

فصل ۶- پدیده جریان

پدیده زمان پرواز—ادامه

پدیده زمان پرواز در سکانس های اسپین-اکو

در یک پالس سکانس اسپین اکو، پالس تحریک 90° و پالس دوباره همفاز کننده 180° به هر اسلایس اعمال می شوند. در نتیجه، هر اسلایس بصورت انتخابی تحریک و دوباره همفاز می شود. هسته های ایستا درون اسلایس هر دو پالس 90° و 180° را دریافت و تولید سیگنال می کنند.

هسته های در حال جریان که عمود بر اسلایس ها هستند، ممکن است در حین پالس 90° درون اسلایس باشند ولی قبل از رسیدن پالس 180° ، اسلایس را تحریک کرده باشند. این هسته ها تحریک می شوند ولی دوباره همفاز نمی شوند و در نتیجه، ایجاد سیگنال نمی کنند. از سوی دیگر، هسته هایی که در حین تحریک در اسلایس نیستند، ممکن است در حین دوباره همفاز سازی در اسلایس حضور داشته باشند. پدیده زمان پرواز باعث از دست رفتن سیگنال هسته ها می شود و در نتیجه، عروق تیره ظاهر می شوند. اثرات زمان پرواز به موارد زیر بستگی دارند:

- سرعت جریان: با افزایش سرعت جریان، نسبت کمتری از هسته های در حال جریان برای هر دو پالس 90° و 180° در اسلایس حضور دارند. با افزایش سرعت جریان، زمان پرواز افزایش می یابد. به این مساله "از دست رفتن سیگنال سرعت بالا" ^۱ اطلاق می شود. با کاهش سرعت جریان، نسبت بیشتری از هسته های در حال جریان برای هر دو 90° و 180° در اسلایس حضور دارند. در نتیجه، با کاهش سرعت جریان، اثرات زمان پرواز کاهش می یابد. به این مساله "روشنایی ناشی از جریان" ^۲ گفته می شود.

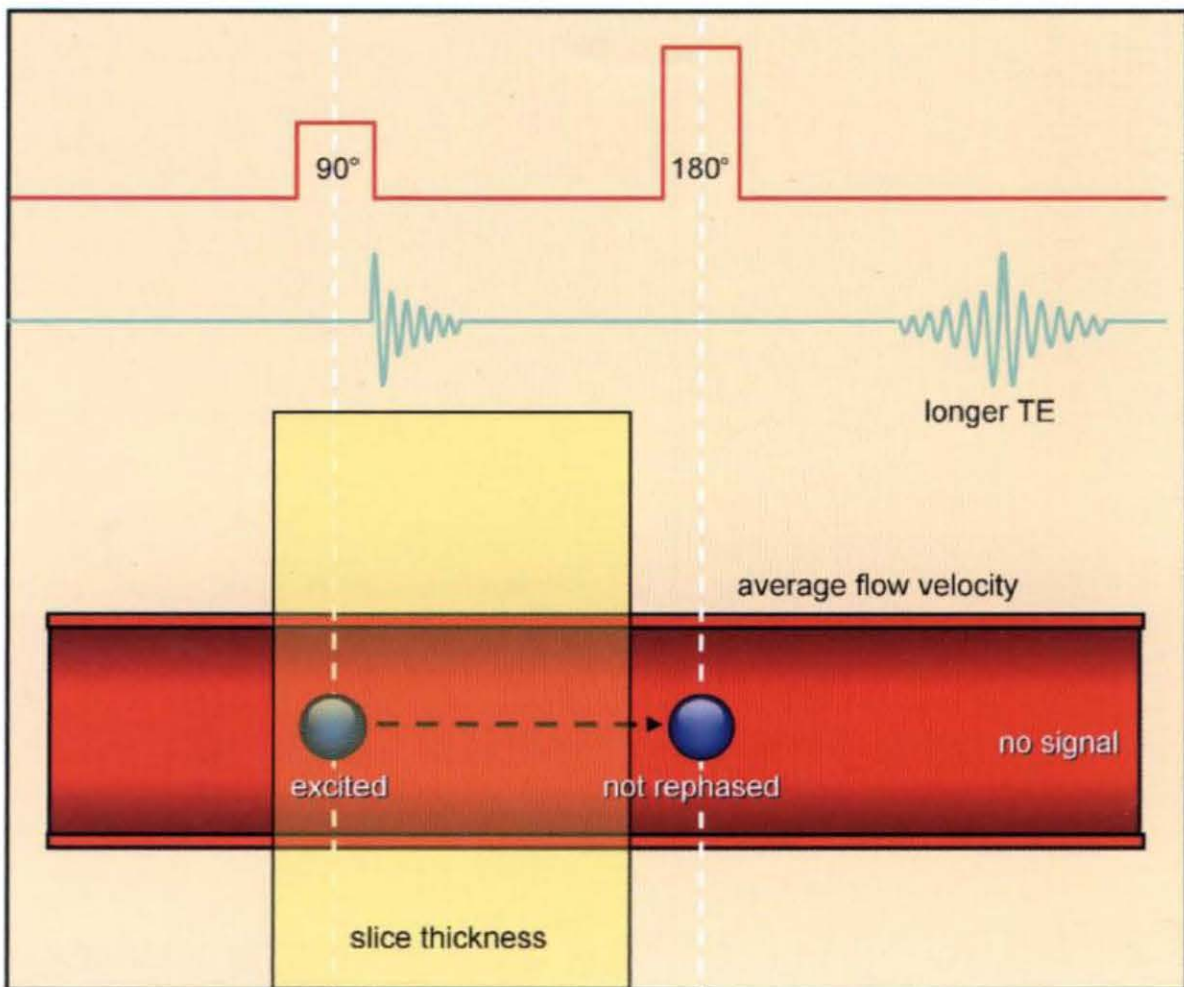
- TE: با افزایش TE، نسبت بیشتری از هسته های در حال جریان، اسلایس را بین پالس تحریک 90° و پالس دوباره همفاز کننده 180° ، تحریک کرده اند. پس، در TE طولانی تر، هسته های بیشتری تنها یک پالس را دریافت کرده اند و میزان از دست رفتن سیگنال زیاد می شود (شکل ۳-۶).

- ضخامت اسلایس: در یک سرعت ثابت، زمان بیشتری طول می کشد تا هسته ها از درون یک اسلایس ضخیم عبور کنند تا از اسلایس باریک رد شوند. پس، بیشتر احتمال دارد که

^۱ High velocity signal loss

^۲ Flow-related enhancement

هسته ها هر دو پالس 90° و 180° را در اسلایس ضخیم دریافت کنند. با کاهش ضخامت اسلایس، بیشتر احتمال دارد که هسته ها تنها یک پالس را دریافت کنند و از دست رفتن سیگنال افزایش یابد.



شکل ۶-۳- زمان پرواز در اثر TE

پدیده زمان پرواز در سکانس های گرادیان-اکو

در پالس سکانس های گرادیان-اکو، پالس تحریک متغیر و به دنبال آن، دوباره همفاز سازی گرادیان انجام می شود. هر اسلایس بصورت انتخابی توسط پالس RF تحریک می شود، ولی گرادیان دوباره همفاز کننده به کل بدن اعمال می شود. به عبارت دیگر، پالس تحریک انتخاب کننده اسلایس (slice-selective) است ولی دوباره همفاز سازی گرادیان بدین صورت نیست. پس، یک هسته در حال جریان که یک پالس تحریک دریافت می کند، صرفنظر از موقعیت اسلایس دوباره همفاز می شود و سیگنال ایجاد می کند. بعلاوه، TR بسیار کوتاه که در پالس سکانس های گرادیان اکو بطور معمول استفاده می شود، هسته های ایستا را که پالس های RF مکرر دریافت می کنند را اشباع می کنند و در نتیجه، بنظر می رسد که هسته های در حال جریان سیگنال بالاتری داشته باشند. بعداً در این رابطه بیشتر بحث خواهیم کرد. در نتیجه، در پالس سکانس های گرادیان اکو، روشنایی سیگنال جریان افزایش می یابد و معمولاً گفته می شود که این پالس سکانس ها "حساس به جریان"^۳ هستند.

Flow-sensitive ^۳

خلاصه:

- پدیده زمان پرواز ایجاد روشنایی مرتبط با جریان یا از دست رفتن سیگنال سرعت بالا می شود
- روشنایی مرتبط با جریان زیاد می شود، اگر:
 - سرعت جریان کاهش یابد
 - مقدار TE کاهش یابد
 - ضخامت اسلایس زیاد شود
- میزان از دست رفتن سیگنال سرعت بالا افزایش می یابد، اگر:
 - سرعت جریان افزایش یابد
 - مقدار TE زیاد شود
 - ضخامت اسلایس کاهش یابد.

MRI in Practice, Chapter 6: By Catherine Westbrook, 2006

مرجع: