

**Российская медицинская академия последипломного образования
Минздрава России
Кафедра фундаментальной и клинической неврологии МБФ РНИМУ
им. Н.И.Пирогова**

Взвешенность изображений. Импульсные последовательности. Семиотика

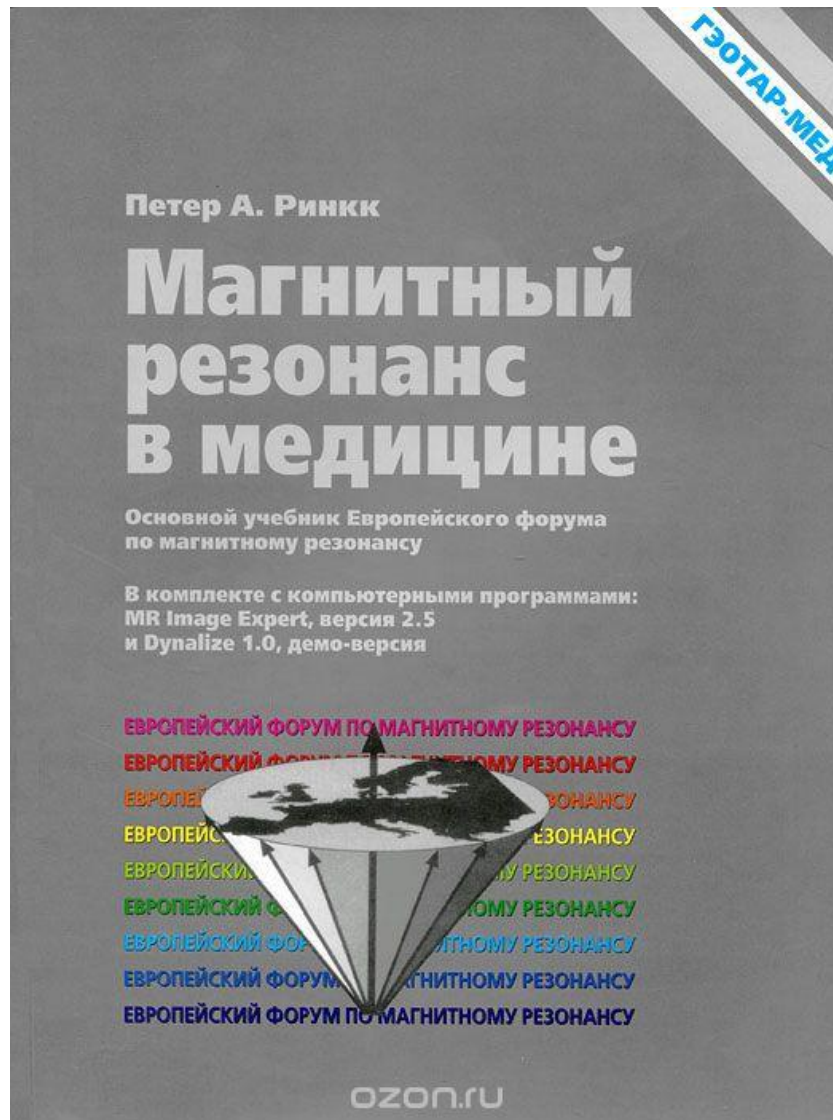
Аспирант кафедры рентгенологии и радиологии РМАПО

Татьяна Александровна Логунова

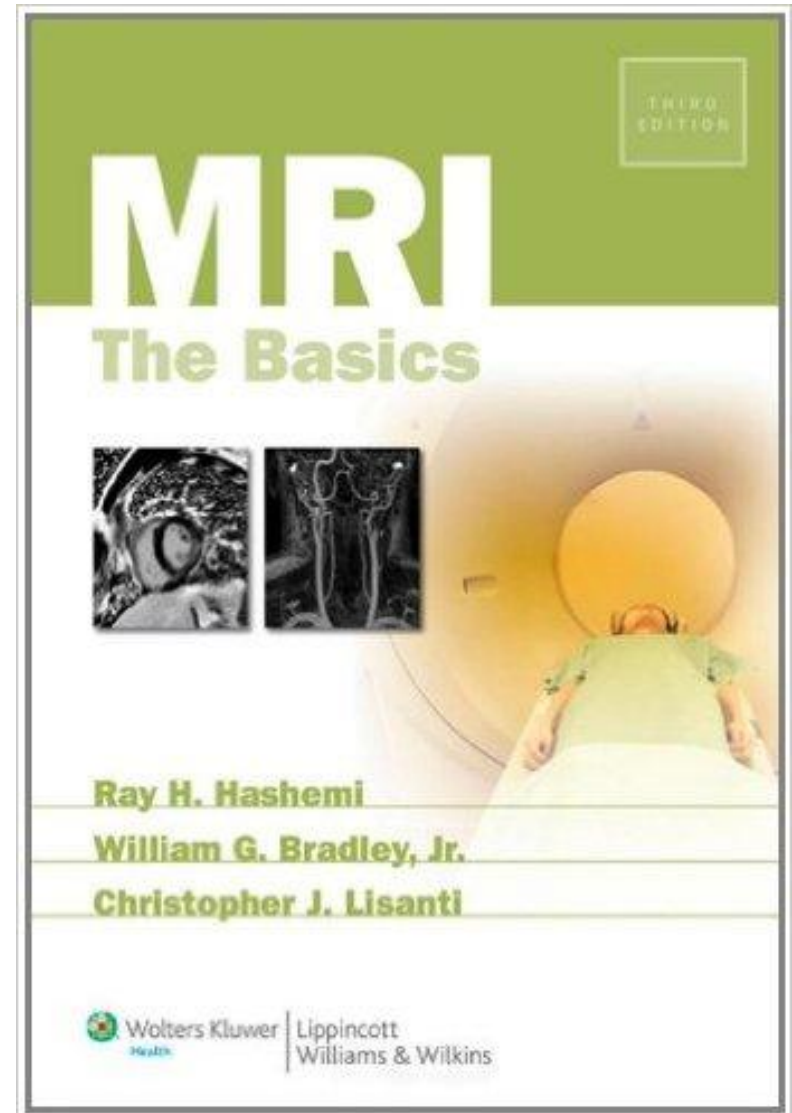
Logunova.tatiana@gmail.com

Москва
2016

Что почитать?

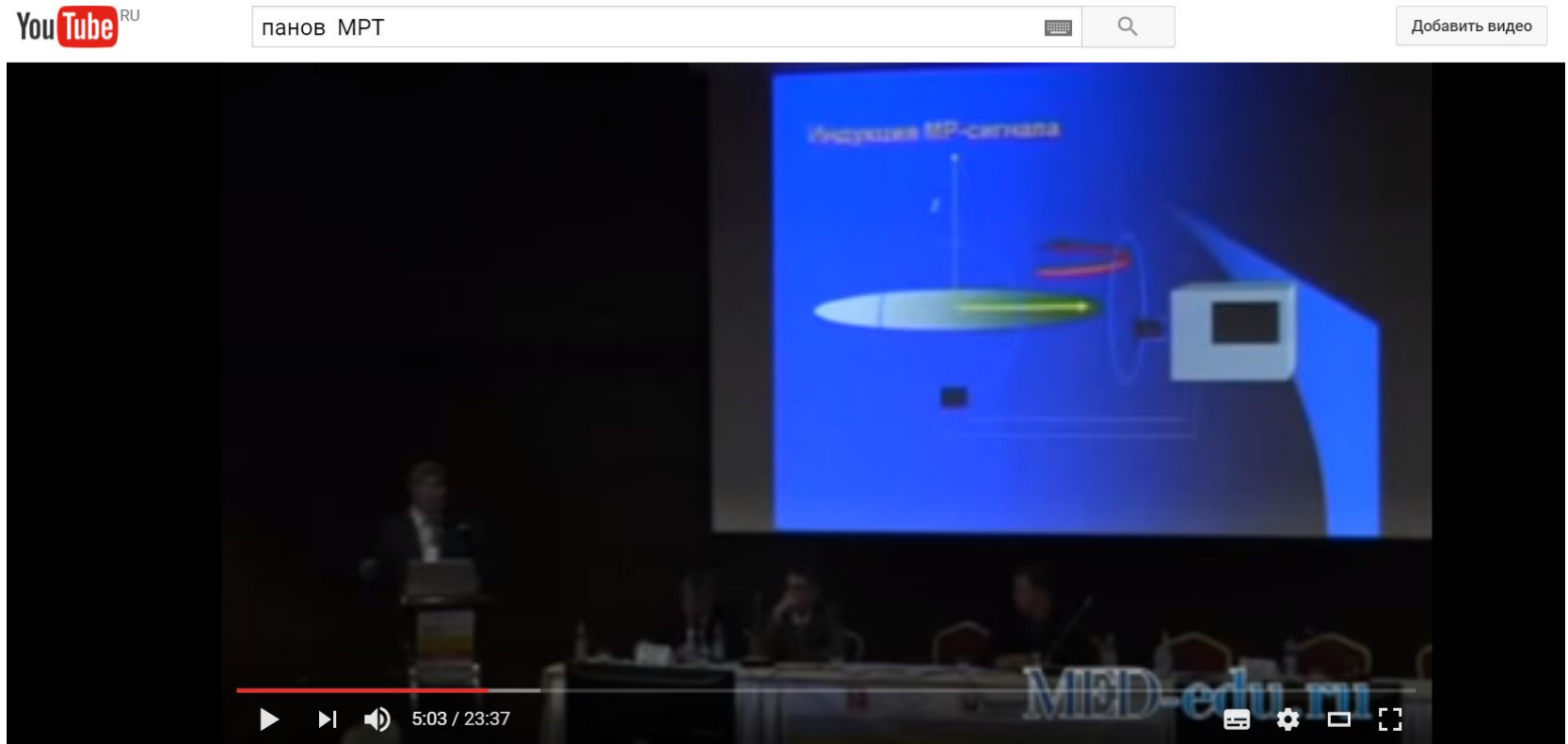


<http://www.ozon.ru/context/detail/id/2191131/>



<https://www.amazon.com/MRI-Ray-Hashman-Hashemi-PhD/dp/1608311155>

Что посмотреть?



Панов В.О. Физические основы МРТ.flv



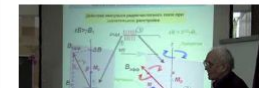
mri581

Подписаться 43

8 569 просмотров

Следующее

Автоспроизведение



Физика МРТ

sevastyan91

4 551 просмотр

<https://www.youtube.com/watch?v=MNnsoLSbwcY>

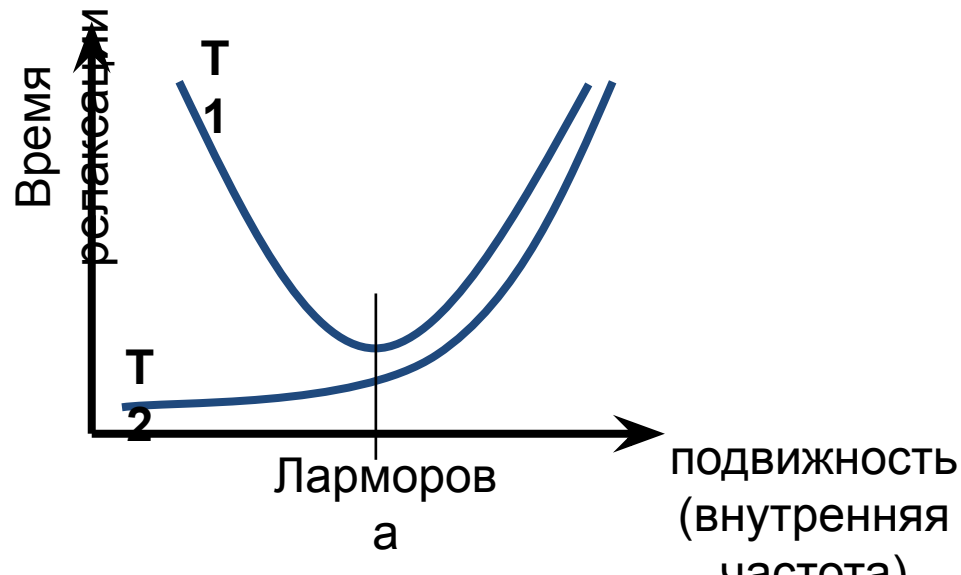
<https://www.youtube.com/watch?v=HmOI8DsZb0o>

<https://www.youtube.com/watch?v=0RMiv71bjrs>

!!! <http://www.slideshare.net/drpsdeb/mri-basics> !!!

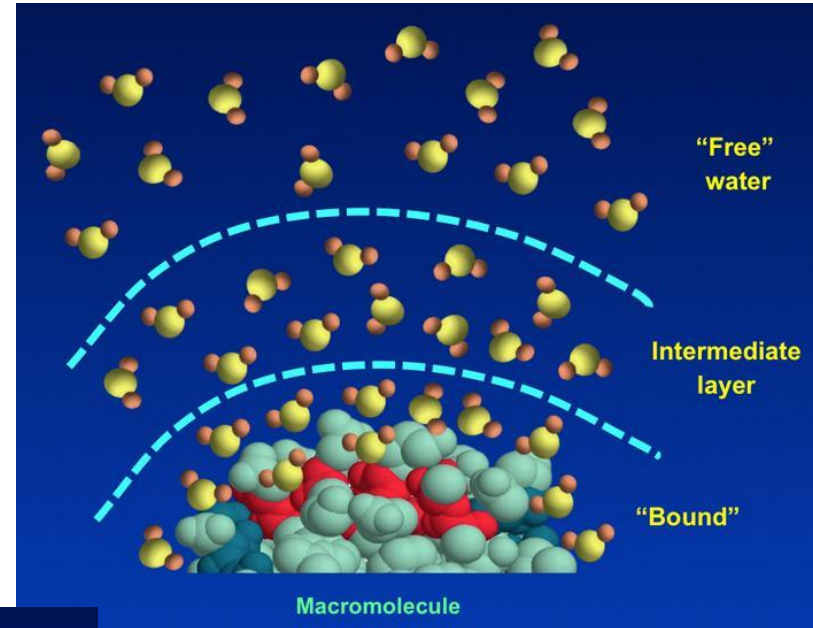
Релаксация

T1 - релаксация Спин-решетчатая	T2-релаксация Спин-спиновая
Температура	Температура
Индукция внешнего магнитного поля	Индукция внешнего магнитного поля
Подвижность системы	Подвижность системы
Наличие пара-/супер-/ферромагнетиков	Наличие пара-/супер-/ферромагнетиков
Энергия	Не энергозависима
	Неоднородность локального магнитного поля

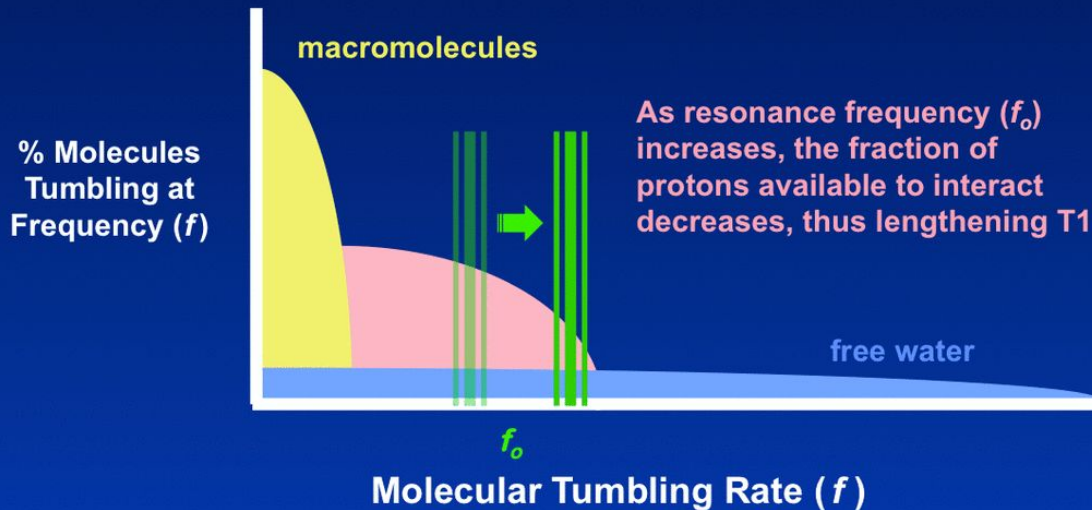


Времена релаксации различных тканей

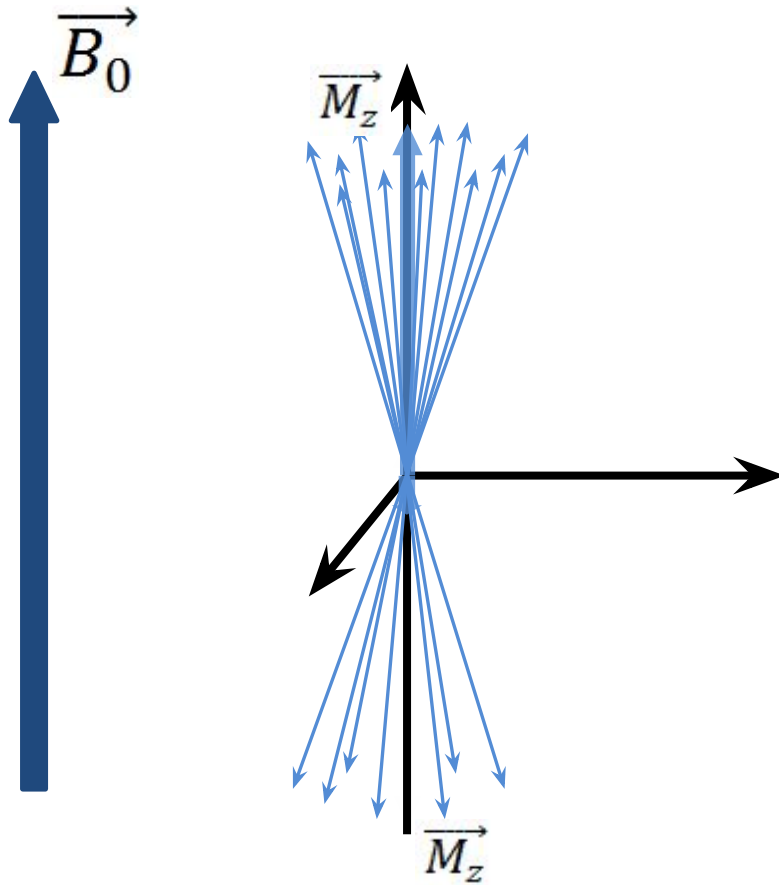
Tissue	T1 (msec)	T2 (msec)
Water/CSF	4000	2000
Gray matter	900	90
Muscle	900	50
Liver	500	40
Fat	250	70
Tendon	400	5
Proteins	250	0.1- 1.0
Ice	5000	0.001



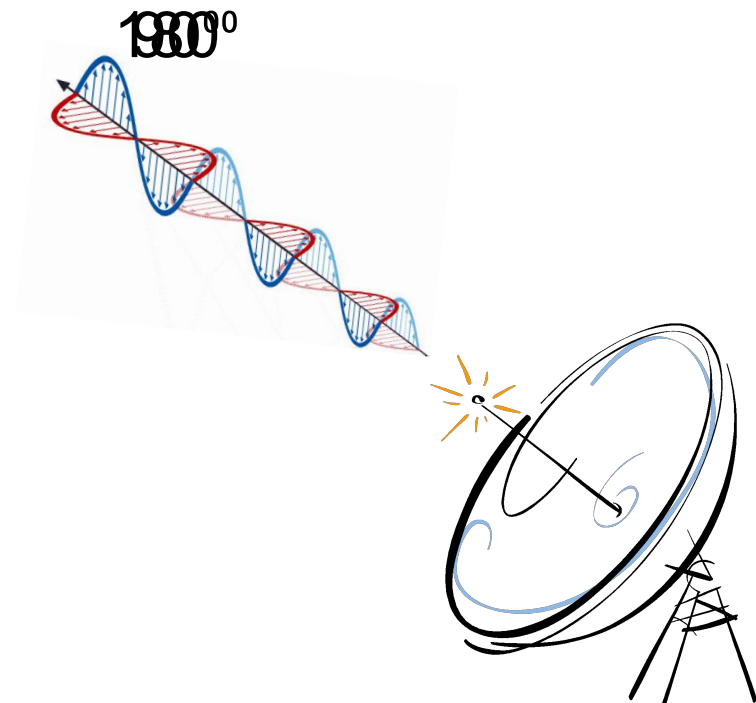
Field Strength Dependence of T1



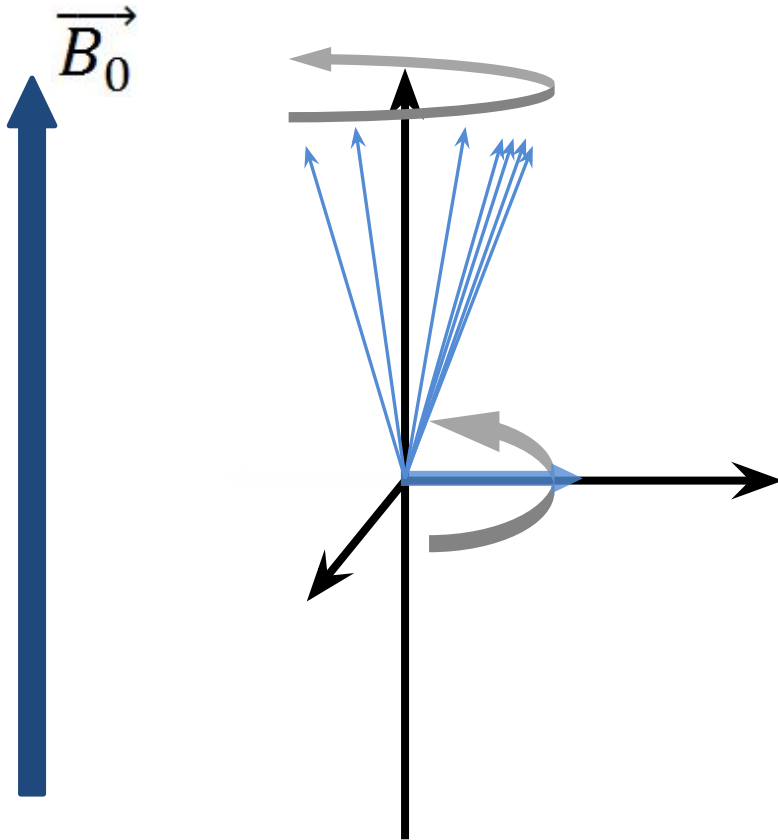
Продольная намагниченность



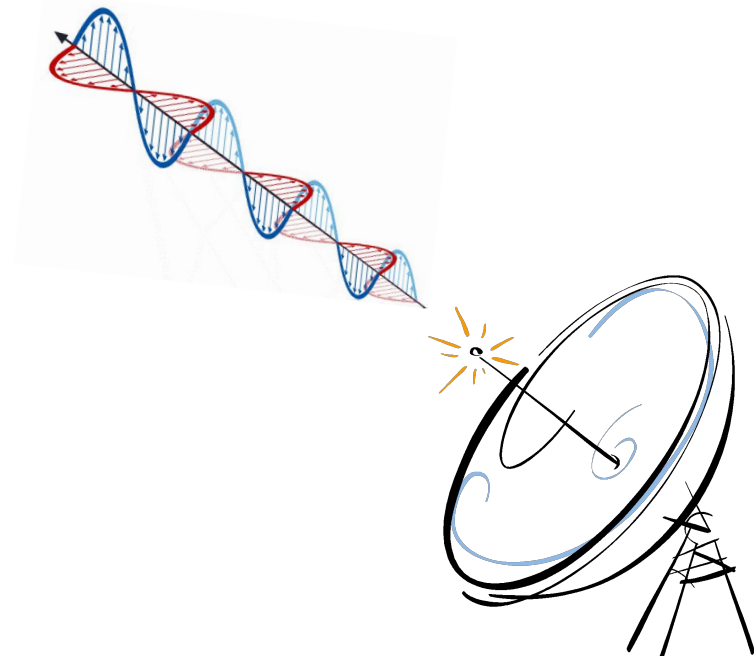
Энергетический переход



Поперечная намагниченность

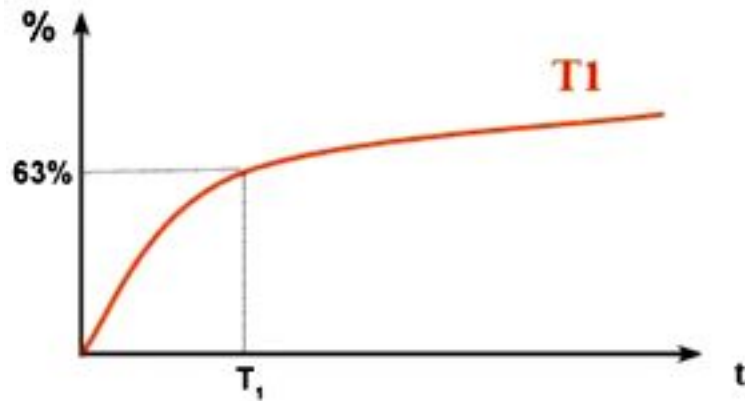
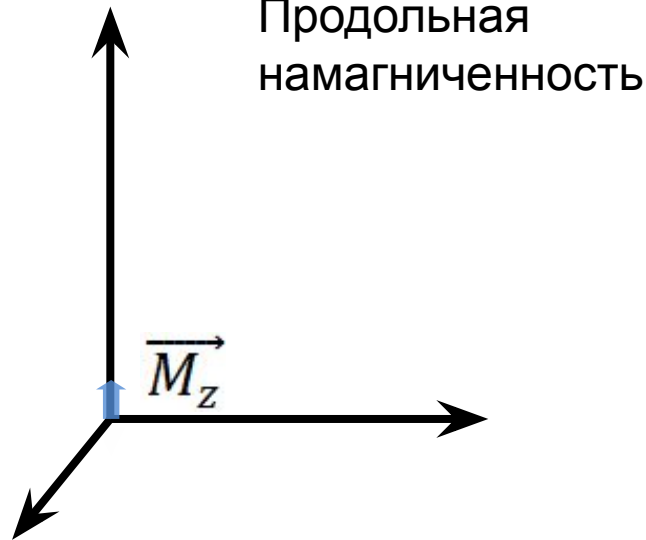


Фазировка



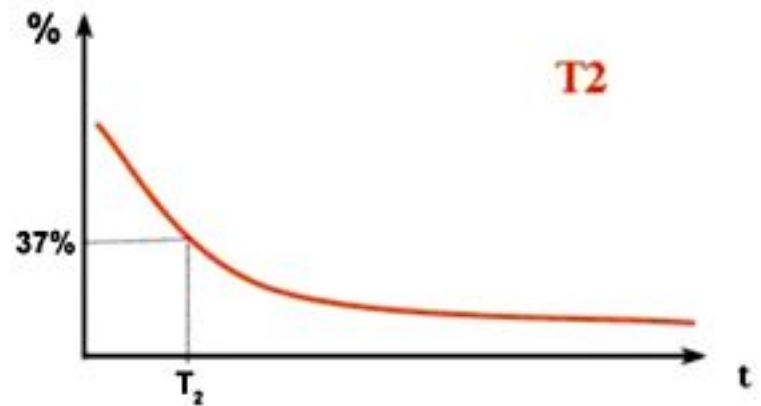
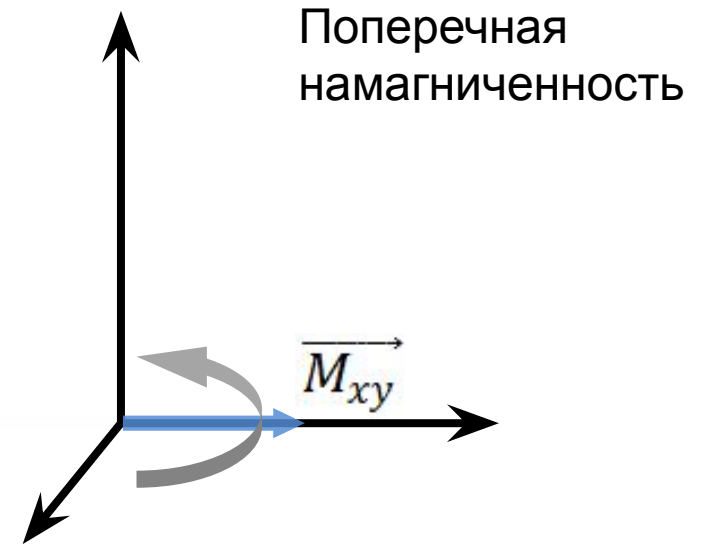
Релаксация

**T
1**



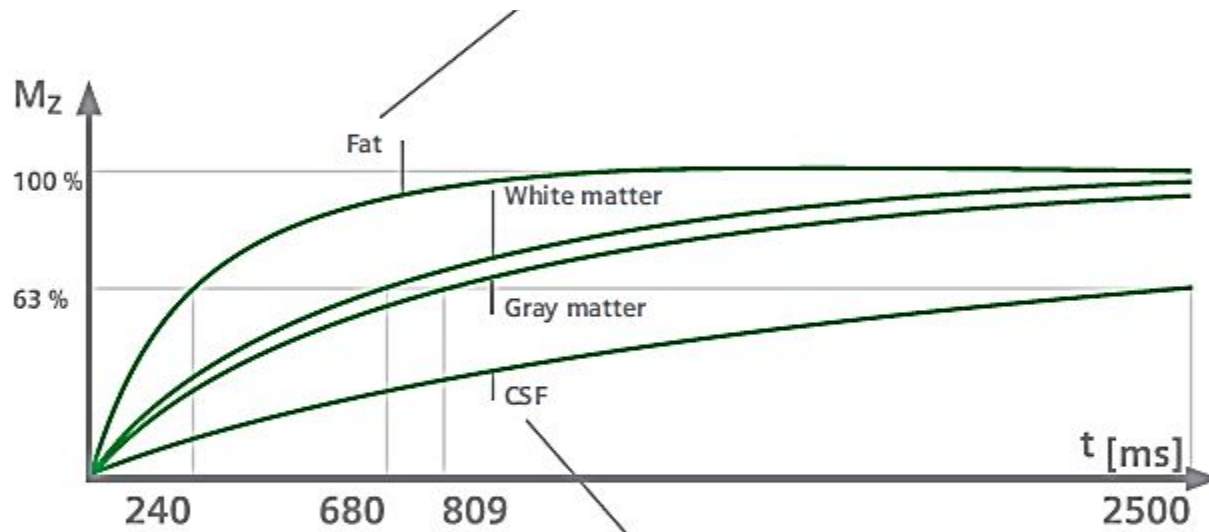
$$M_t = M_{z0}(1 - e^{-t/T_1})$$

**T
2**

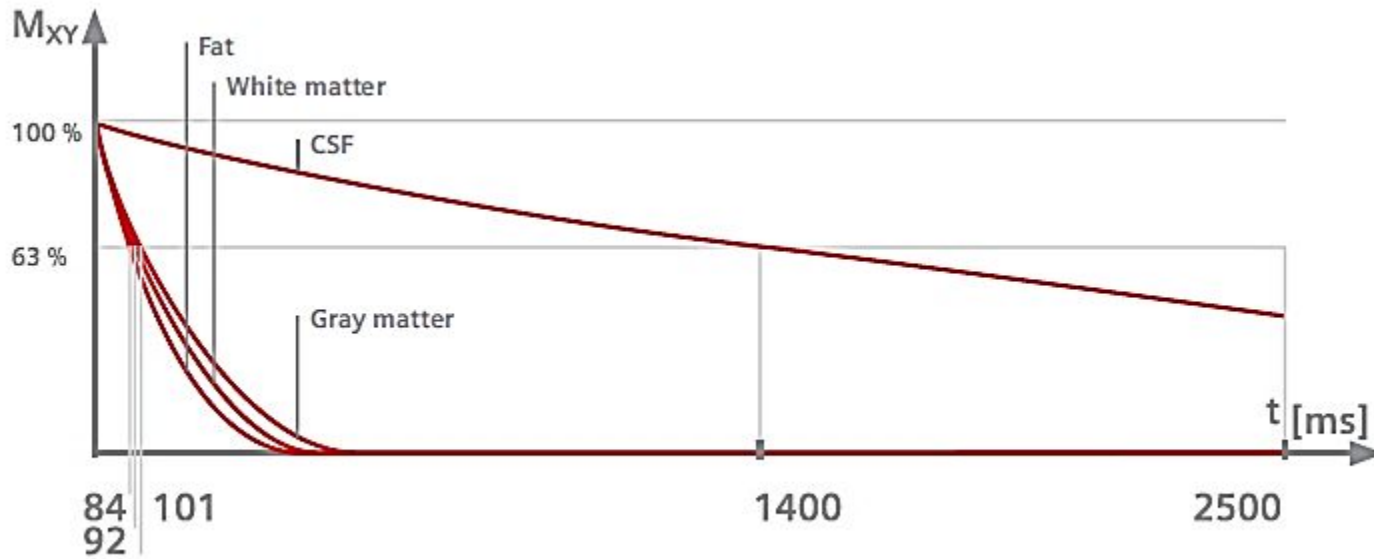


$$M_t = M_{z0} * e^{-t/T_2}$$

Времена релаксации различных тканей

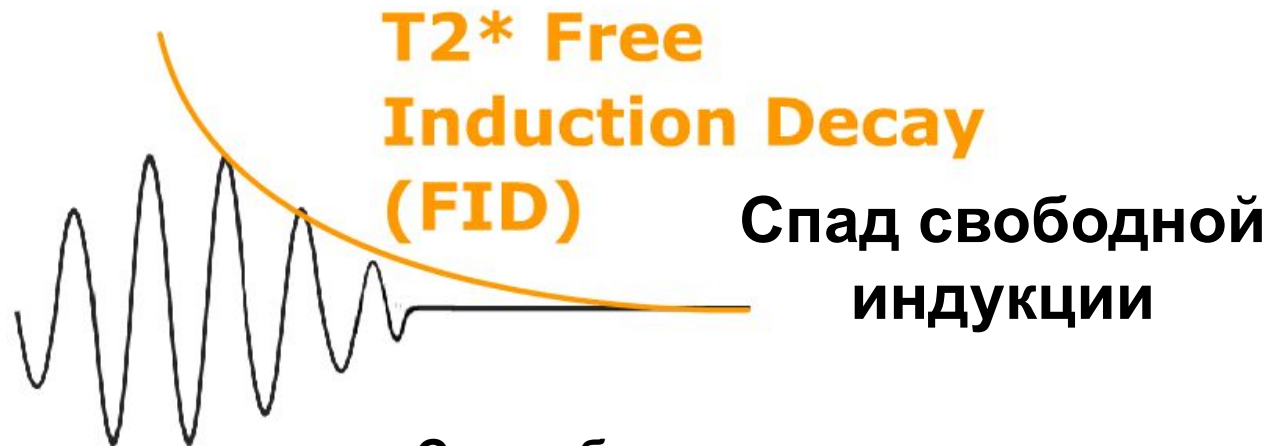
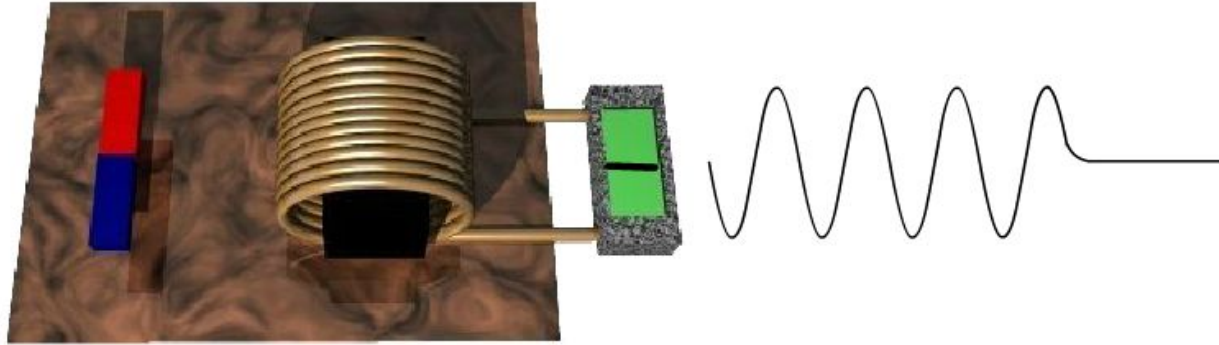


T1



T2

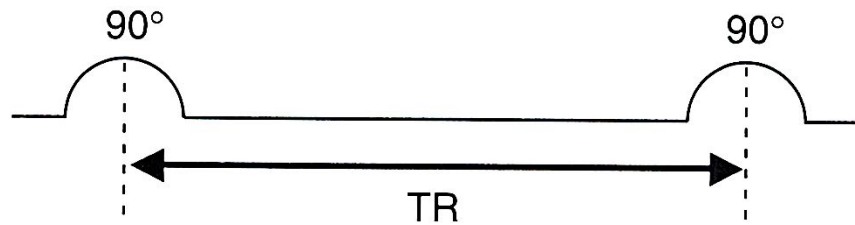
Получение МР-сигнала и параметры изображений



Спад обусловлен:

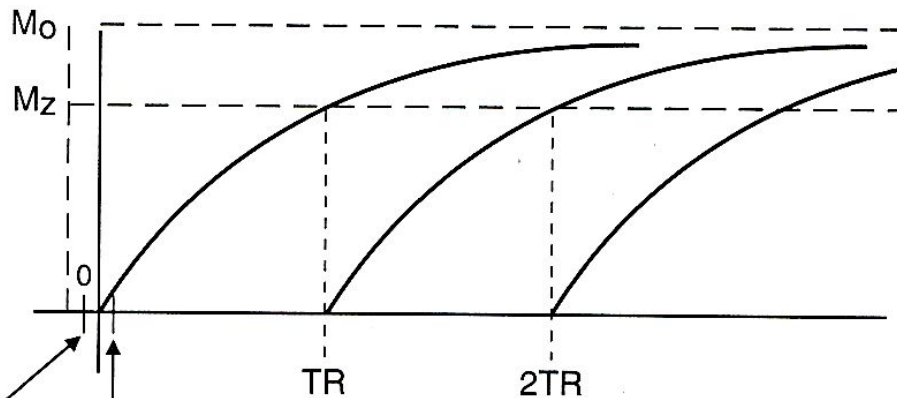
1. Неоднородностью внешнего магнитного поля
2. Спин-спиновыми взаимодействиями

Параметры изображений. TR

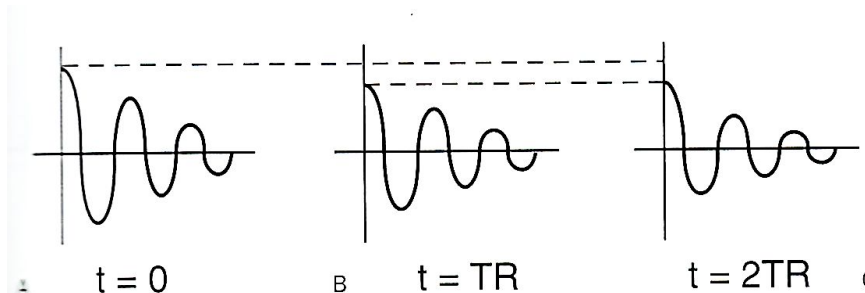
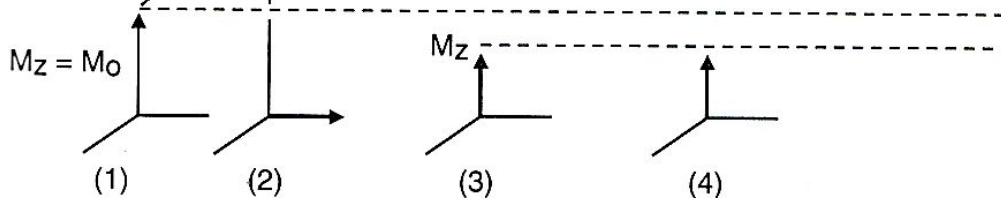


Время между подачей двух возбуждающих импульсов.

Определяет, насколько восстановится продольная намагниченность
Ед. измерения [мс]



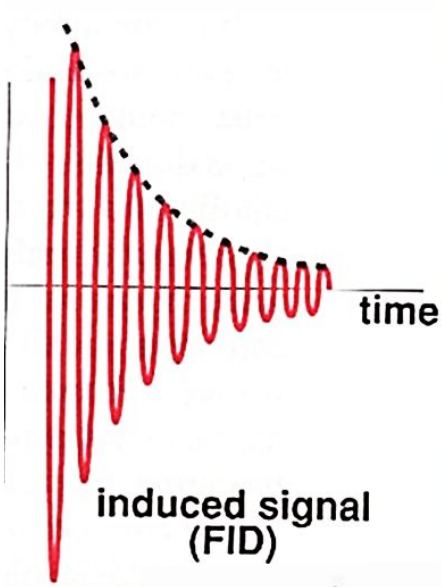
Кривые восстановления продольной намагниченности в зависимости от времени



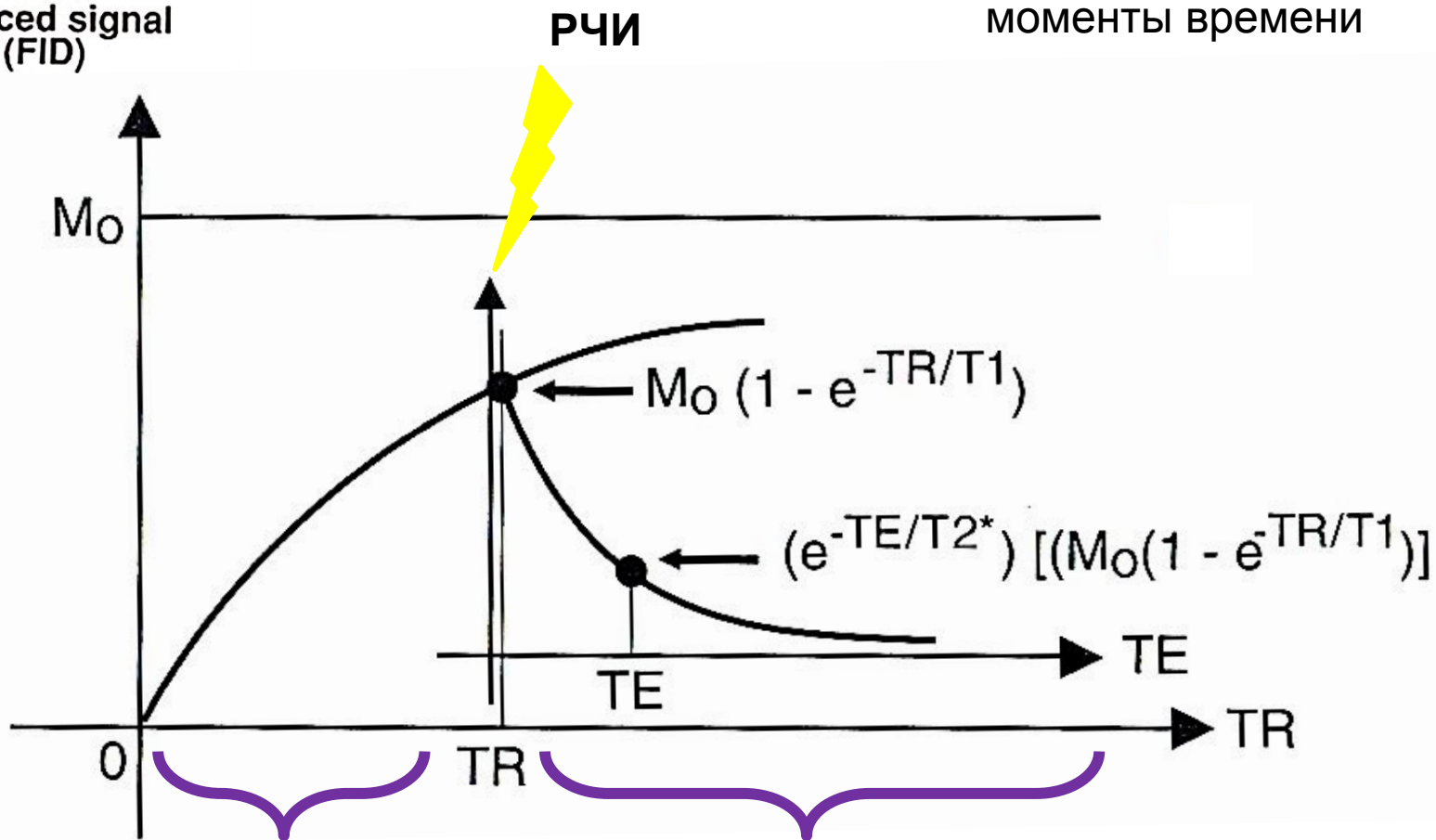
Амплитуда принимаемого сигнала в виде спада свободной индукции (FID) в зависимости от времени

Параметры изображений. TE

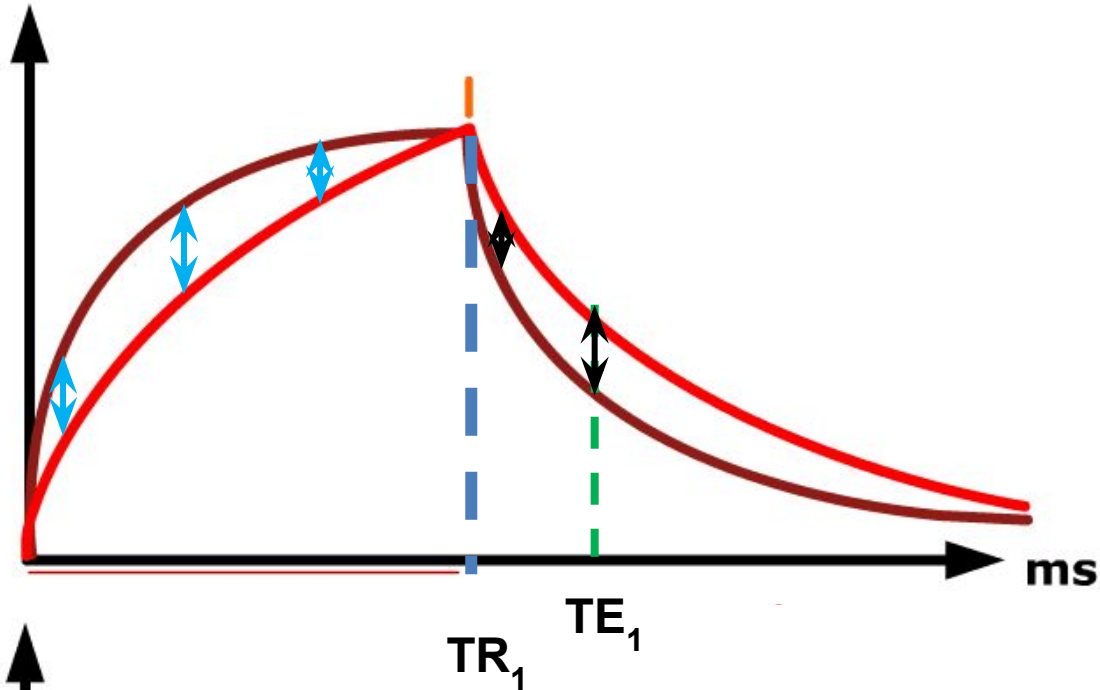
Время задержки эхо; время до эхо
Время регистрации МР-сигнала



Условное представление изменения амплитуды намагниченности в разные моменты времени

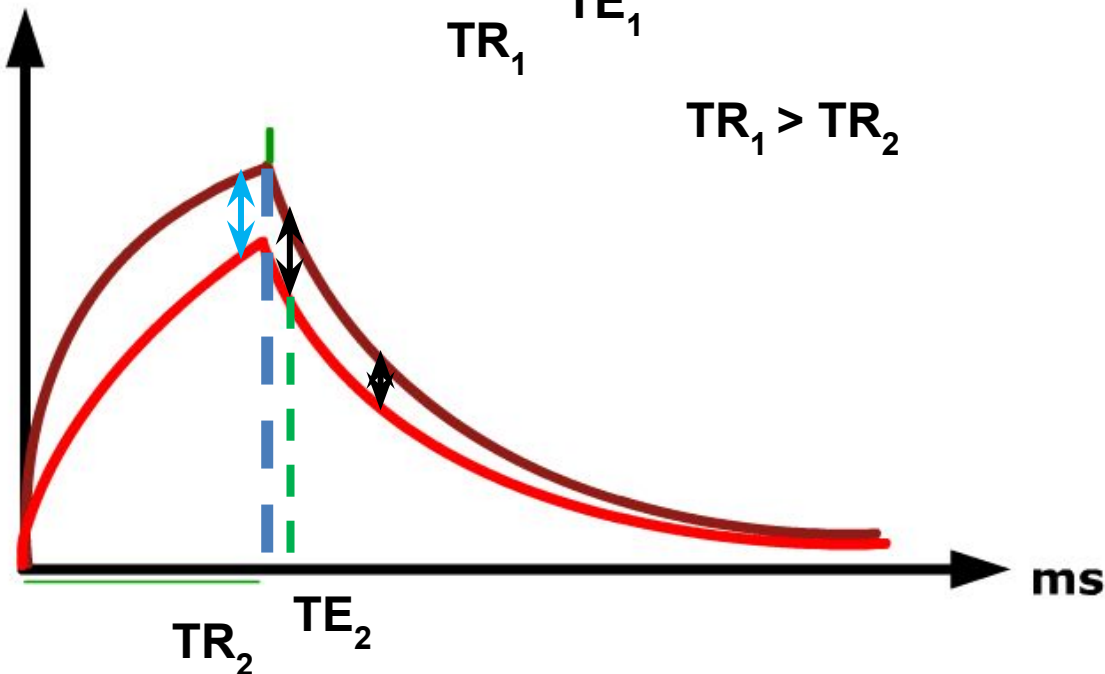


Контраст тканей. T1 взвешенность



T1-взвешенность = вклад T1-релаксации в построение изображения.
Определяется временем TR

В 1 случае: кривые релаксации двух разных тканей пересекаются, их амплитуды одинаковы □ цвет, яркость на картинке будут одинаковые.



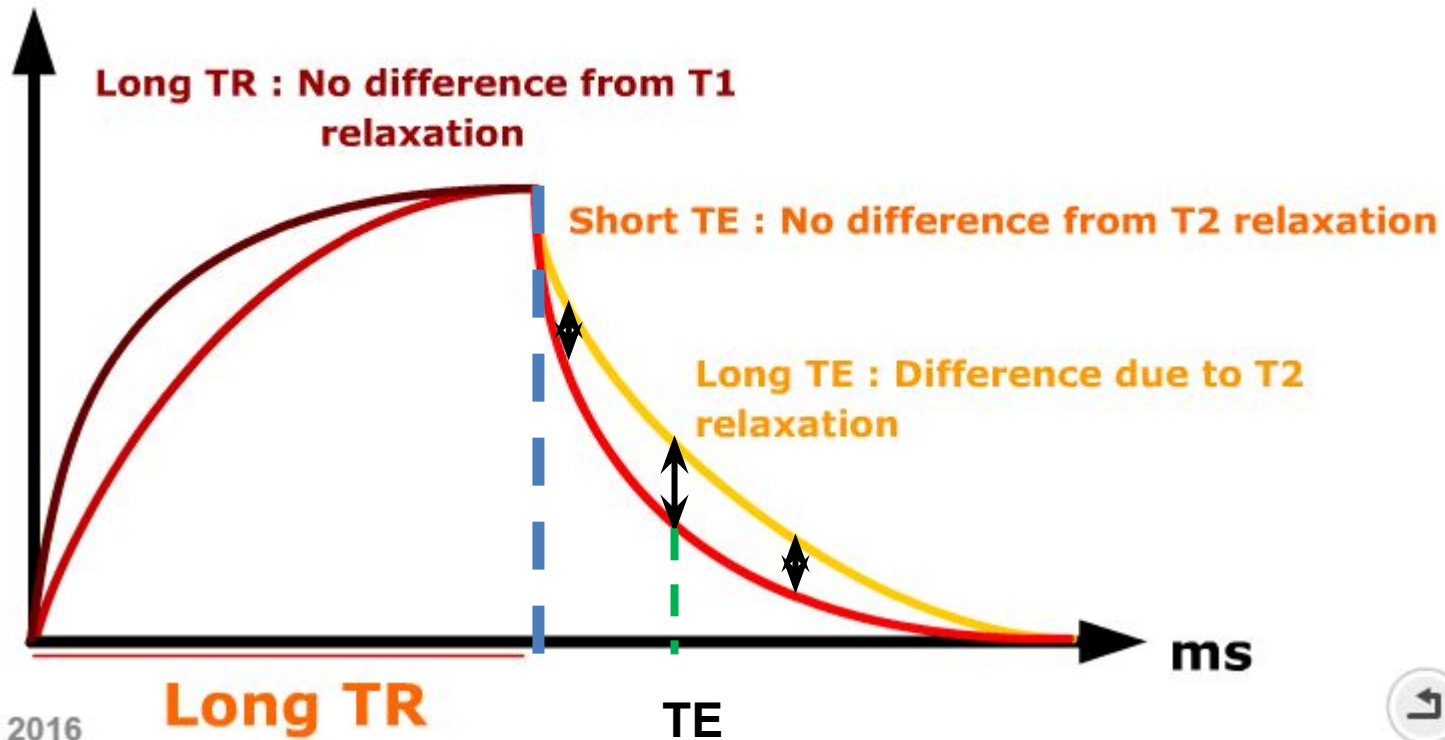
Во 2 случае: кривые релаксации те же, но TR приходится на момент времени, когда их амплитуды разные □ на картинке ткани будут разные по яркости – появится контраст двух тканей.

Контраст тканей. T2 взвешенность

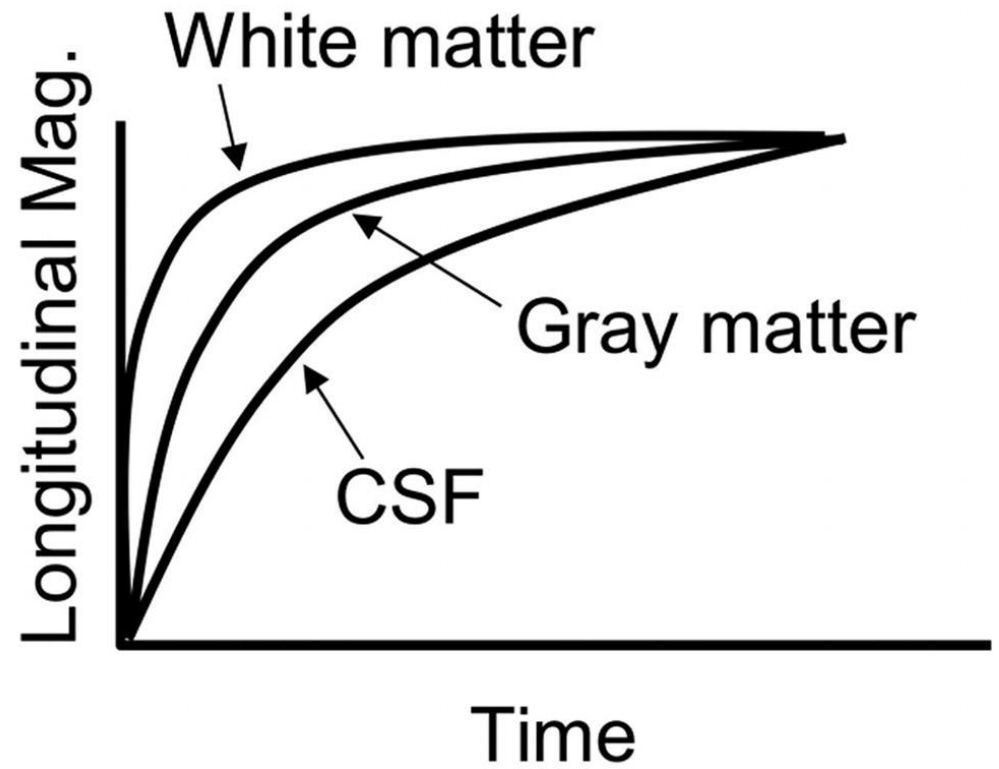
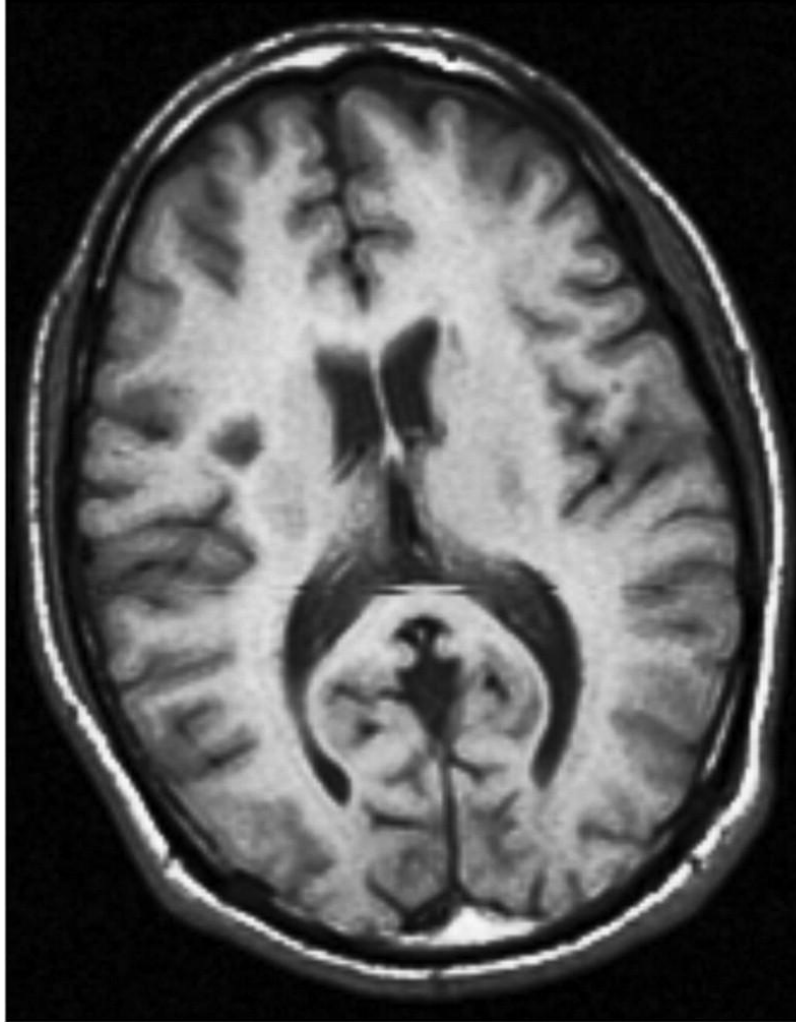
При высоких значениях TR вклад T1-взвешенности минимален, преобладают T2-эффекты.

Для получения высокого контраста тканей имеет смысл выбирать TE в момент максимального расстояния между кривыми релаксации

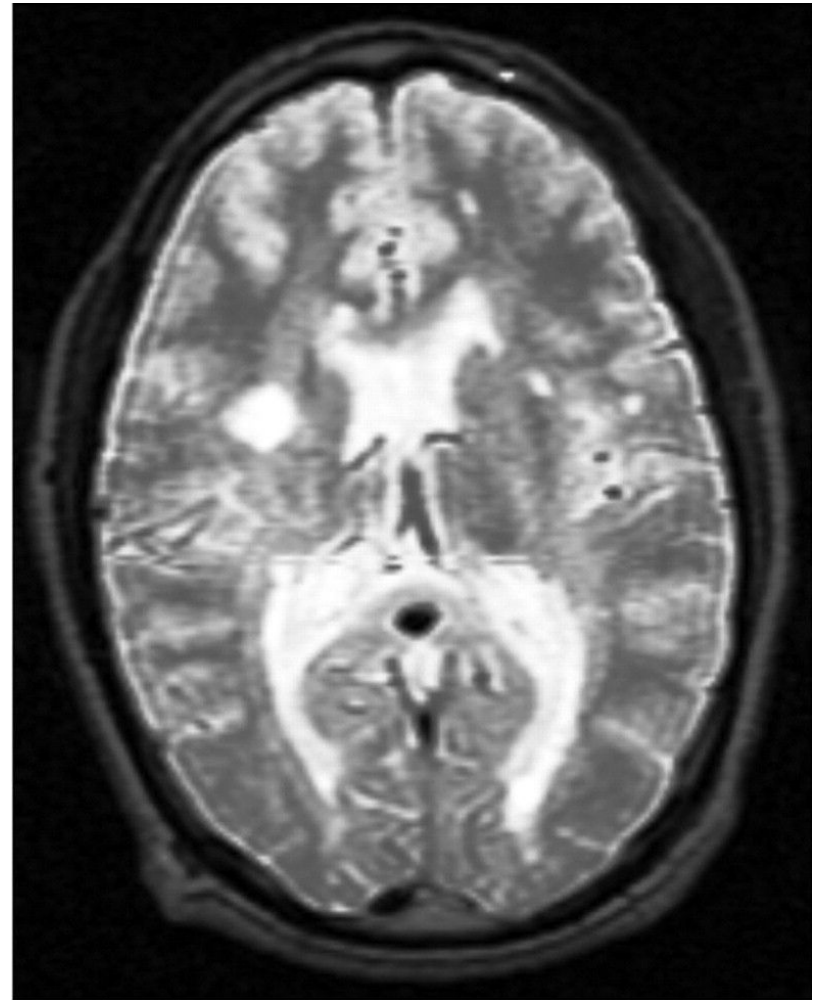
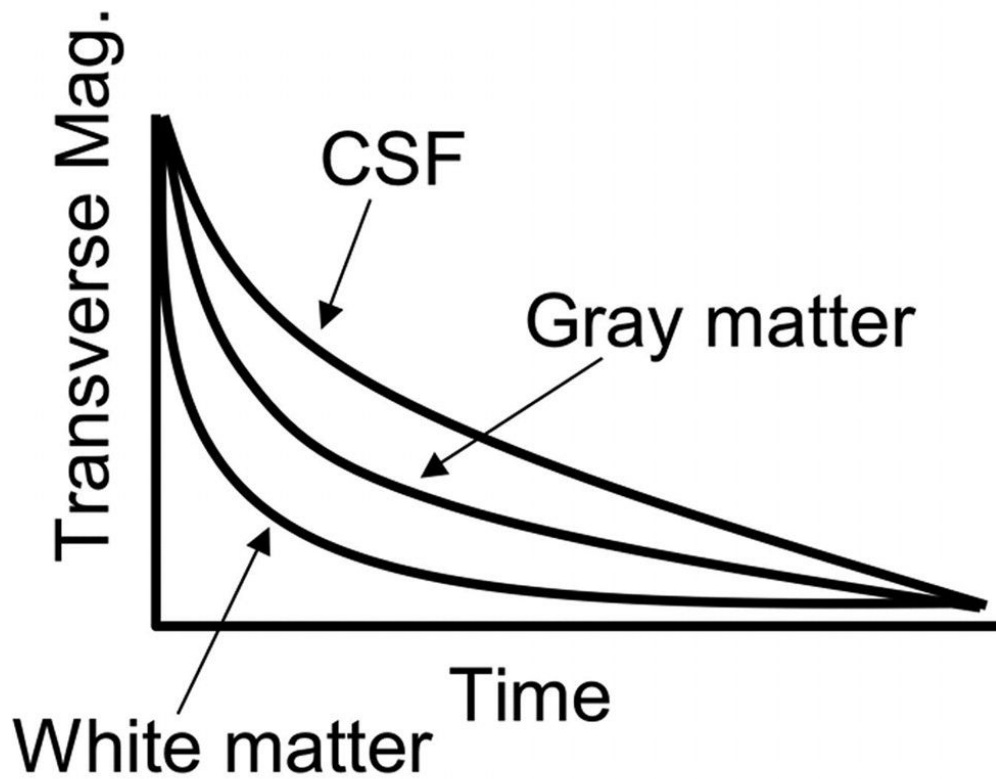
Signal



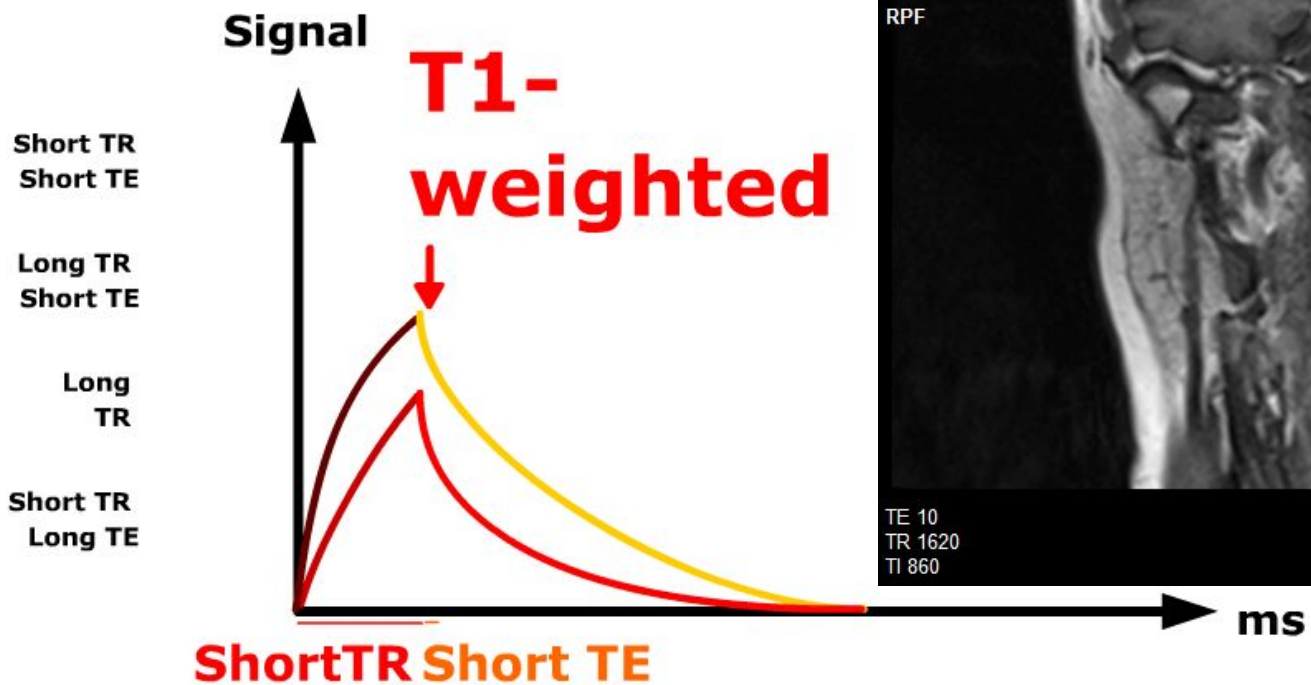
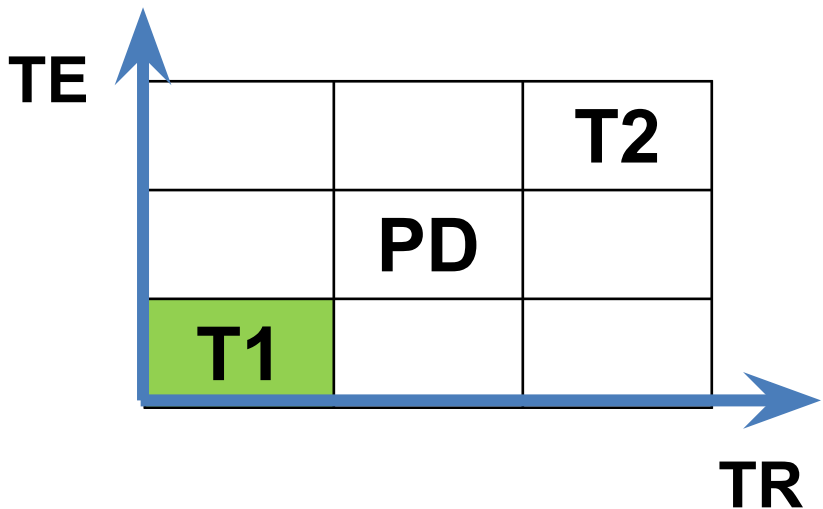
T1-взвешенное изображение



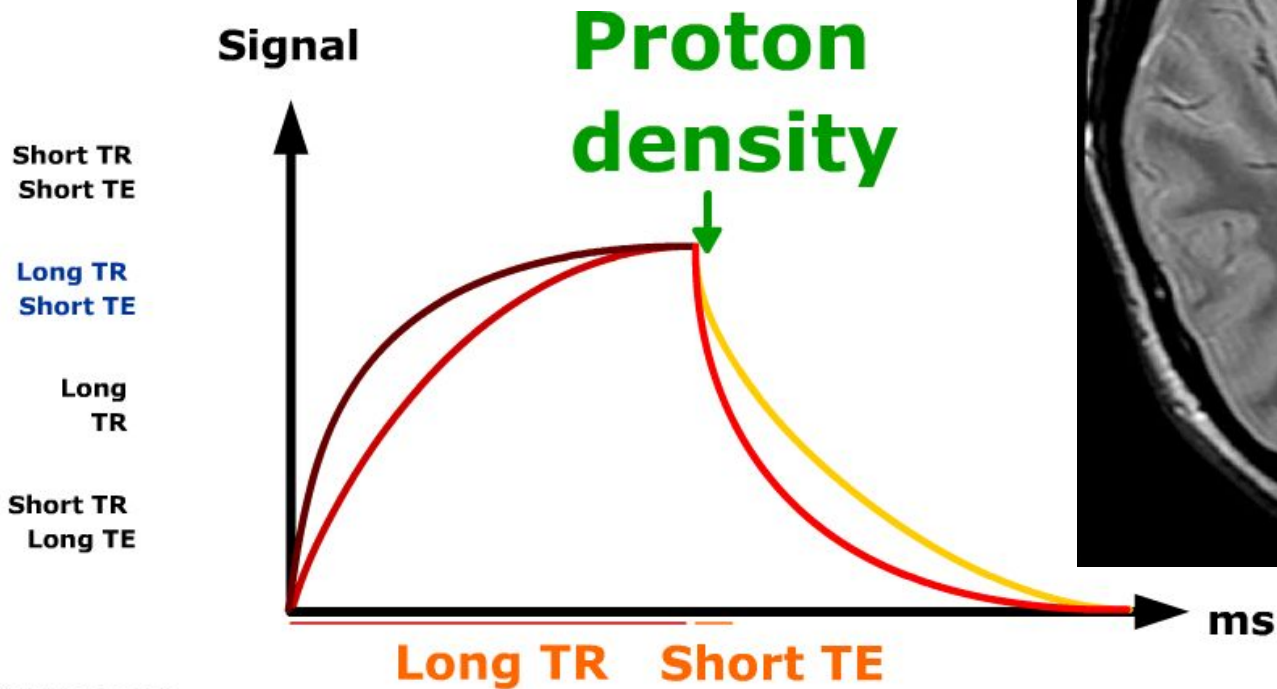
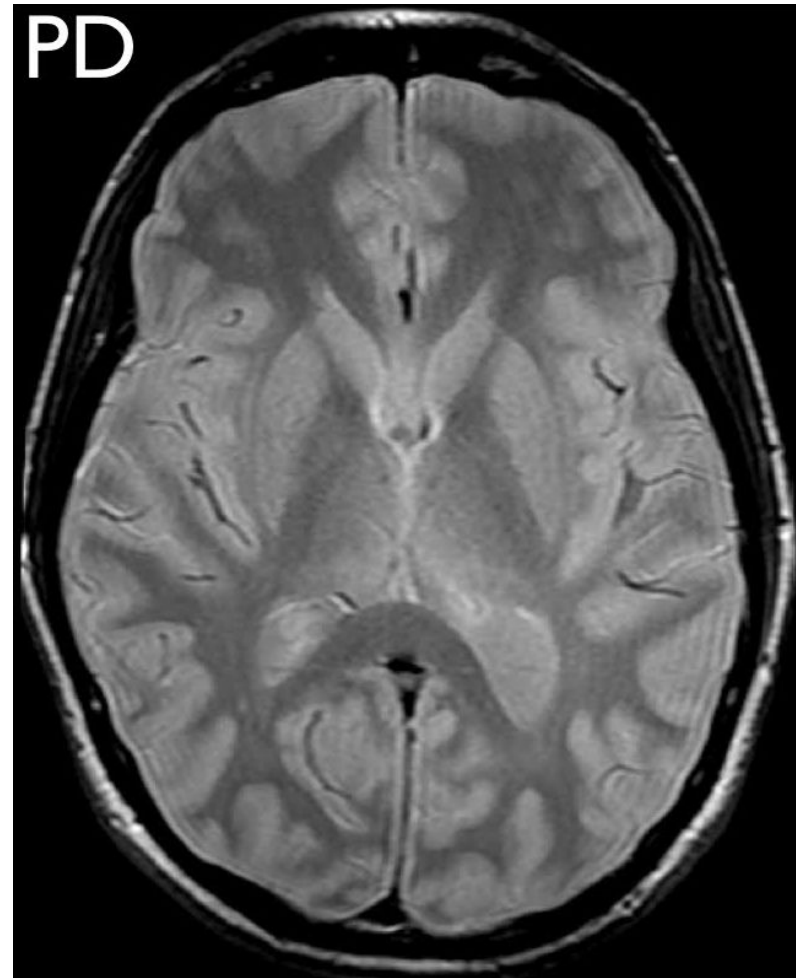
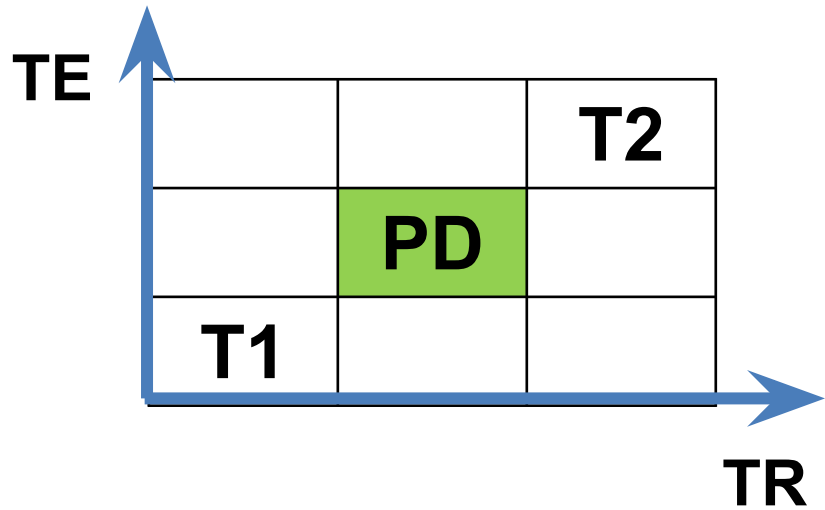
T2-взвешенное изображение



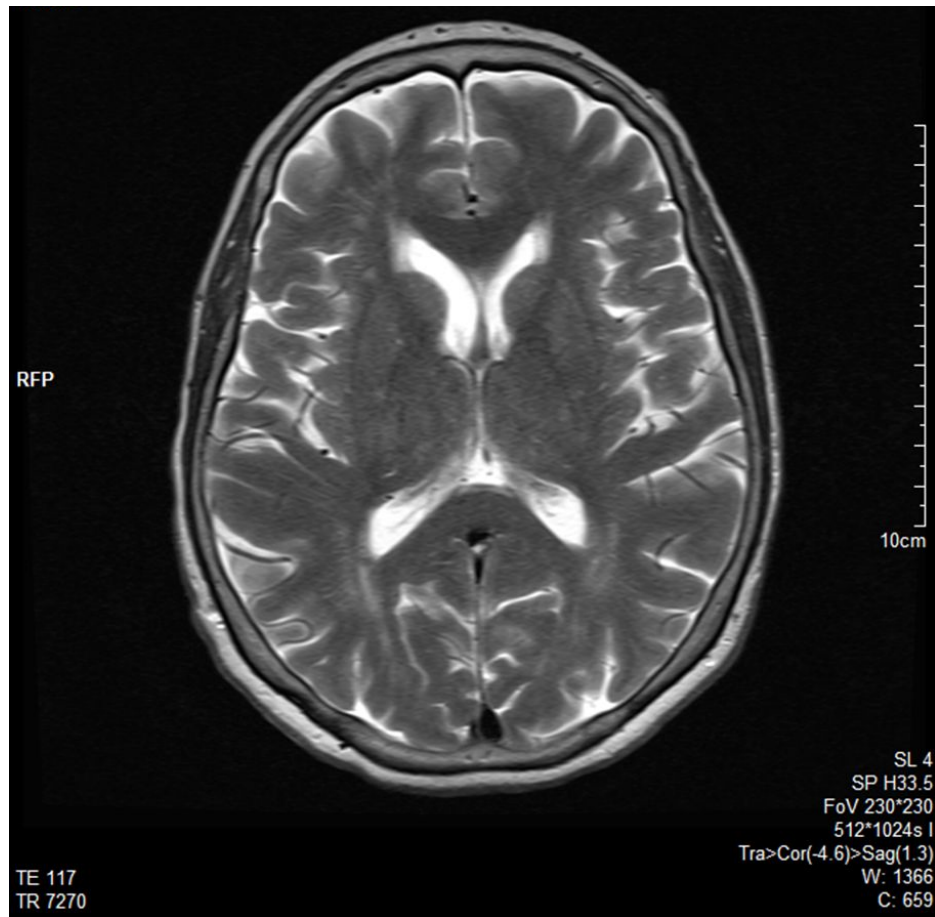
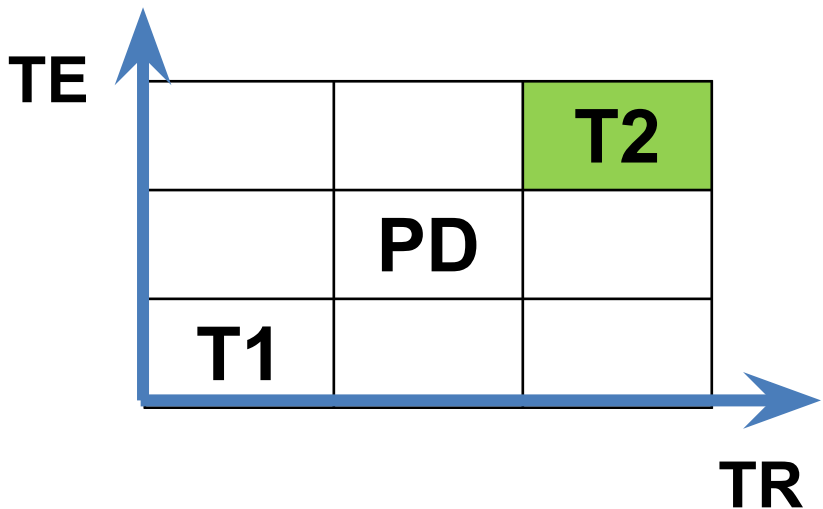
Контраст тканей. Взвешенность



Контраст тканей. Взвешенность



Контраст тканей. Взвешенность



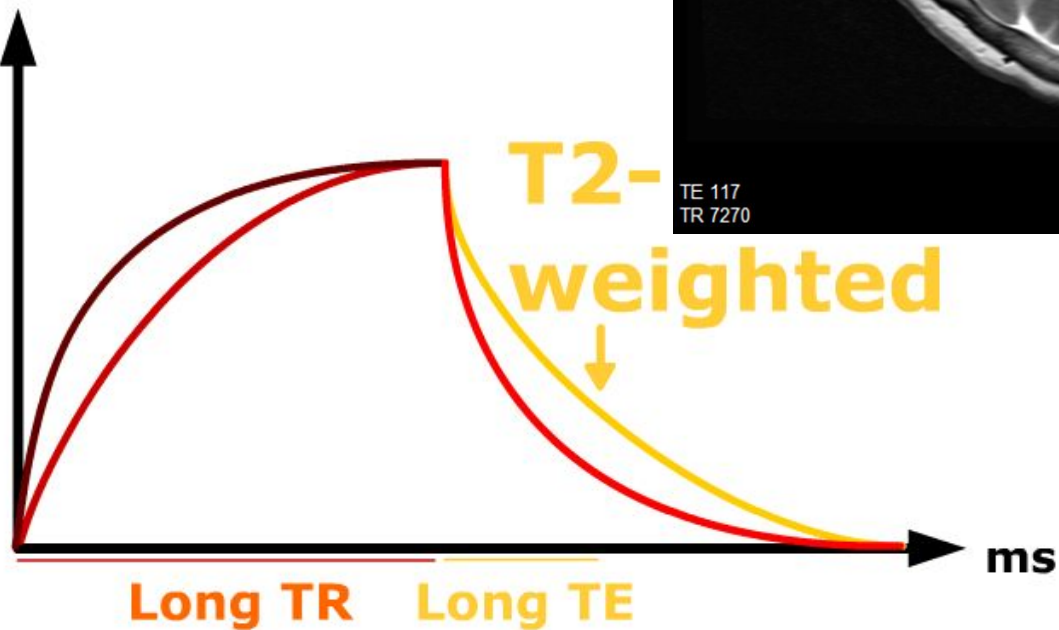
Signal

Short TR
Short TE

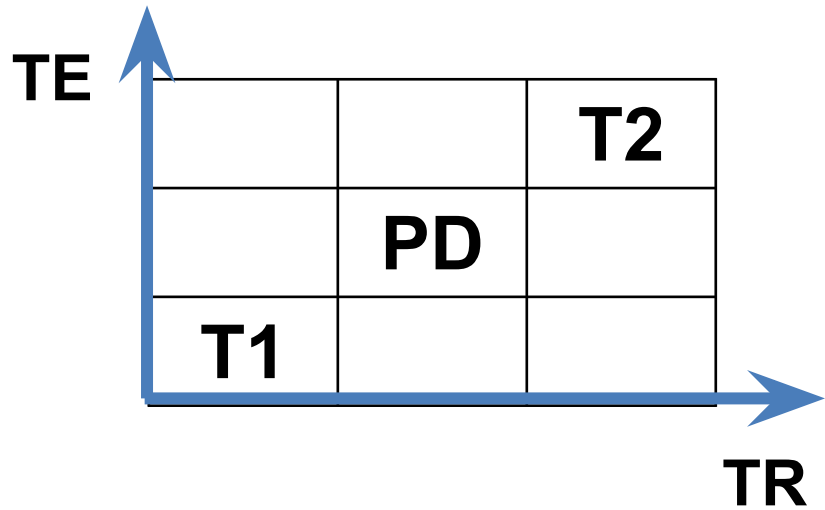
Long TR
Short TE

Long TR
Long TE

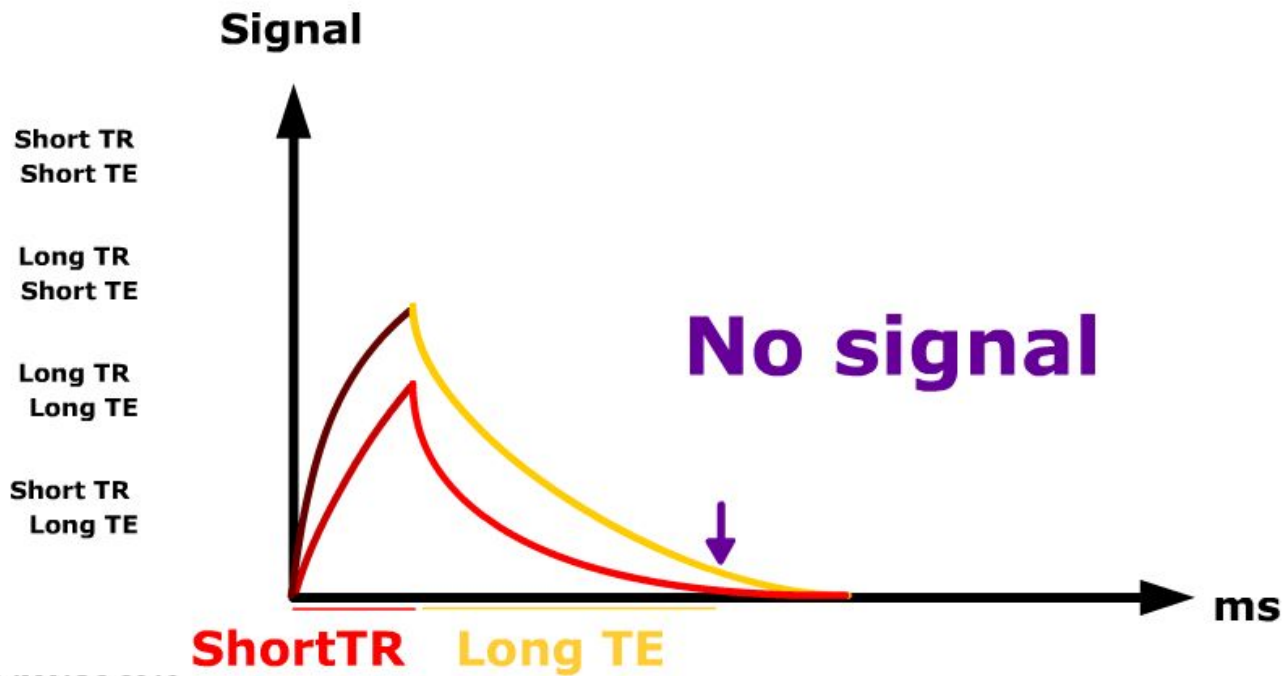
Short TR
Long TE



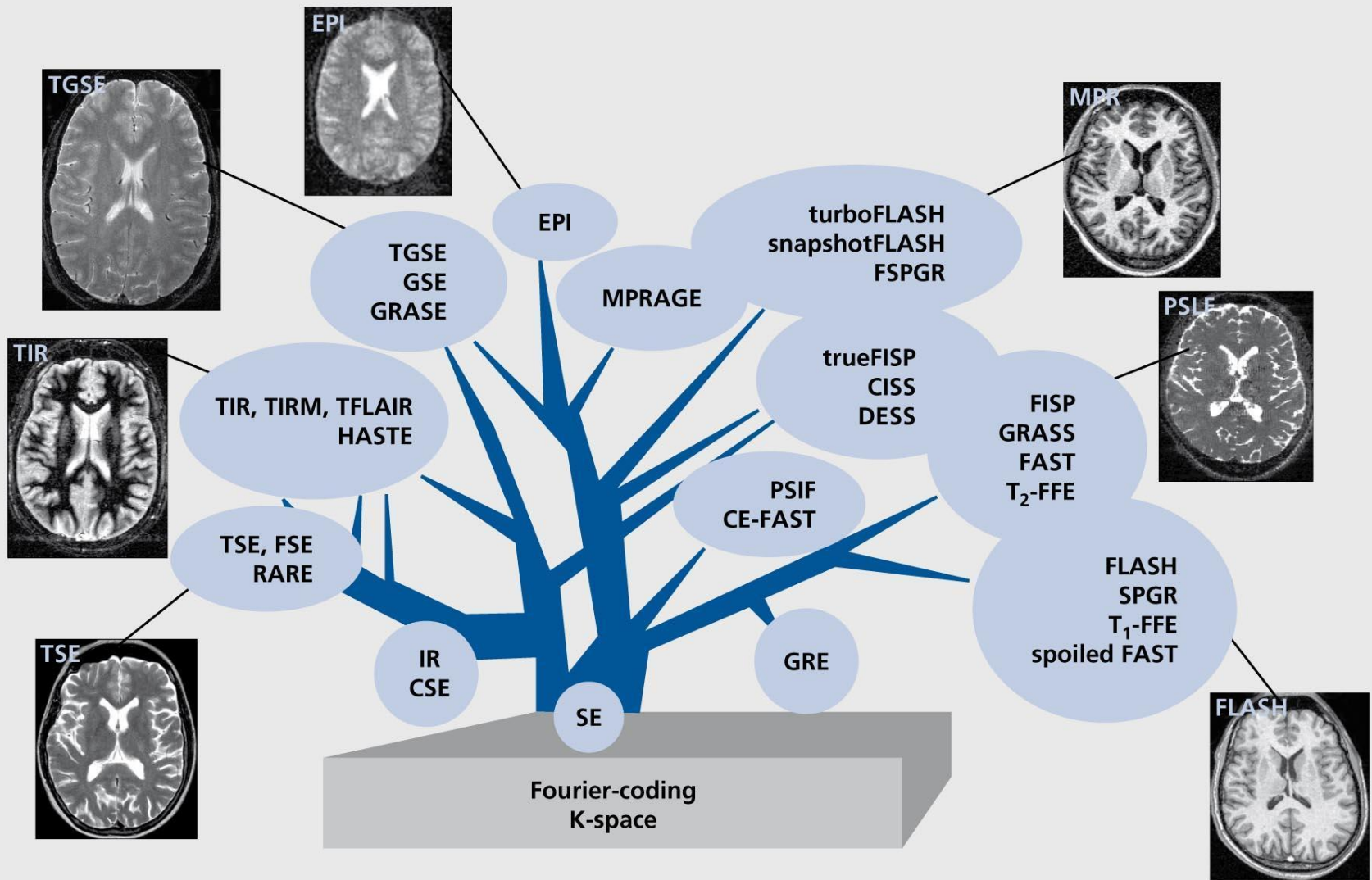
Контраст тканей. Взвешенность



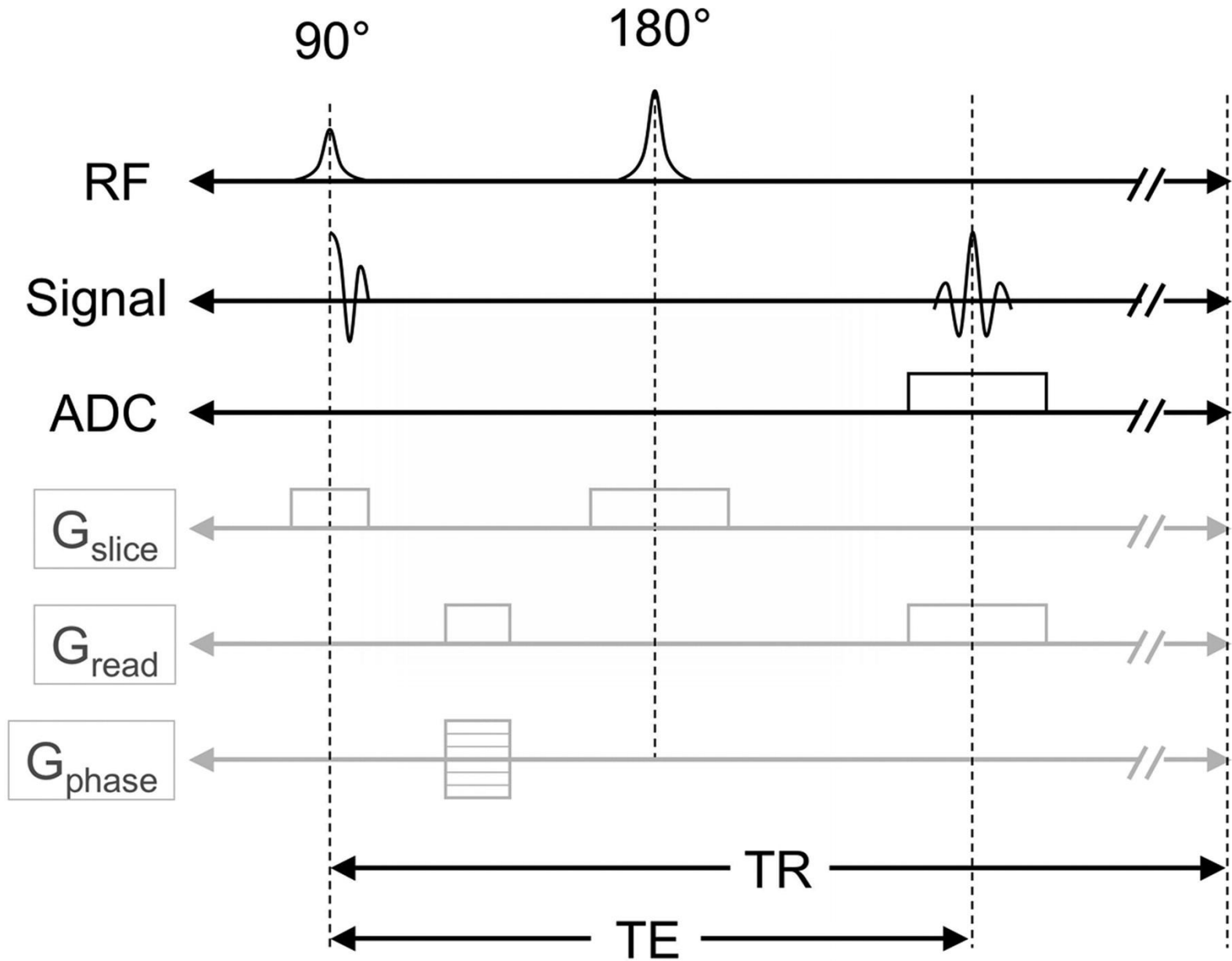
Сканирование даже не
запустится



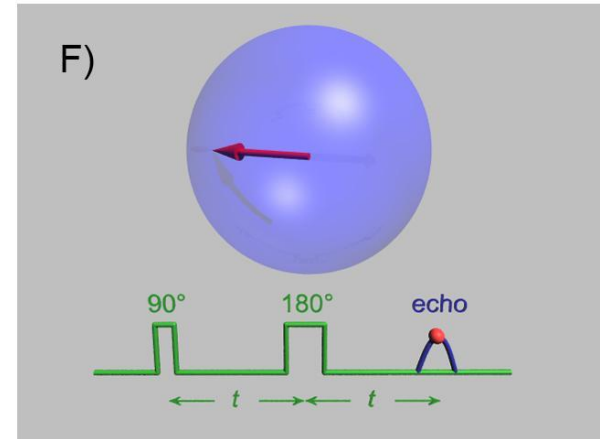
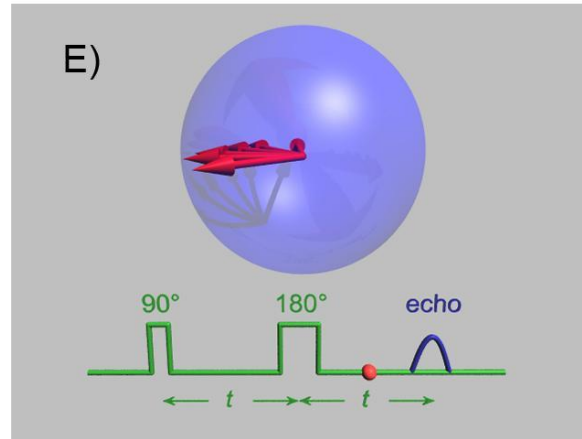
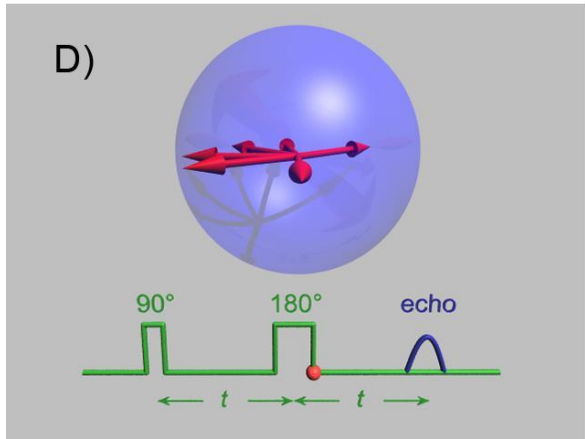
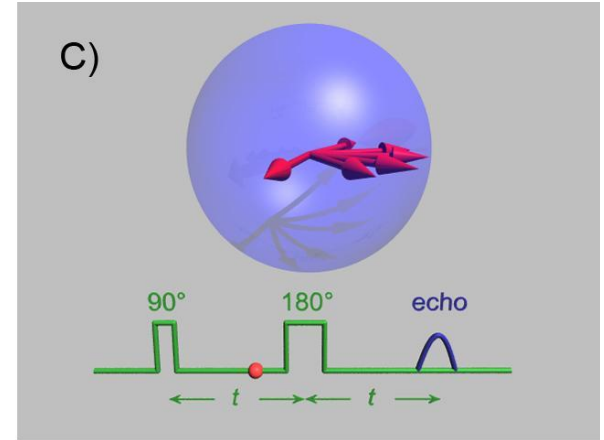
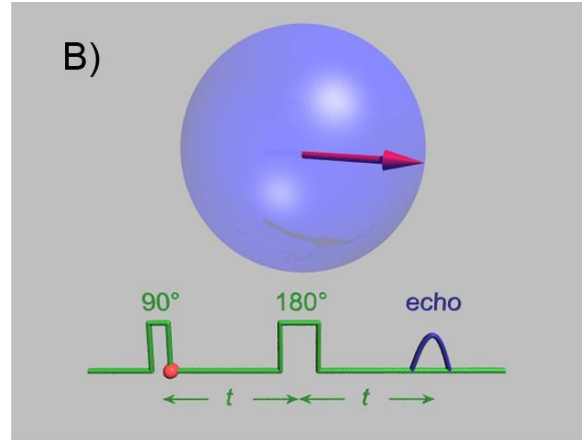
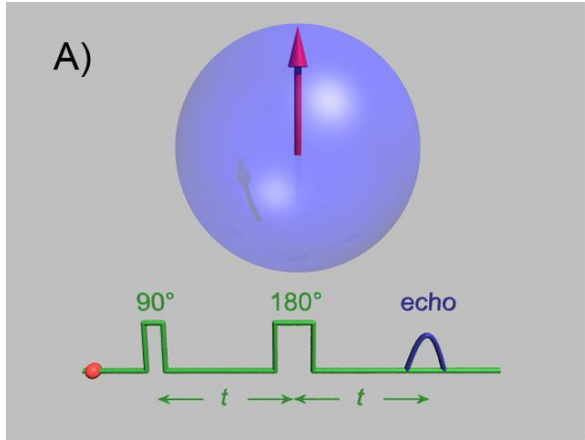
Импульсные последовательности



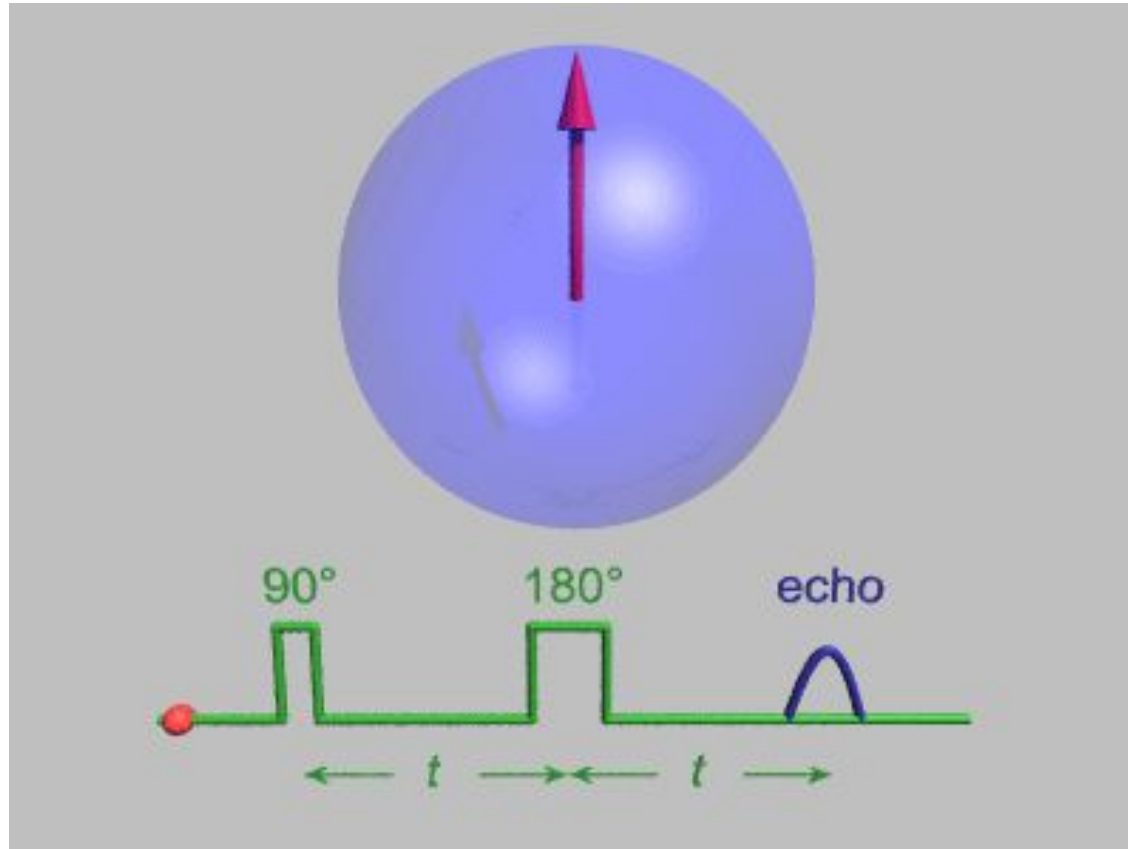
Spin Echo



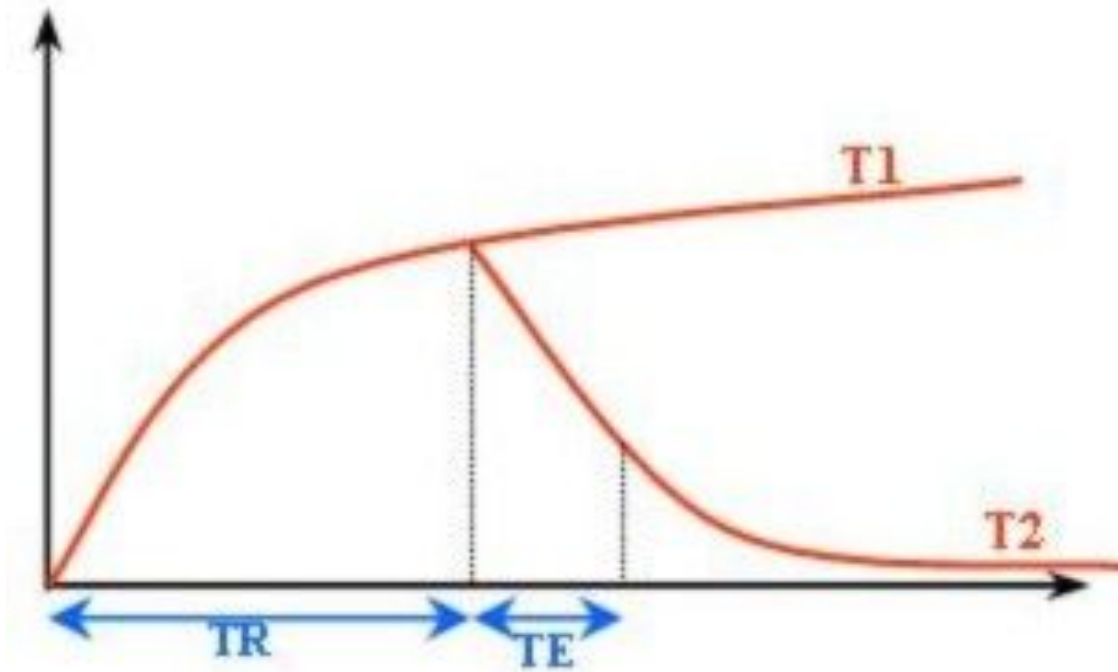
Spin Echo



Spin Echo



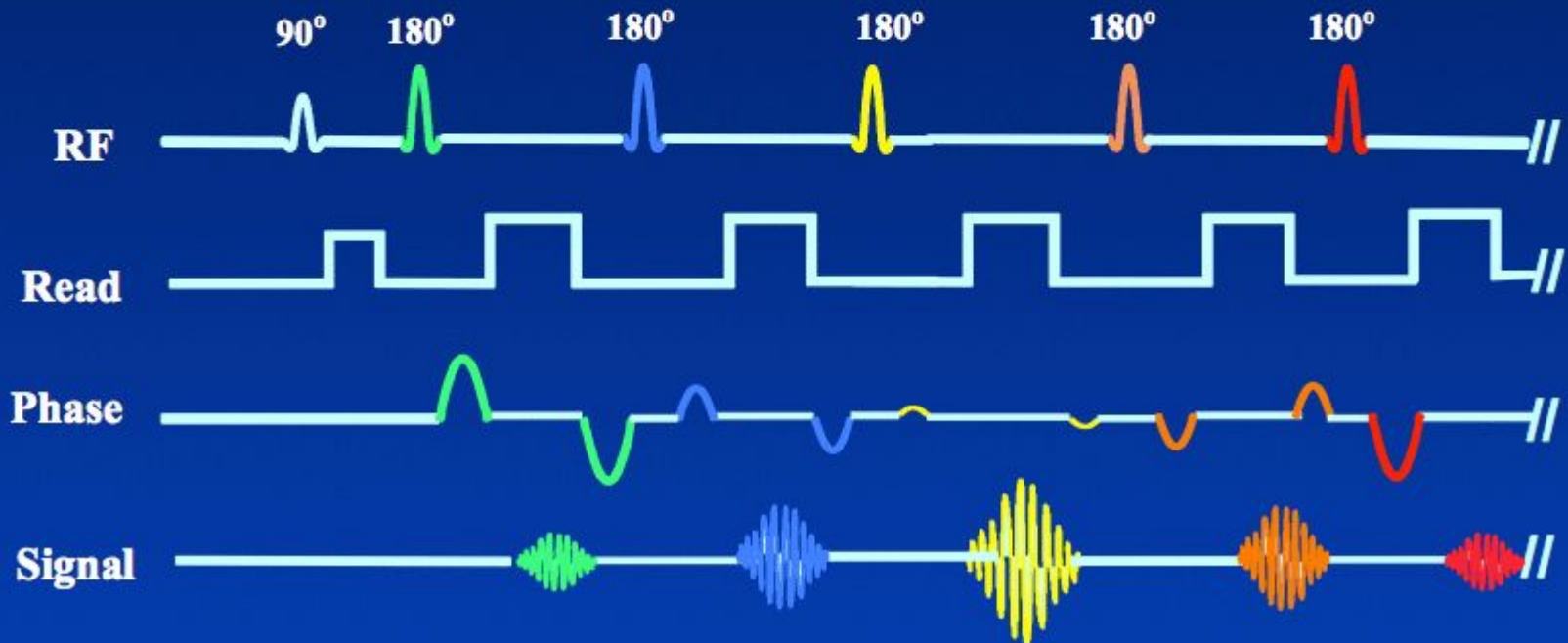
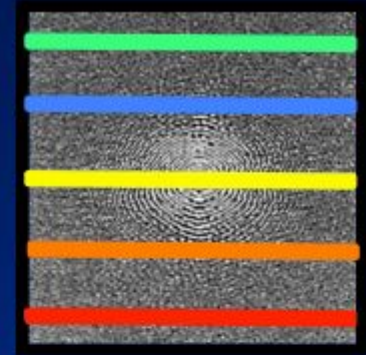
Spin Echo



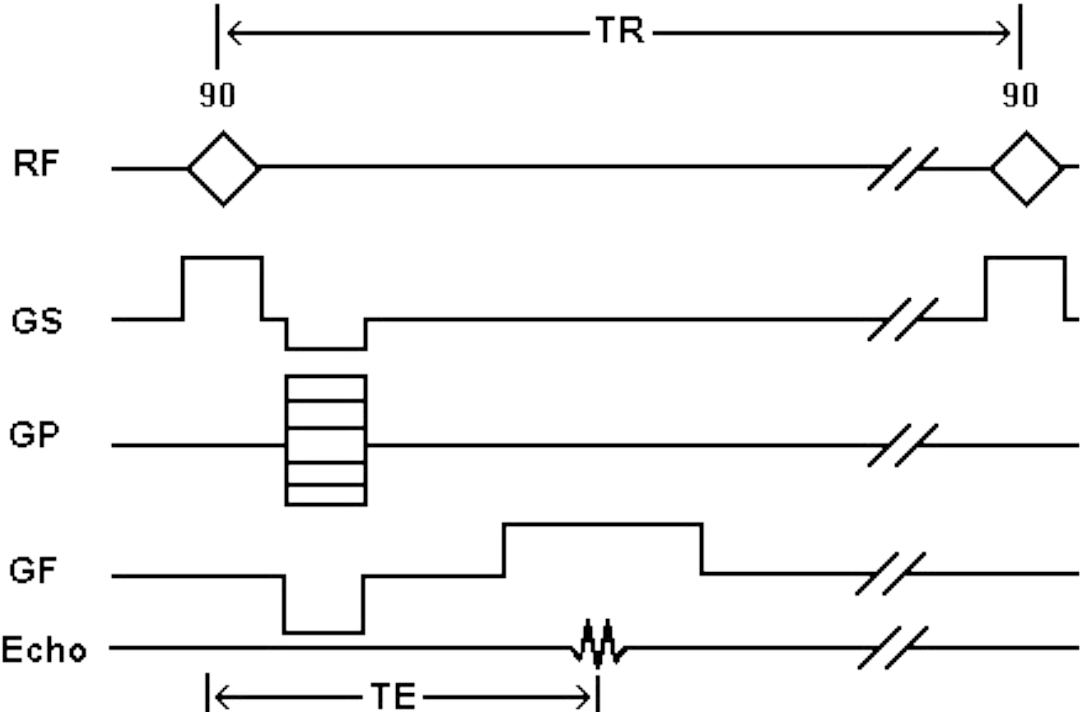
Spin Echo Fast Spin Echo

Fast Spin Echo Pulse Sequence

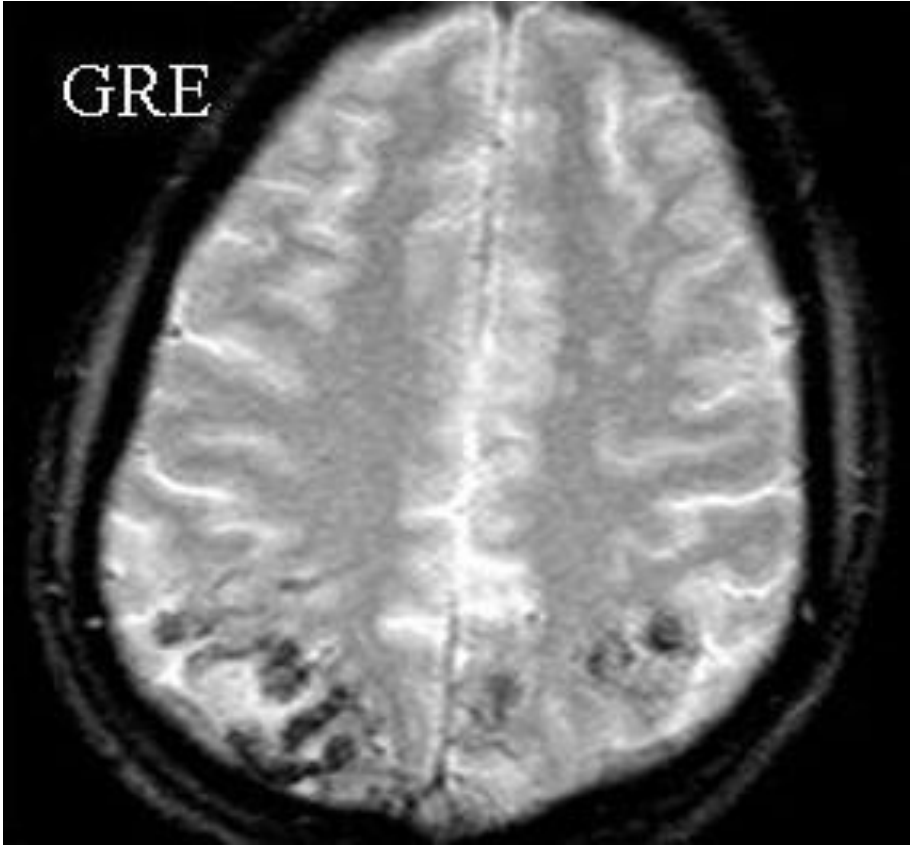
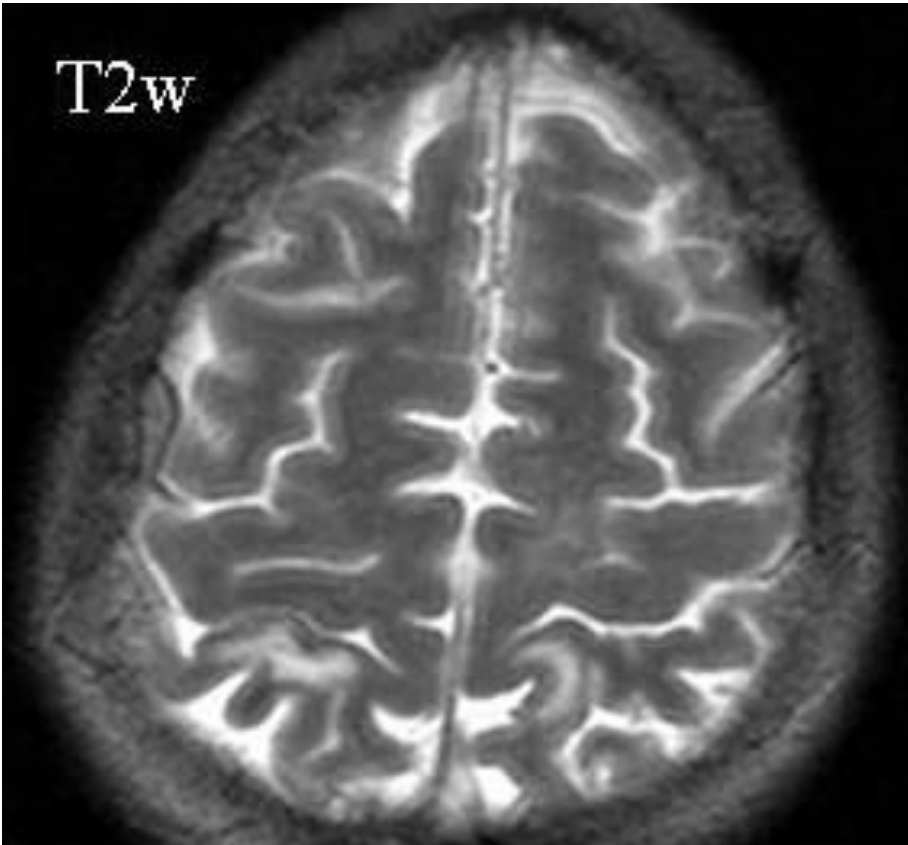
Lines of K-space filled
"simultaneously"



Gradient Echo



FSE vs. GRE

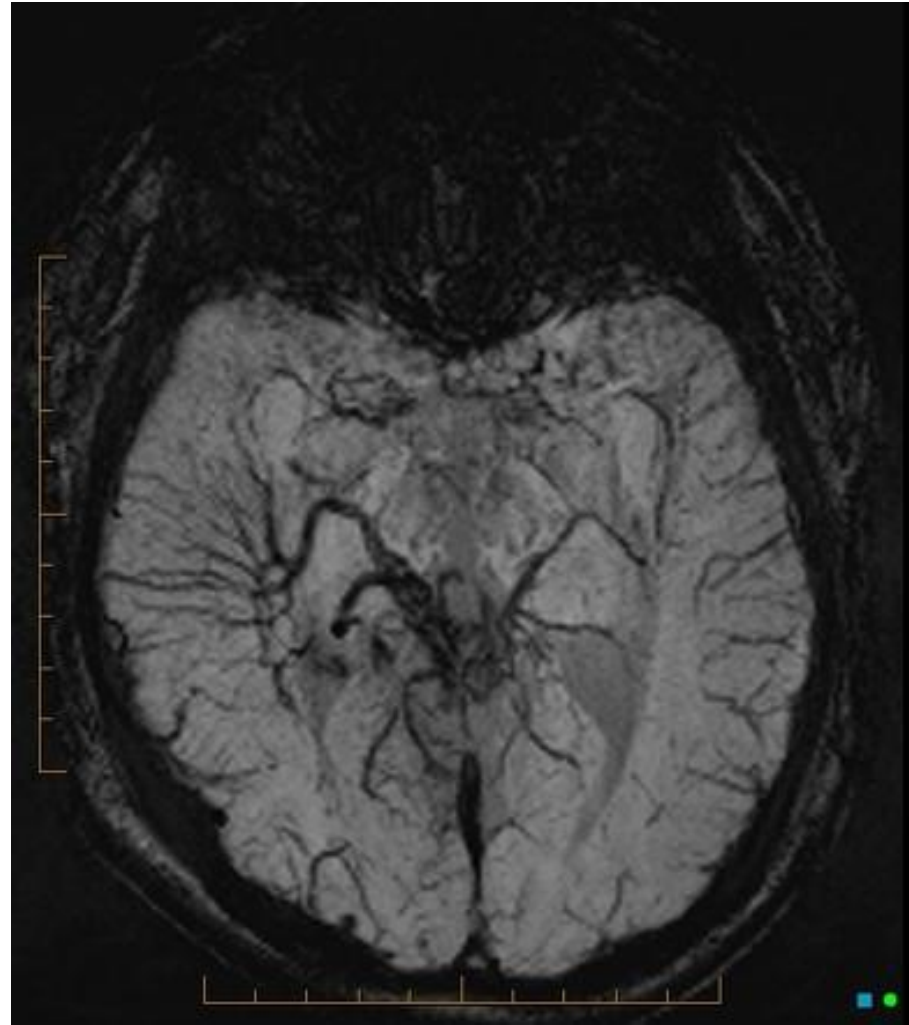
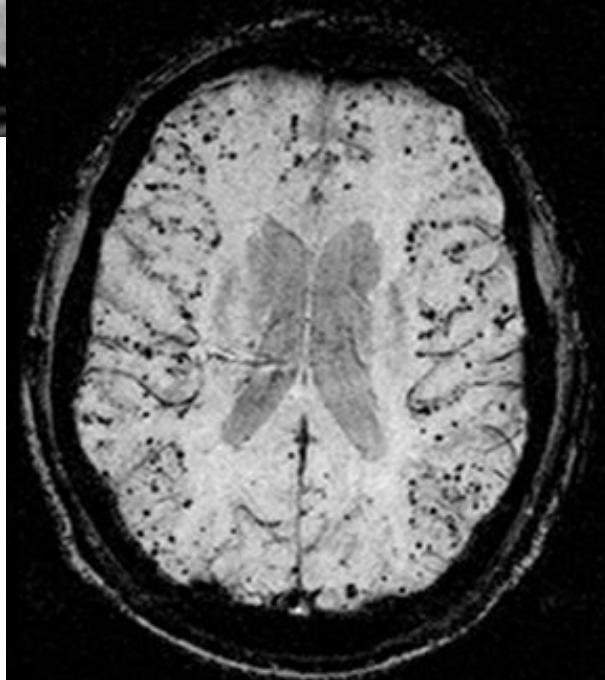
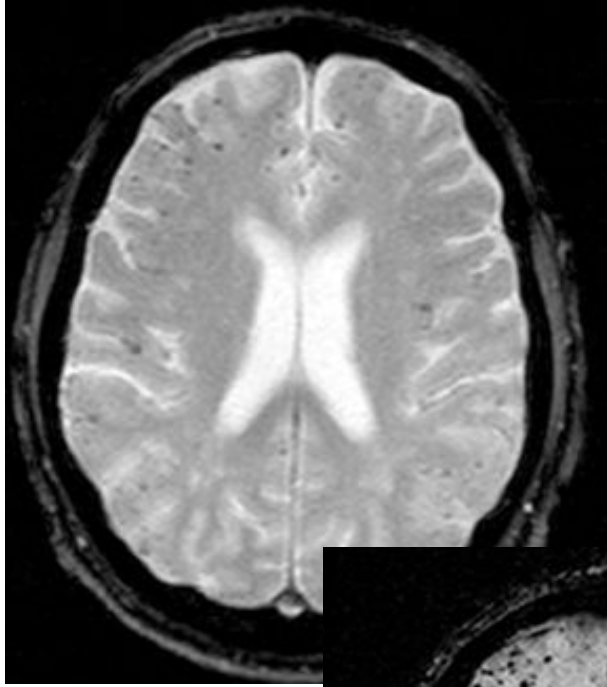


Gradient Echo

Sequence	Siemens	GE	Philips	Hitachi	Toshiba
Generic Gradient Echo	GRE	GRE	FFE	GE	FE
RF-Spoiled GRE	FLASH	SPGR	T1-FFE	RSSG	T1-FFE
Coherent GRE with "FID" Refocusing	FISP	GRASS	FFE	SARGE (SG)	FE
Coherent GRE with "Echo" Refocusing	PSIF	SSFP	T2-FFE	TRSG	SSFP
Coherent GRE with Balanced "FID/Echo" Refocusing	True FISP	FIESTA	Balanced FFE	BASG	True SSFP
Coherent Balanced GRE using Dual-excitation	CISS	FIESTA-C	---	PBSG	---
Coherent Double GRE using Combined "FIDs" & "Echoes"	DESS	MENSA	---	---	---
Spoiled GRE using Combined Multiple FIDs	MEDIC	MERGE	M-FFE	---	---
Ultrafast GRE	TurboFLASH (2D) MP-RAGE (3D)	Fast GRE BRAVO (3D)	TFE 3D T1-TFE	RGE (2D) 3D-GEIR	Fast FE
Spoiled 3D GRE Variants	VIBE	FAME/LAVA	THRIVE	TIGRE	3D QUICK
GRE Plus SE with Combined Signal	TGSE	---	GRASE	---	Hybrid EPI

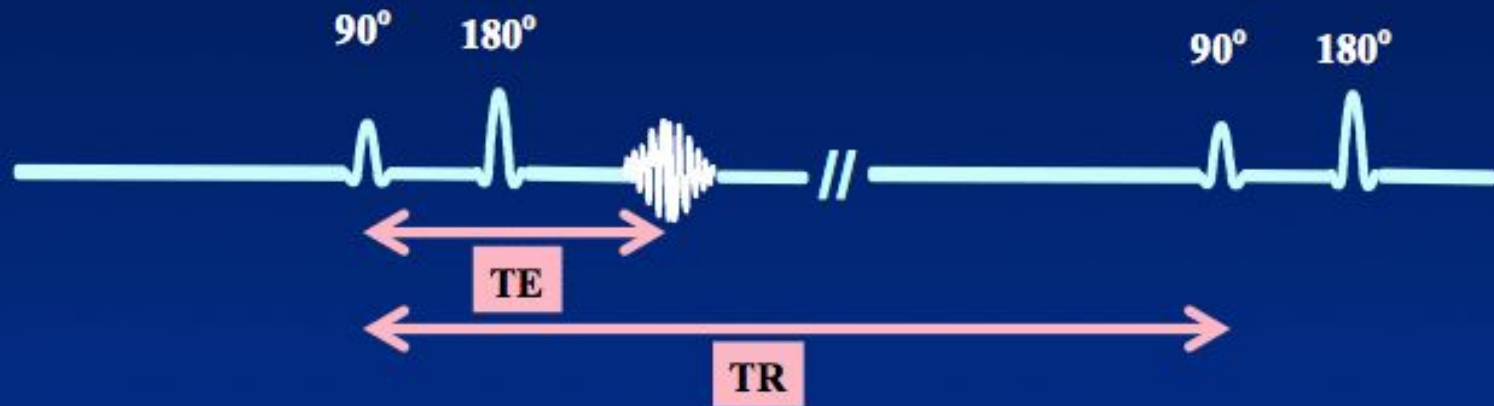
SWI

Susceptibility weighted imaging



Inversion Recovery

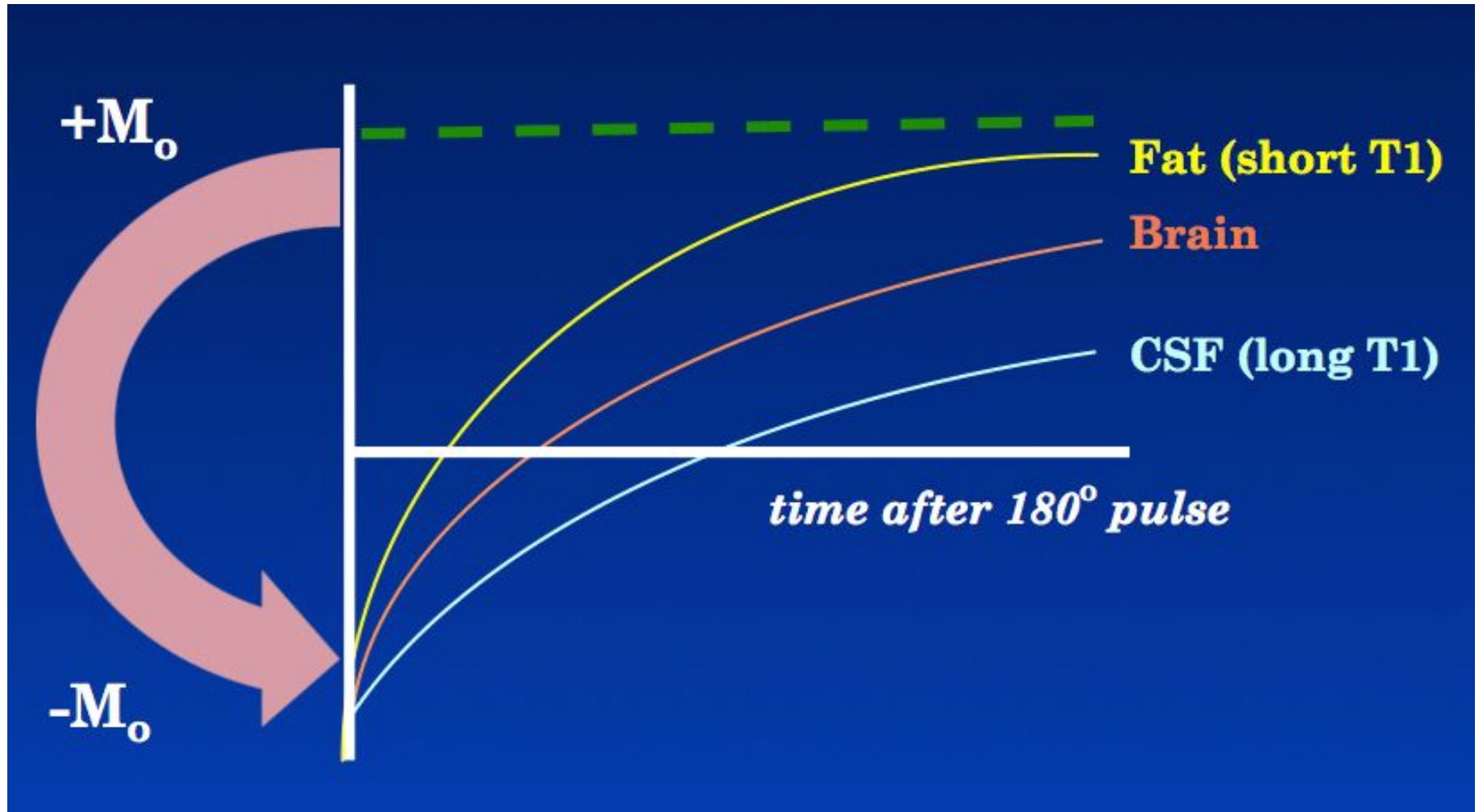
Conventional Spin-Echo



Inversion Recovery



Inversion Recovery



Inversion Recovery

Selective Nulling of Signals based on TI

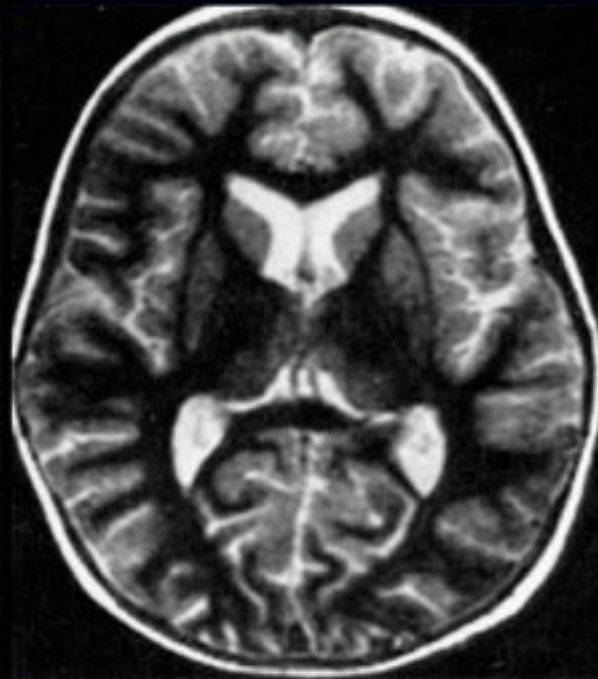
STIR



TI = 180 msec

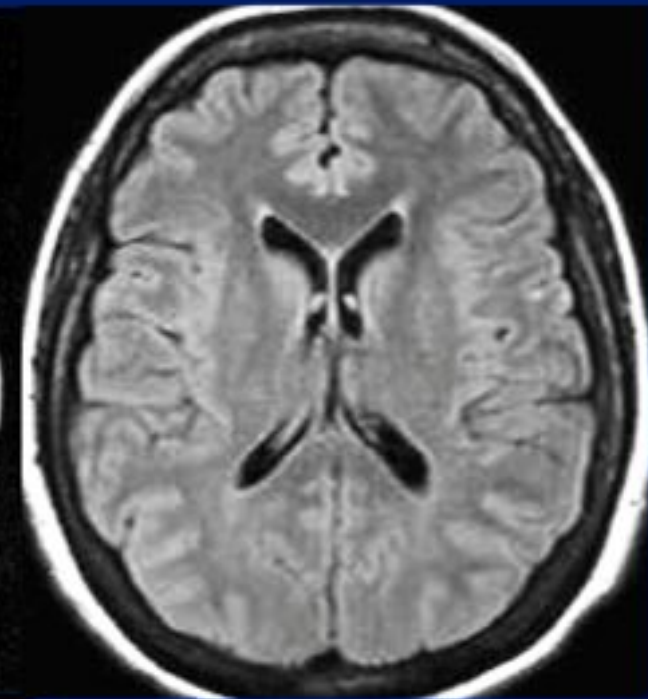
Fat
suppressed

T2-FLAIR



TI = 400 msec

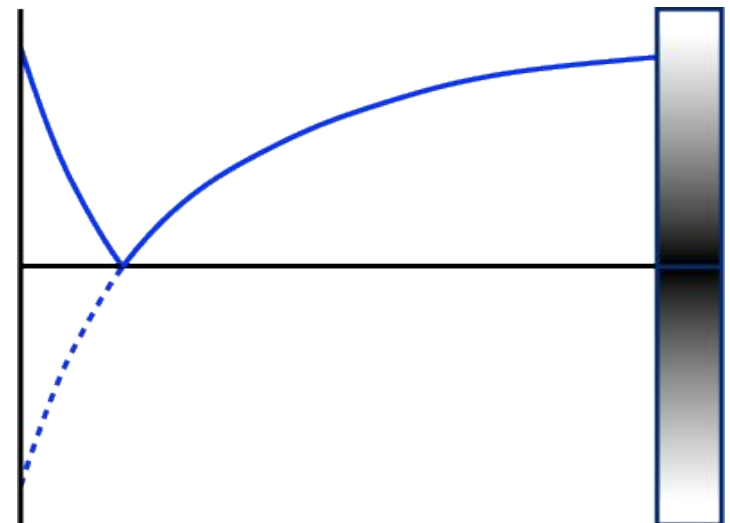
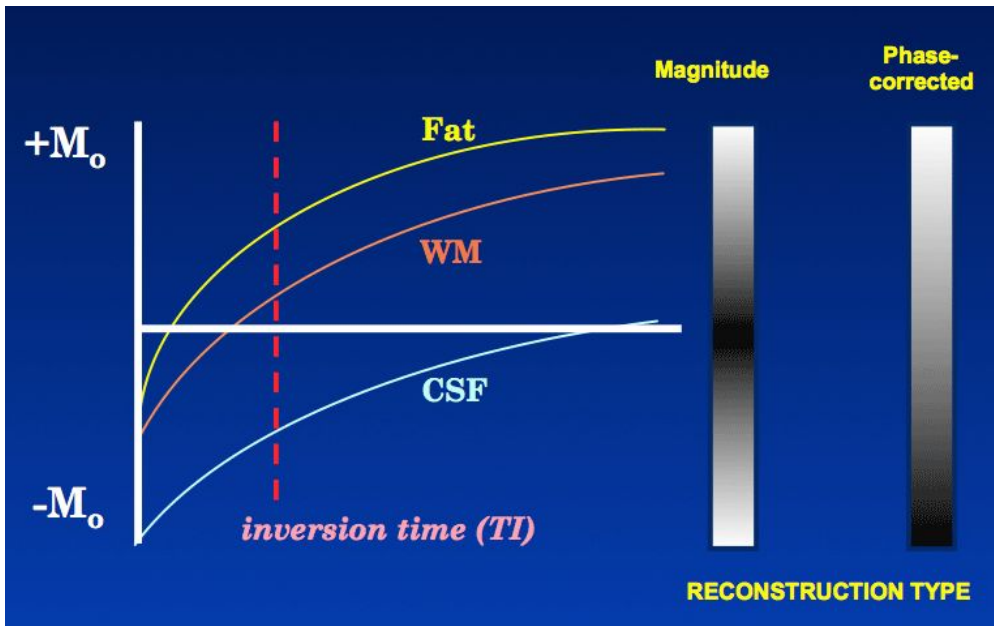
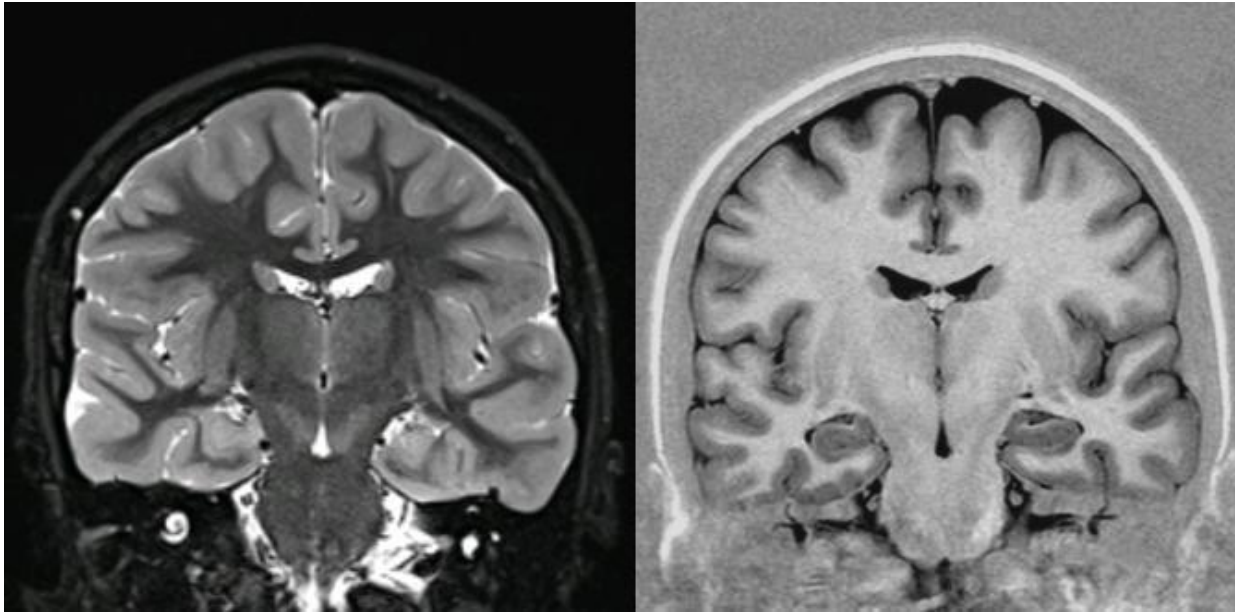
White Matter
suppressed



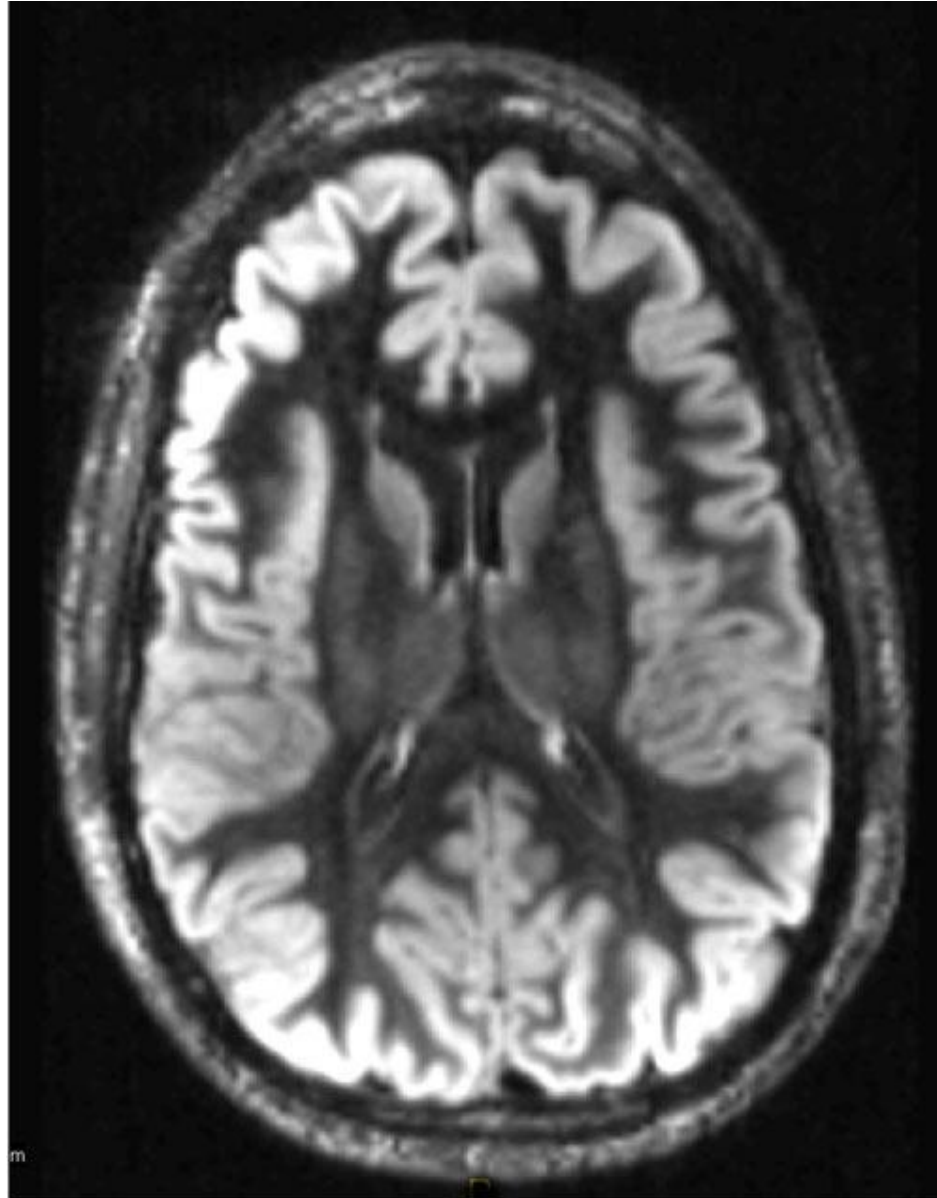
TI = 2500 msec

CSF
suppressed

Inversion Recovery



Double Inversion Recovery



Спасибо за внимание!

