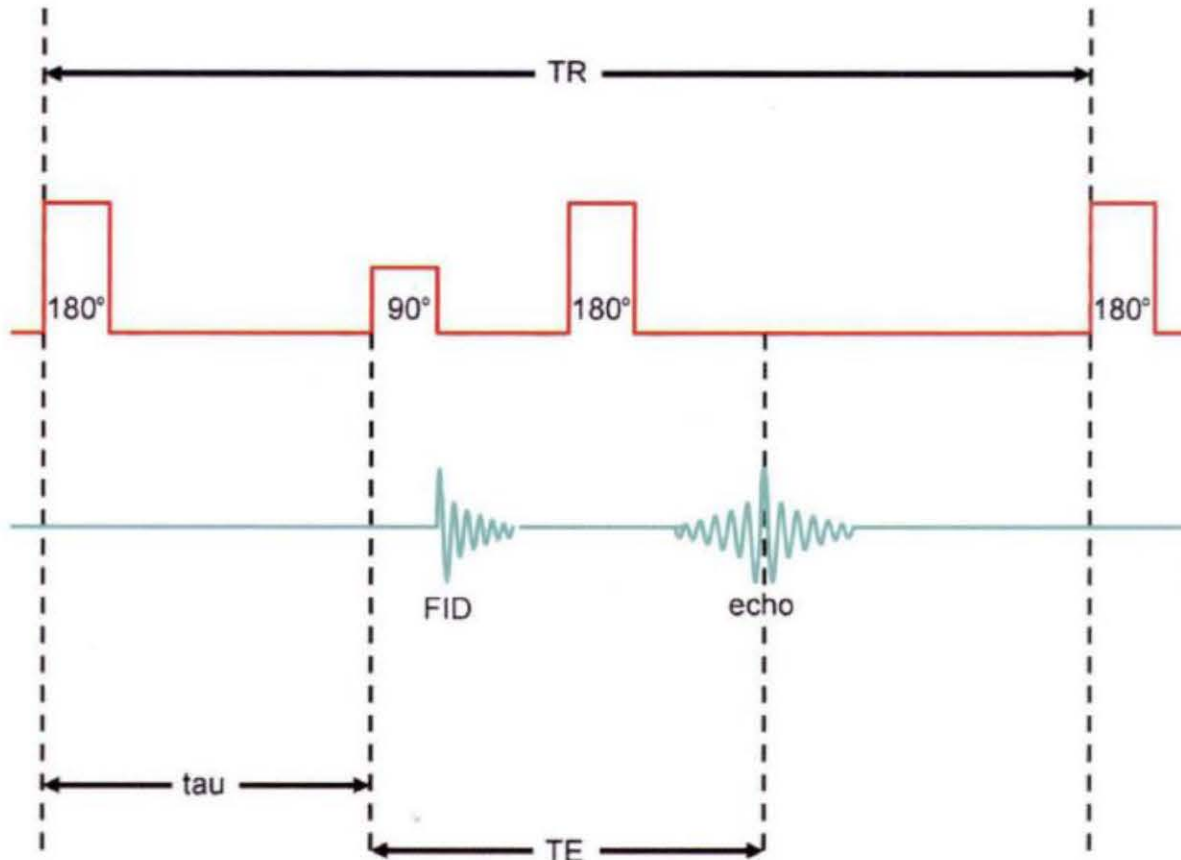
روش بازیابی معکوس پالس سکانسی است که با یک پالس 180° معکوس کننده شروع می شود. این مساله NMV را از 180° به اشباع کامل معکوس می کند. هنگامی که پالس معکوس کننده برداشته می شود، NMV شروع به آسایش به B_0 می کند. سپس، پالس تحریک 90° با فاصله زمانی TI (فاصله زمانی از معکوس کردن) از پالس معکوس کننده 180° اعمال می شود (شکل ۵-۱۲). سپس، FID حاصل توسط پالس 180° دوباره همفاز می شود تا اسپین اکو در زمان TE ایجاد شود (شکل ۵-۱۳).

کنتراست تصویر حاصل بستگی به طول TI دارد. اگر پالس تحریک 90° وقتی که NMV در حال بازیابی از حالت معکوس است، از درون صفحه عرضی اعمال شود، کنتراست تصویر بستگی به

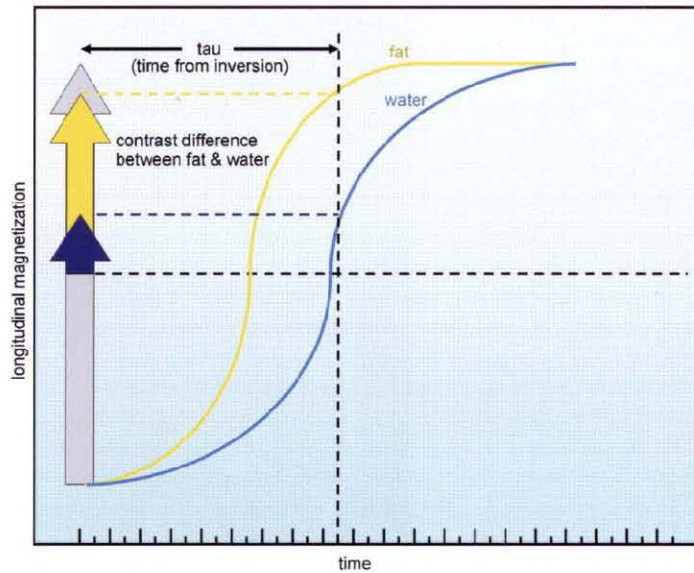
میزان بازیابی طولی هر بردار (مانند اسپین اکو) دارد. تصویر حاصل بشدت وزن T1 دارد زیرا پالس معکوس کننده 180° به اشباع کامل می رسد و اختلاف کنتراست بزرگی را بین چربی و آب ایجاد می کند (شکل ۵-۱۴). اگر پالس تحریک 90° تا قبل از اینکه NMV به بازیابی کامل نرسیده باشد، اعمال نشود، یک تصویر با وزن دانسیته پروتونی حاصل می شود زیرا هر دو چربی و آب بطور کامل آسایش یافته اند (شکل ۵-۱۵).



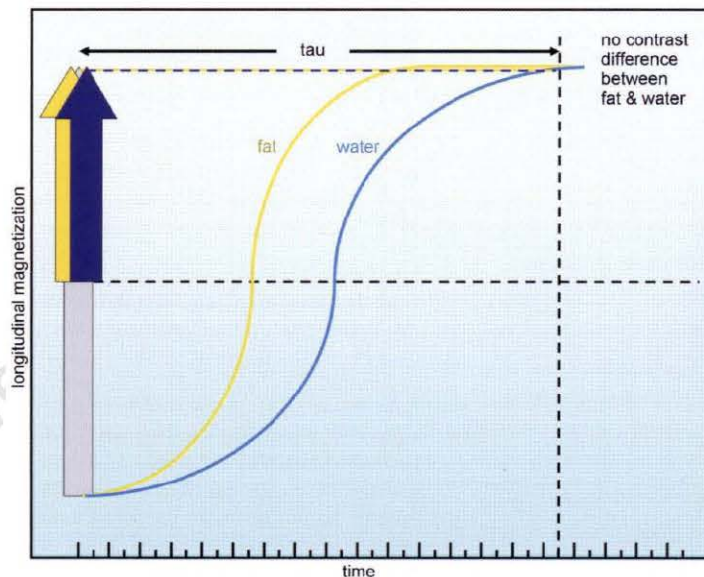
شکل ۵-۱۲- پالس معکوس کننده 180° در سکانس بازیابی معکوس



شکل ۵-۱۳- سکانس بازیابی معکوس



شکل ۵-۱۴- وزندهی T1 در بازیابی معکوس



شکل ۵-۱۵- وزندهی PD در بازیابی معکوس

کاربردها:

بازیابی معکوس بطور متداول برای ایجاد تصاویر با وزن زیاد T1 بمنظور نشان دادن آناتومی مورد استفاده قرار می گرفت (شکل ۵-۱۶). پالس معکوس کننده 180° باعث ایجاد اختلاف کنتراست بزرگی بین چربی و آب می شود زیرا اشباع کامل بردارهای چربی و آب در ابتدای هر تکرار به دست می آید. در نتیجه، بافت ها بازیابی خود را از اشباع کامل شروع می کنند که متفاوت با اسپین اکو متداول است که در آن از صفحه عرضی بازیابی اسپین ها آغاز می شود. این اجازه می دهد که زمان بیشتری برای اینکه اختلاف زمان بازیابی T1 بین بافت ها نشان داده شود ذخیره شود و در نتیجه پالس سکانس های IR ایجاد وزندهی سنگین تری از T1 نسبت به پالس سکانس های اسپین اکو متداول می شود. از آنجایی که گادولینیم باعث کاهش زمان T1 بافت های خاصی می شود، ولی پالس سکانس های IR باعث افزایش سیگنال بافت هایی که بعلت تزریق کنتراست روشن شده اند، می شود.

پارامترها:

هنگامی که بازیابی معکوس برای ایجاد تصاویر با وزن زیاد T1 در میدان کم استفاده می شود، TE میزان کاهش T2 را کنترل می کند و در نتیجه برای مینیمم کردن اثرات T2، TE کم در نظر گرفته می شود. با این حال، می توان TE را برای اینکه بافت های دارای T2 طولانی سیگنال روشنی پیدا کنند طولانی تر کرد. به این کار، **وزندهی پاتولوژی** اطلاق می شود و تصویری را ایجاد می کند که بصورت عمده دارای وزن T1 است ولی فرایندهای پاتولوژیکی بصورت روشن ظاهر می شوند. زمان T1 مهمترین کنترل کننده بالقوه در سکانس بازیابی معکوس است. مقادیر میانی T1 و وزن T1 را می دهند ولی با طولانی شدن آن، تصویر بیشتر دارای وزن دانسیته پروتونی می شود. زمان TR باید همیشه به اندازه کافی طولانی باشد تا بازیابی کامل NMV قبل از اعمال پالس معکوس کننده بعدی اتفاق بیفتد. اگر این چنین نباشد، بردارهای مجزا تا درجات مختلفی بازیابی می شوند و وزندهی تحت تاثیر قرار می گیرد. بطور مثال، برای ۱ تسلا، وقتی که NMV به بازیابی کامل برسد، TR باید طولانی تر از 2000 ms باشد. بیشتر سیستم ها امروزه از اسپین اکو سریع بازیابی معکوس استفاده می کنند.

T1 weighting

medium TI	400–800 ms (varies at different field strengths)
short TE	10–20 ms
long TR	2000 ms+
average scan time	5–15 min

Proton density weighting

long TI	1800 ms
short TE	10–20 ms
long TR	2000 ms+
average scan time	5–15 min

Pathology weighting

medium TI	400–800 ms
long TE	70 ms+
long TR	2000 ms+
average scan time	5–15 min

مزایا:

- نسبت SNR بالا چون TR بلند است
- کنتراست بسیار خوب T1

معایب:

زمان اسکن طولانی مگر آنکه در ترکیب با اسپین اکو سریع استفاده

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

مرجع:

گروه آموزشی سیستم های تصویربرداری پزشکی کمی (QMISG)

تهران، بلوار کشاورز، مجتمع بیمارستانی امام خمینی، ساختمان پرویز کابلی، مرکز تحقیقات تصویربرداری سلولی و مولکولی

تلفن، ۰۲۱-۶۶۵۸۱۵۰۵ همراه، ۰۹۱۰۵۸۷۱۱۸۲ وبسایت، www.qmisg.com <https://telegram.me/QMISG>