

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

Взвешенность изображений. Импульсные последовательности. Семиотика

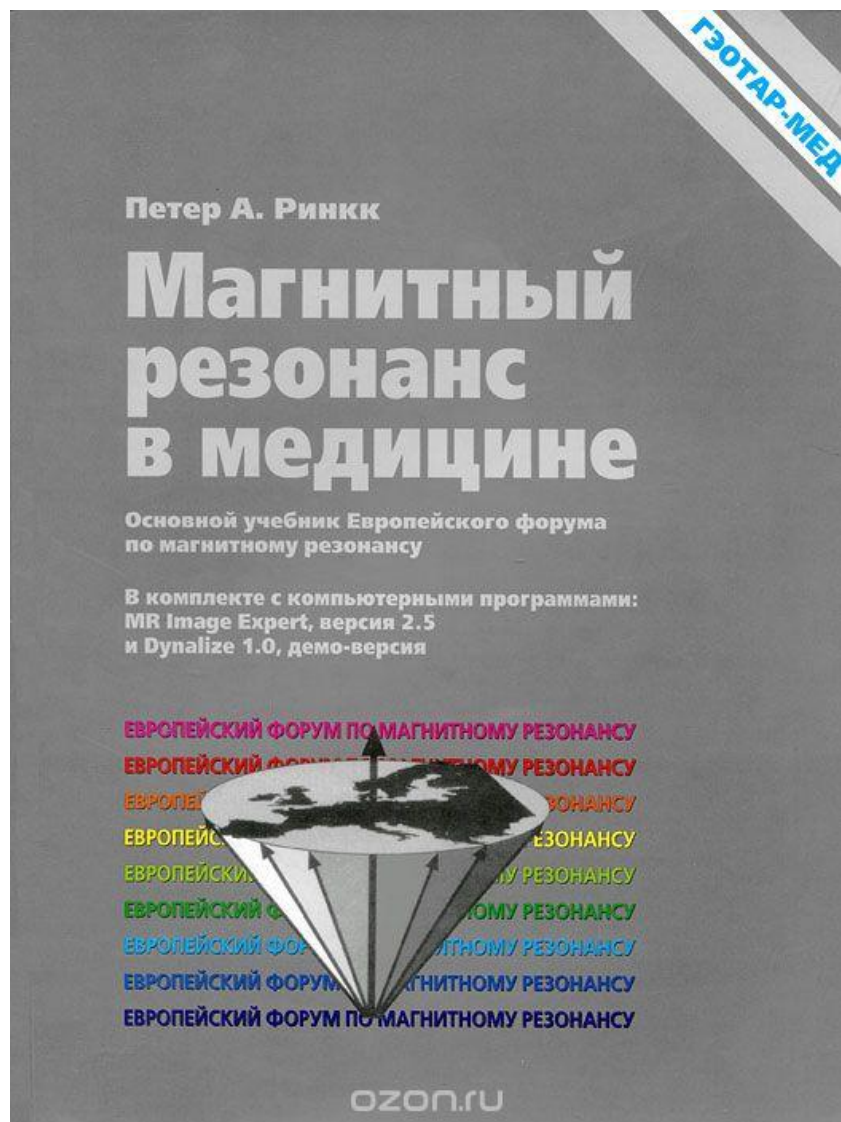
Аспирант кафедры рентгенологии и радиологии РМАПО

Татьяна Александровна Логунова

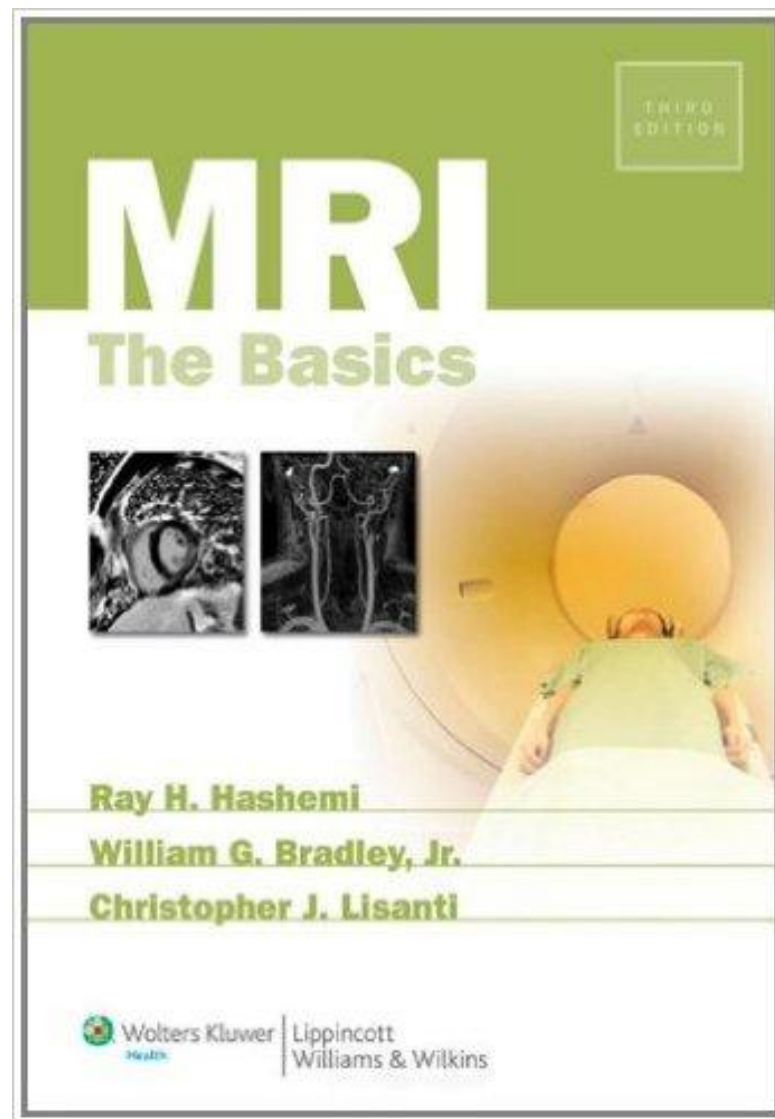
Logunova.tatiana@gmail.com

Москва
2016

Что почитать?



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



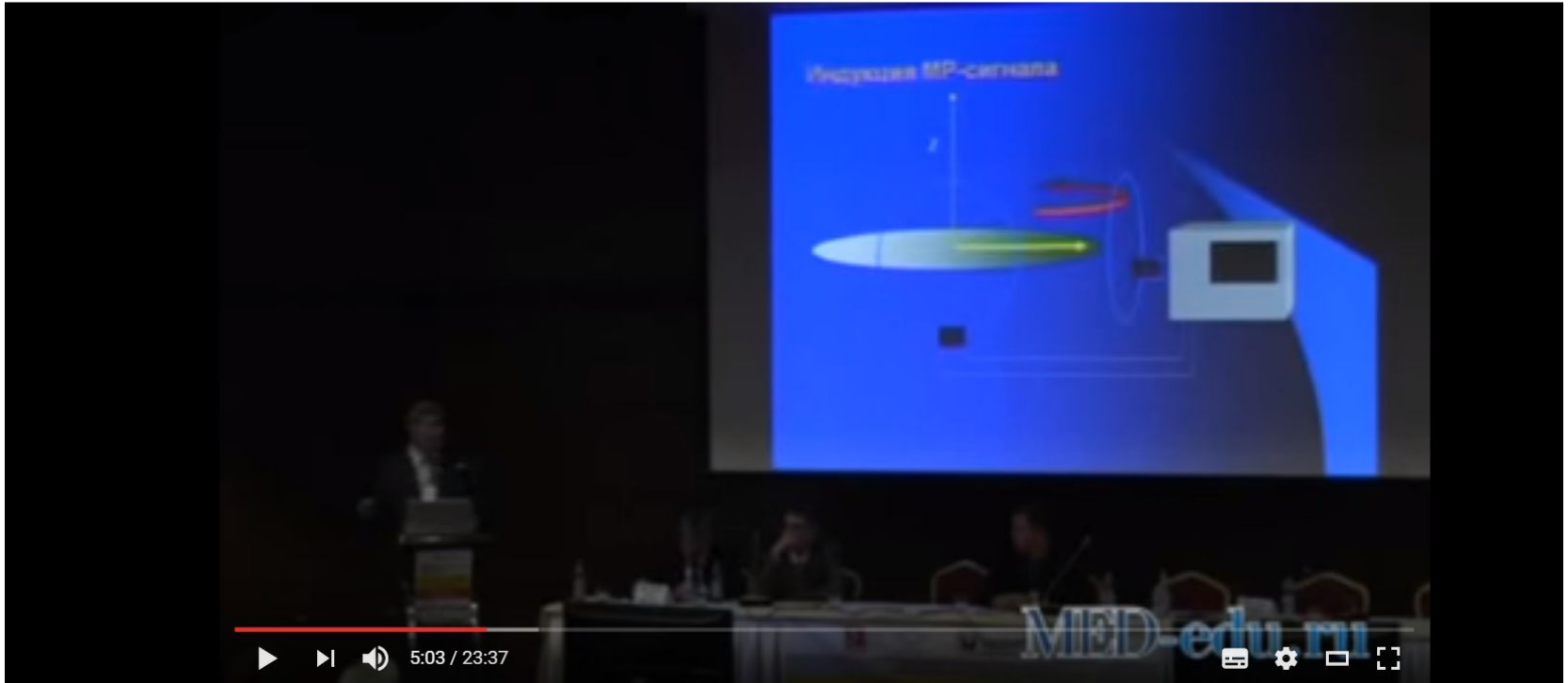
<https://www.amazon.com/MRI-Ray-Hashman-Hashemi-PhD/dp/1608311155>

Что посмотреть?

YouTube RU

панов МРТ

Добавить видео



Панов В.О. Физические основы МРТ.flv

mri581

Подписаться 43

8 569 просмотров

Следующее

Автовоспроизведение ☒

Физика МРТ

sevastyan91

4 551 просмотр

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

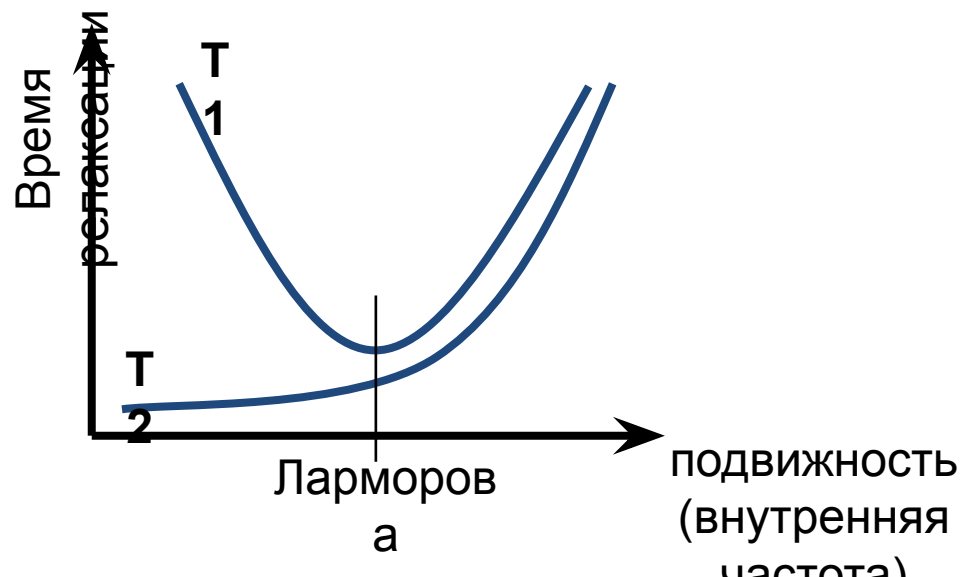
<https://www.youtube.com/watch?v=HmOI8DsZb0o>

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

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

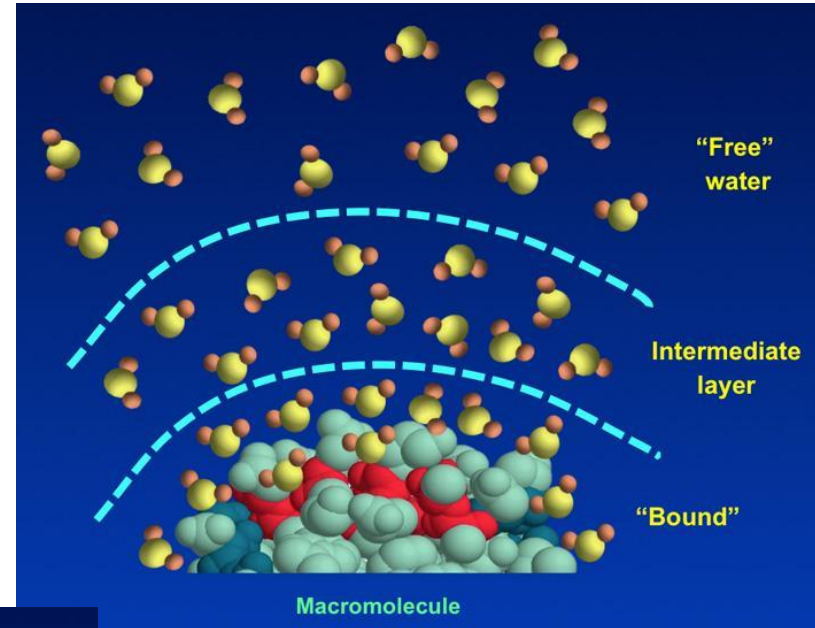
Релаксация

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

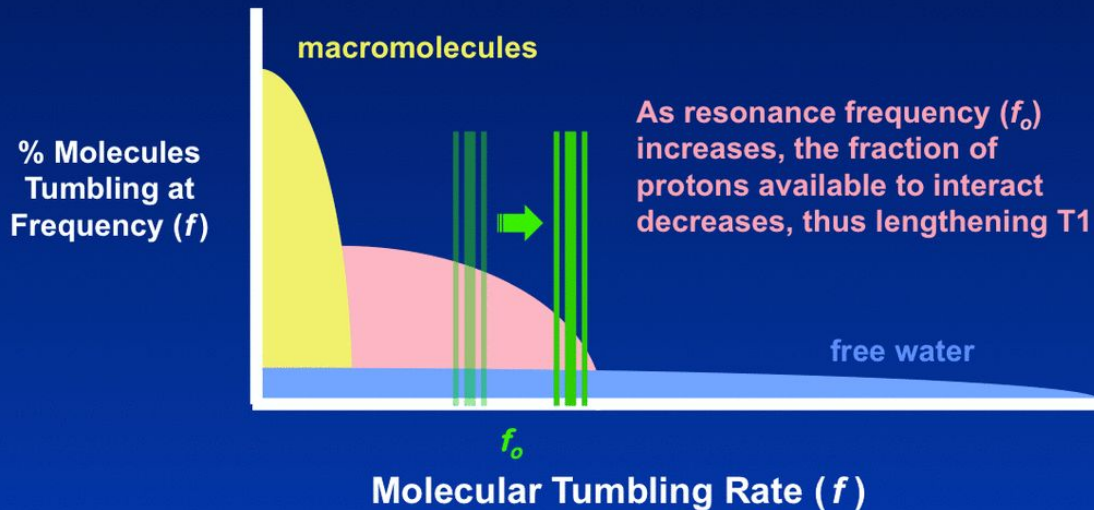


Времена релаксации различных тканей

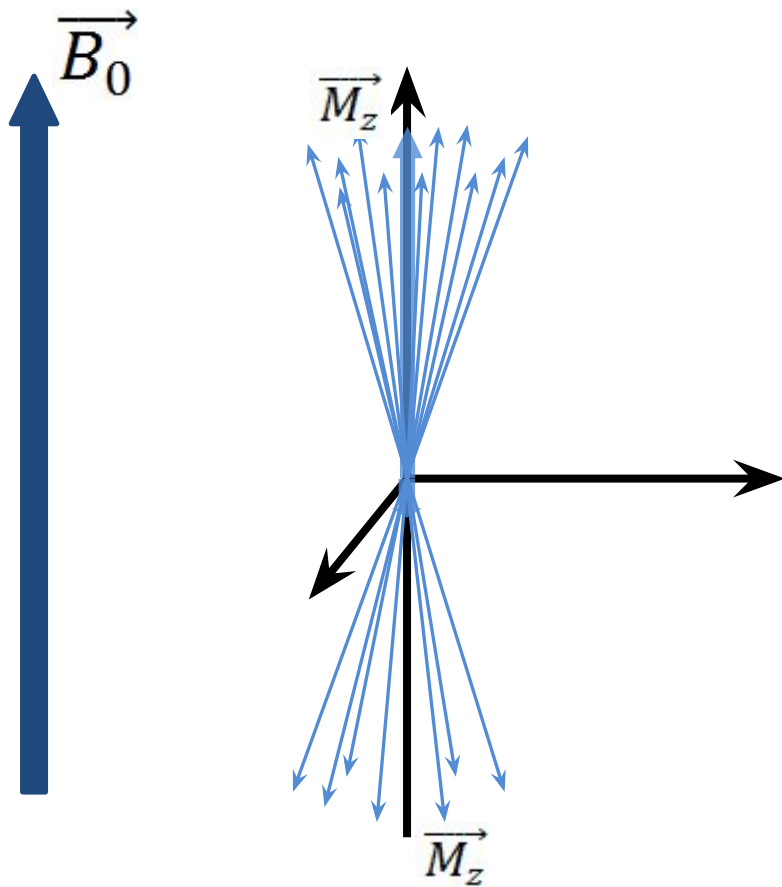
Tissue	T1 (msec)	T2 (msec)
Water/CSF	4000	2000
Gray matter	900	90
Muscle	900	50
Liver	500	40
Fat	250	70
Tendon	400	5
Proteins	250	0.1- 1.0
Ice	5000	0.001



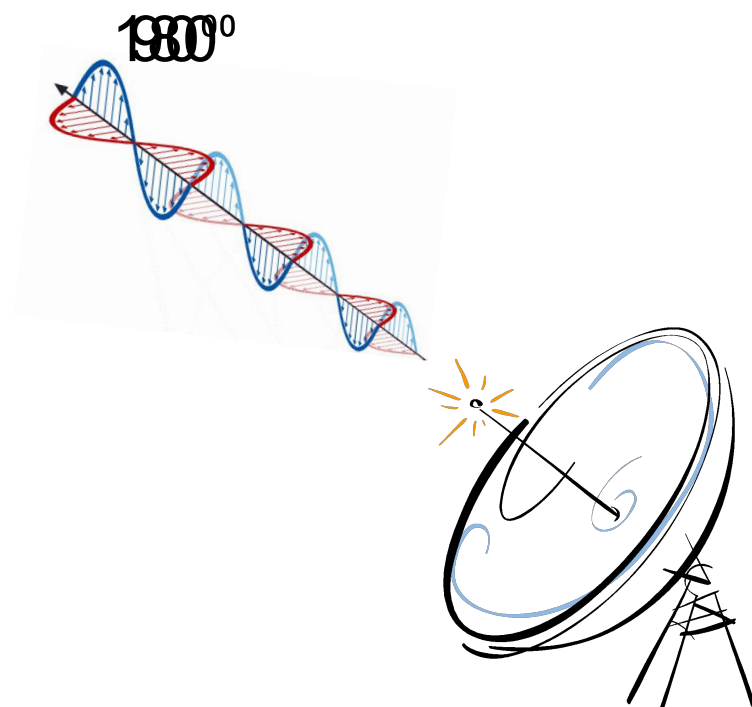
Field Strength Dependence of T1



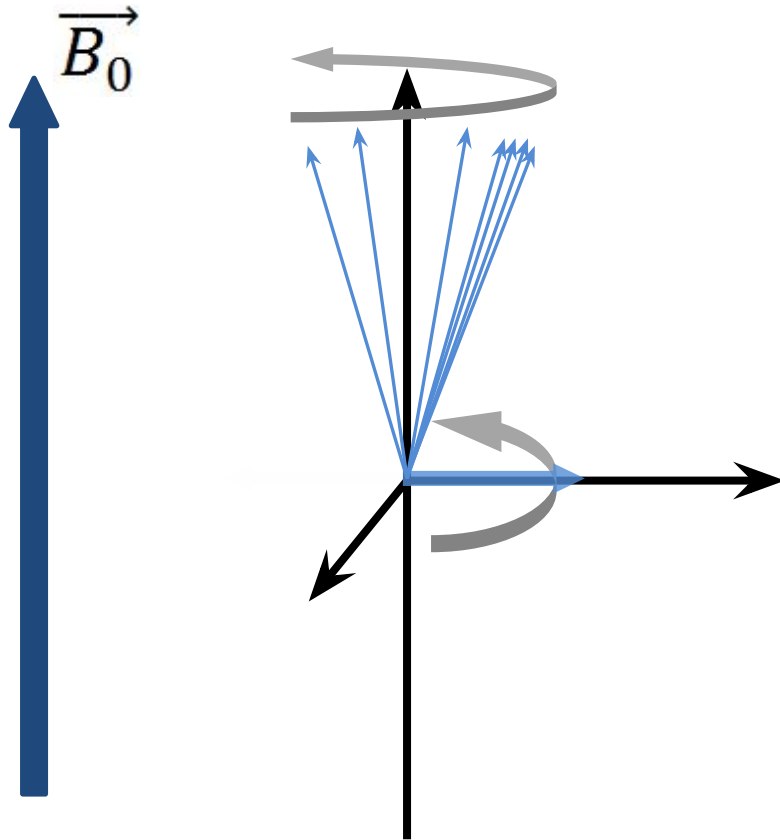
Продольная намагниченность



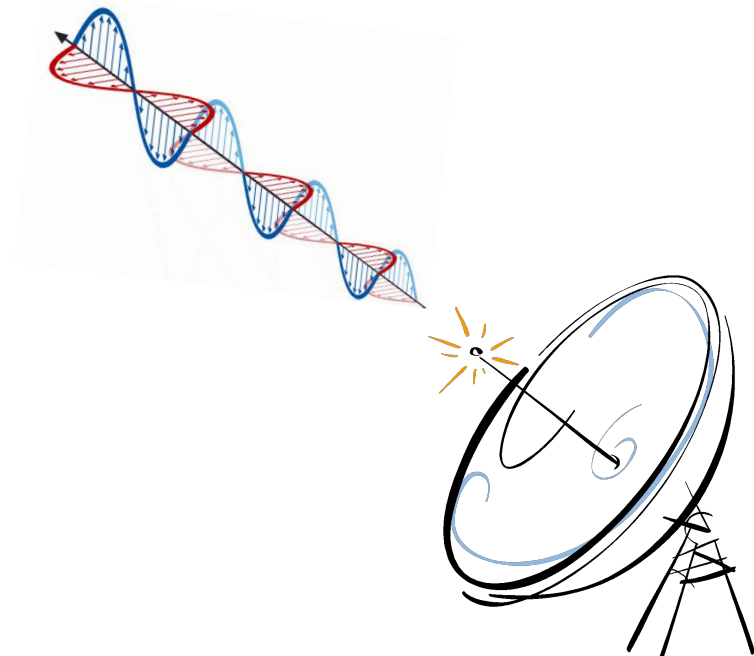
Энергетический переход



Поперечная намагниченность



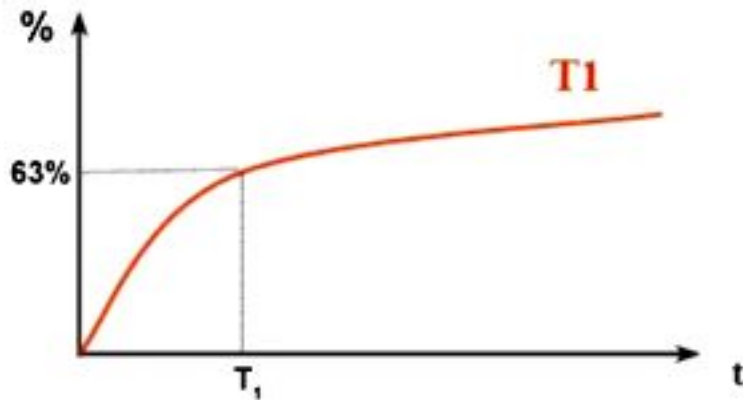
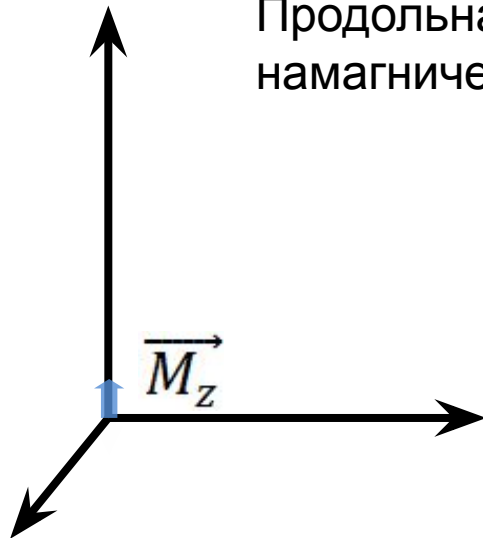
Фазировка



Релаксация

T₁

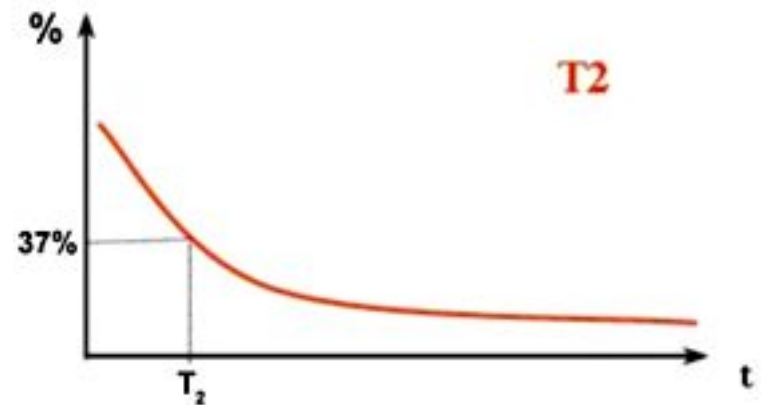
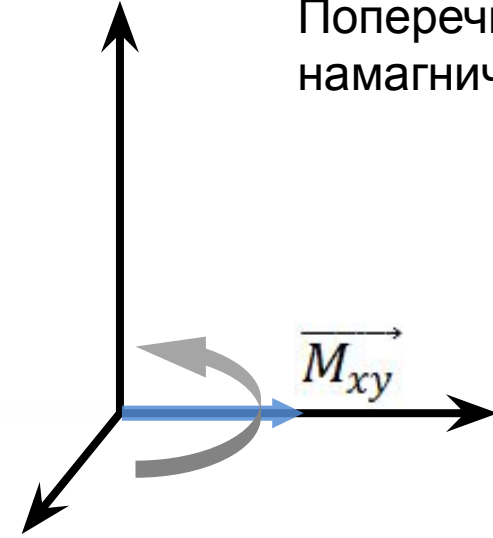
Продольная
намагниченность



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

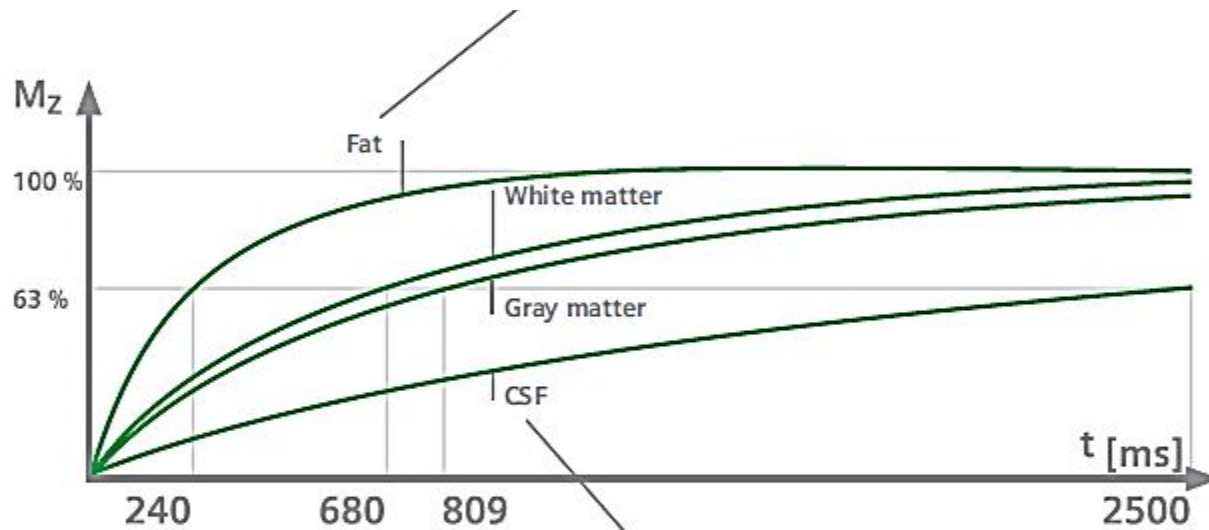
T₂

Поперечная
намагниченность

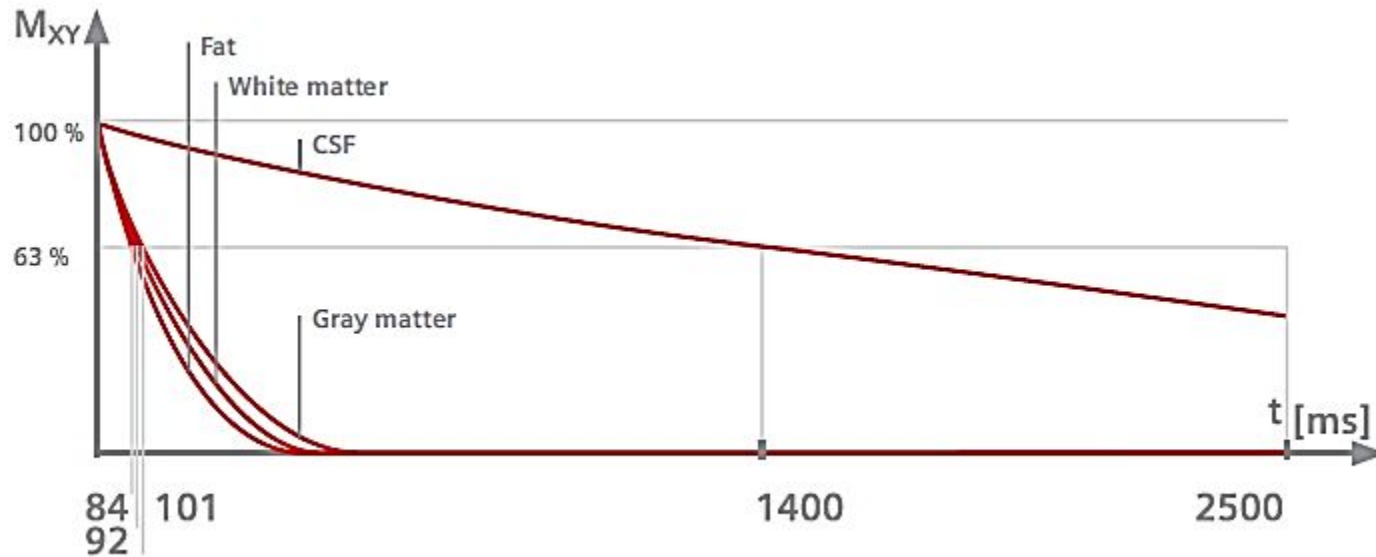


$$M_t = M_{z0} * e^{-t/T_2}$$

Времена релаксации различных тканей

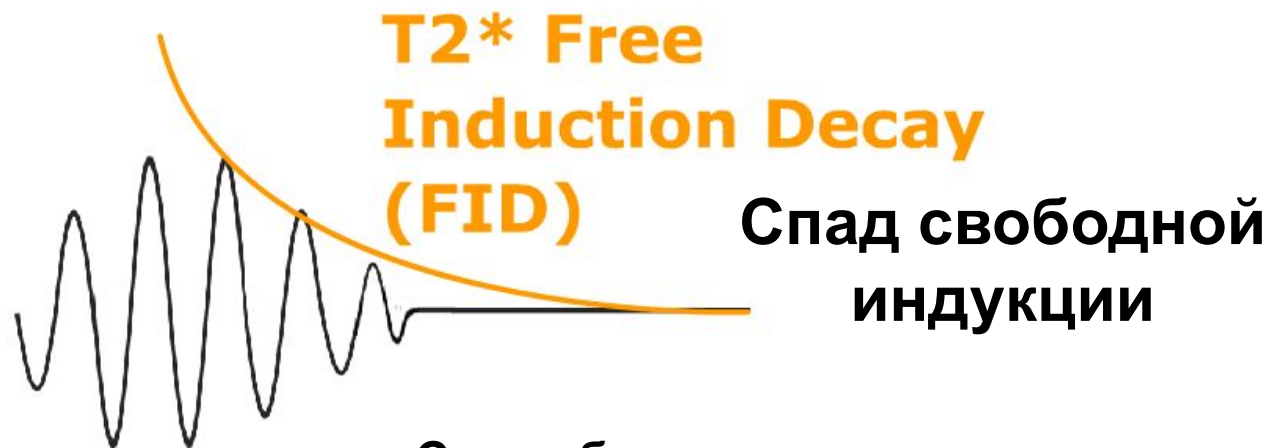
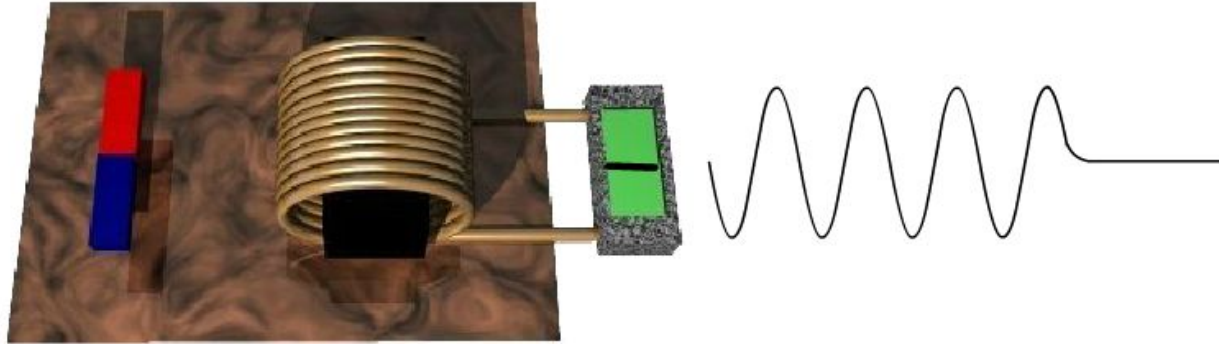


T1



T2

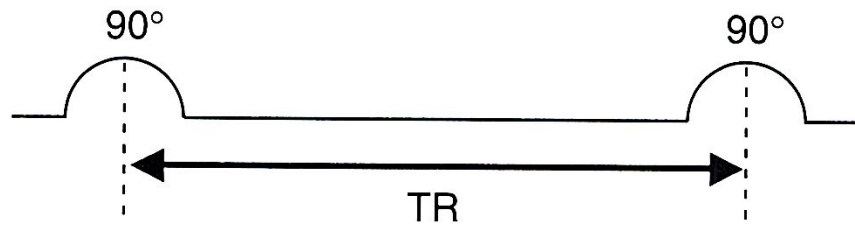
Получение МР-сигнала и параметры изображений



Спад обусловлен:

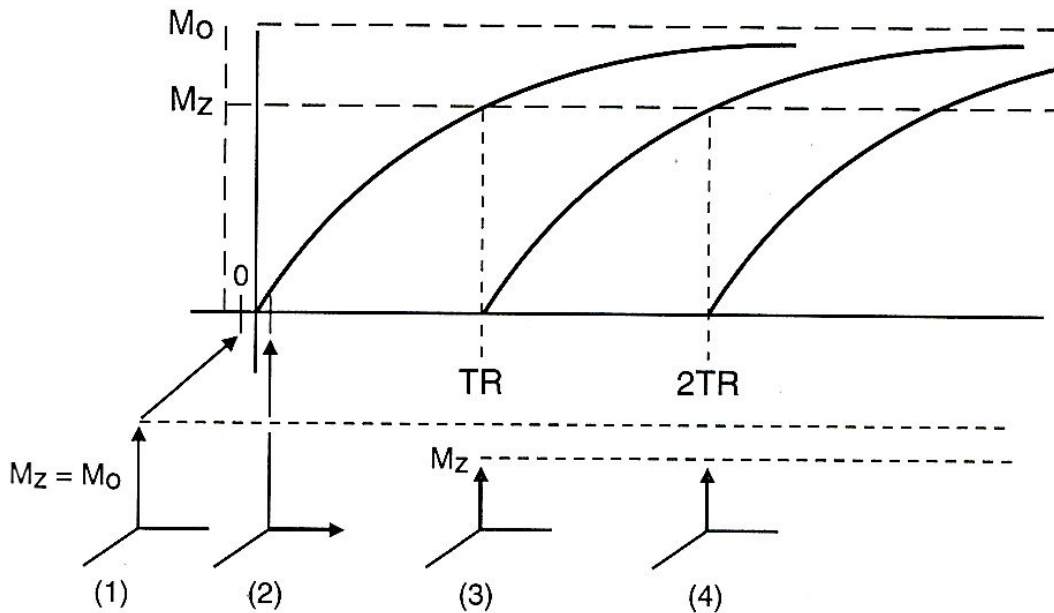
1. Неоднородностью внешнего магнитного поля
2. Спин-спиновыми взаимодействиями

Параметры изображений. *TR*

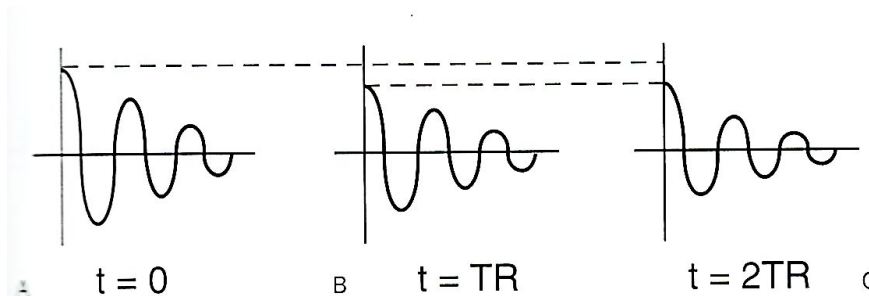


Время между подачей двух возбуждающих импульсов.

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



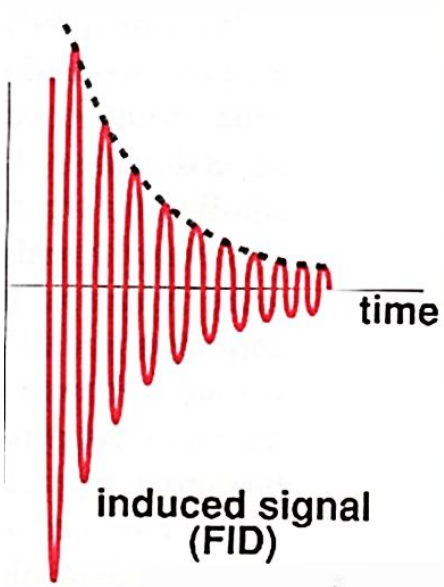
Кривые восстановления продольной намагниченности в зависимости от времени



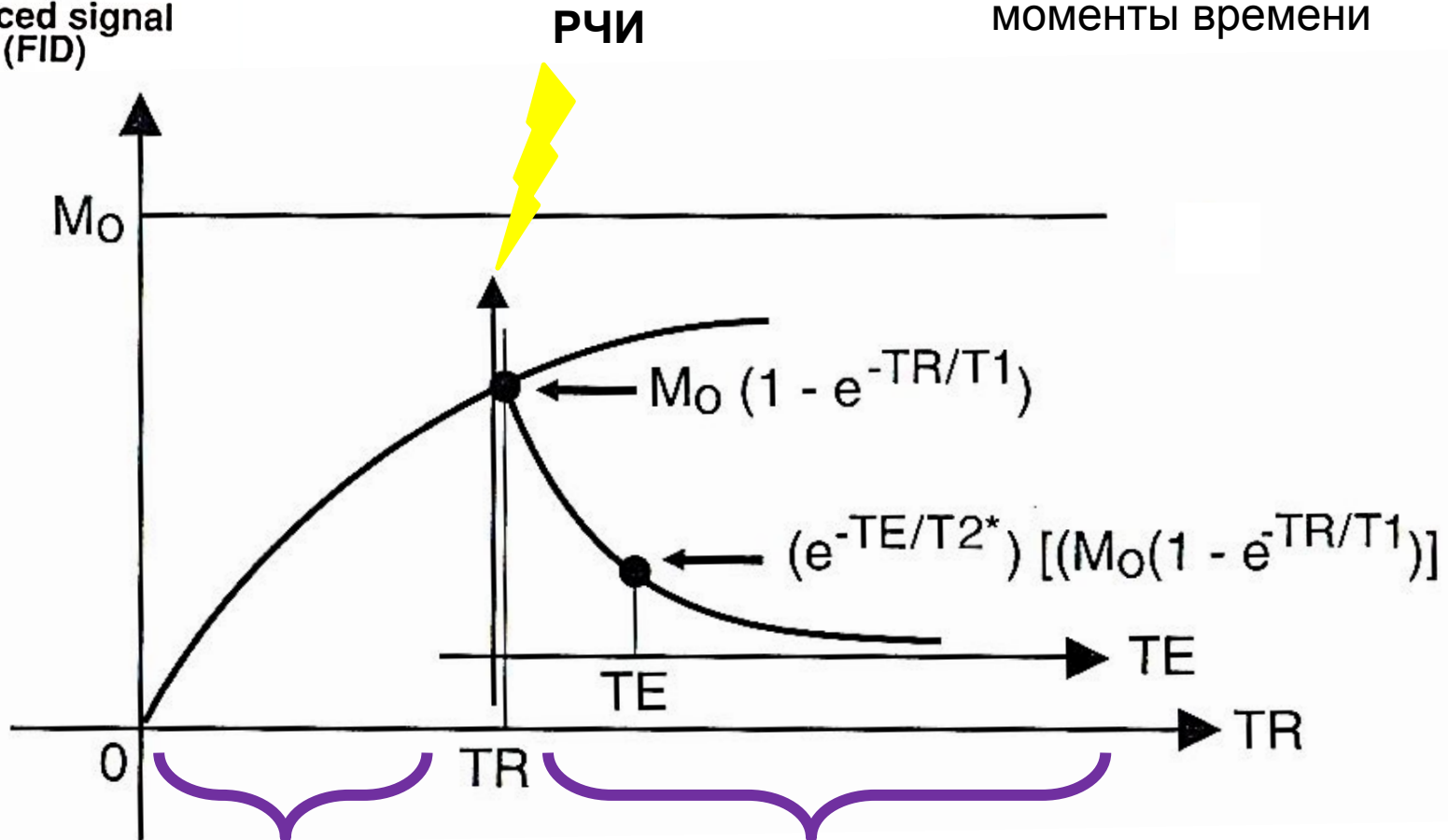
Амплитуда принимаемого сигнала в виде спада свободной индукции (FID) в зависимости от времени

Параметры изображений. TE

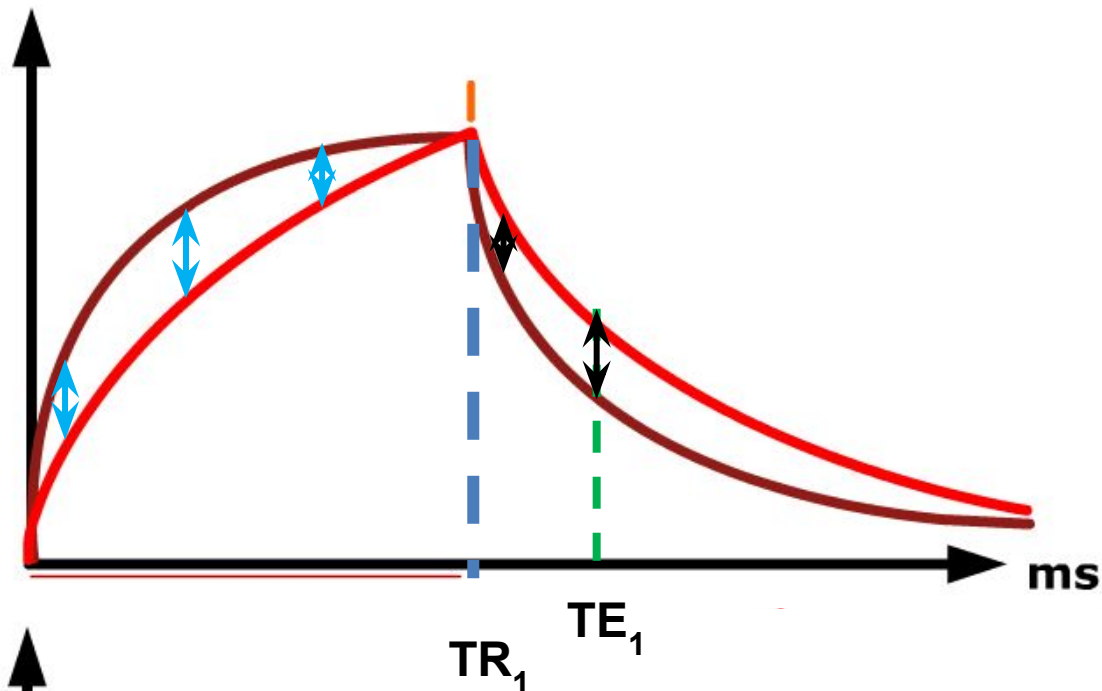
Время задержки эхо; время до эхо
Время регистрации МР-сигнала



Условное представление изменения амплитуды намагниченности в разные моменты времени

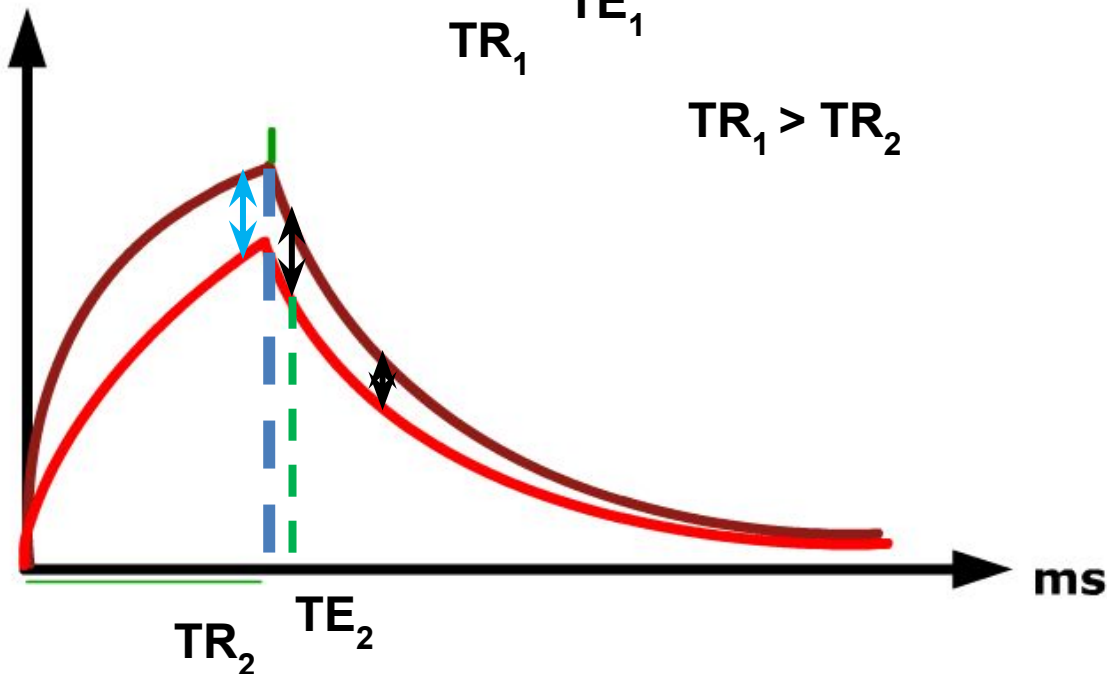


Контраст тканей. T1 взвешенность



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.

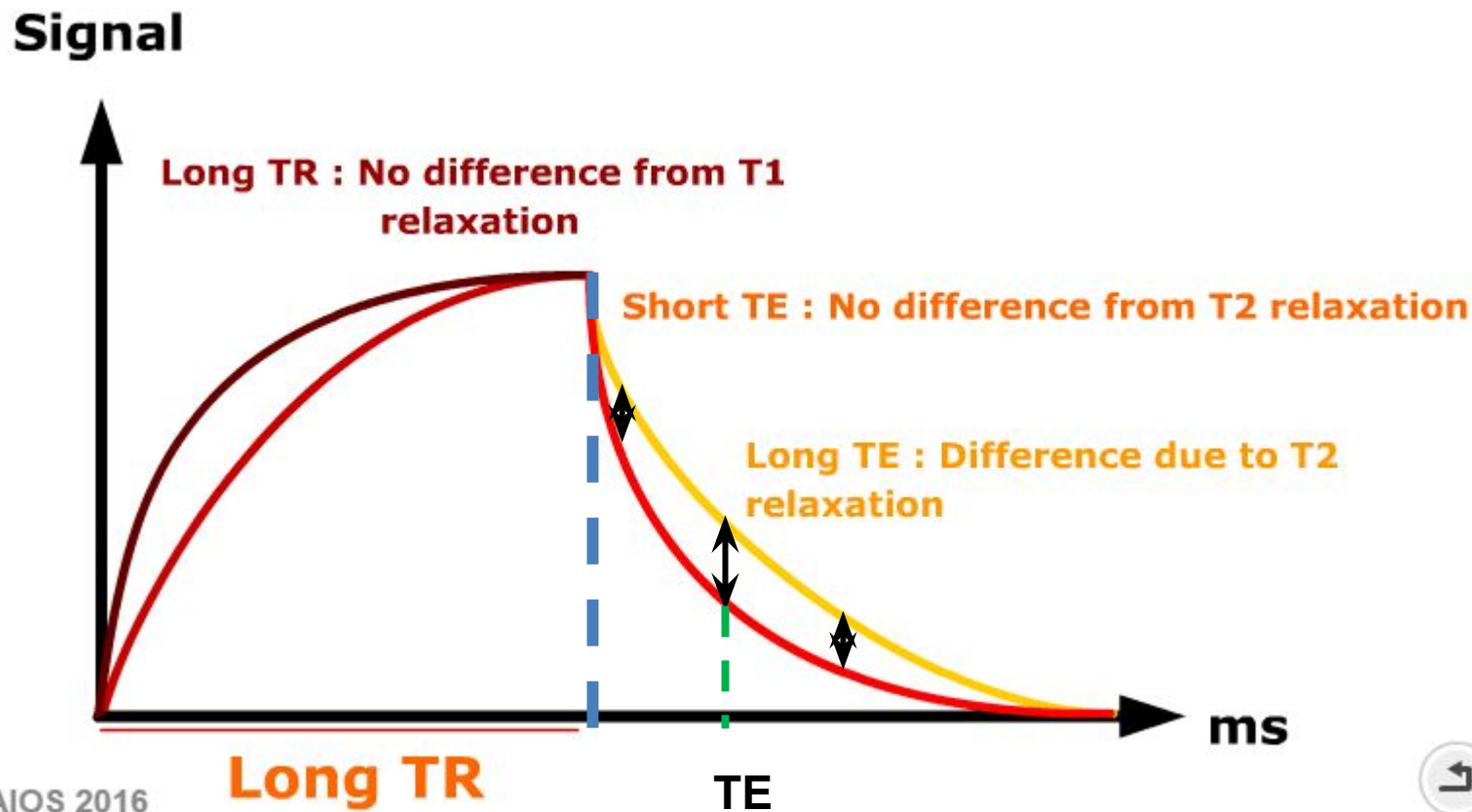


Во 2 случае: кривые релаксации те же, но TR приходится на момент времени, когда их амплитуды разные □ на картинке ткани будут разные по яркости – появится контраст двух тканей.

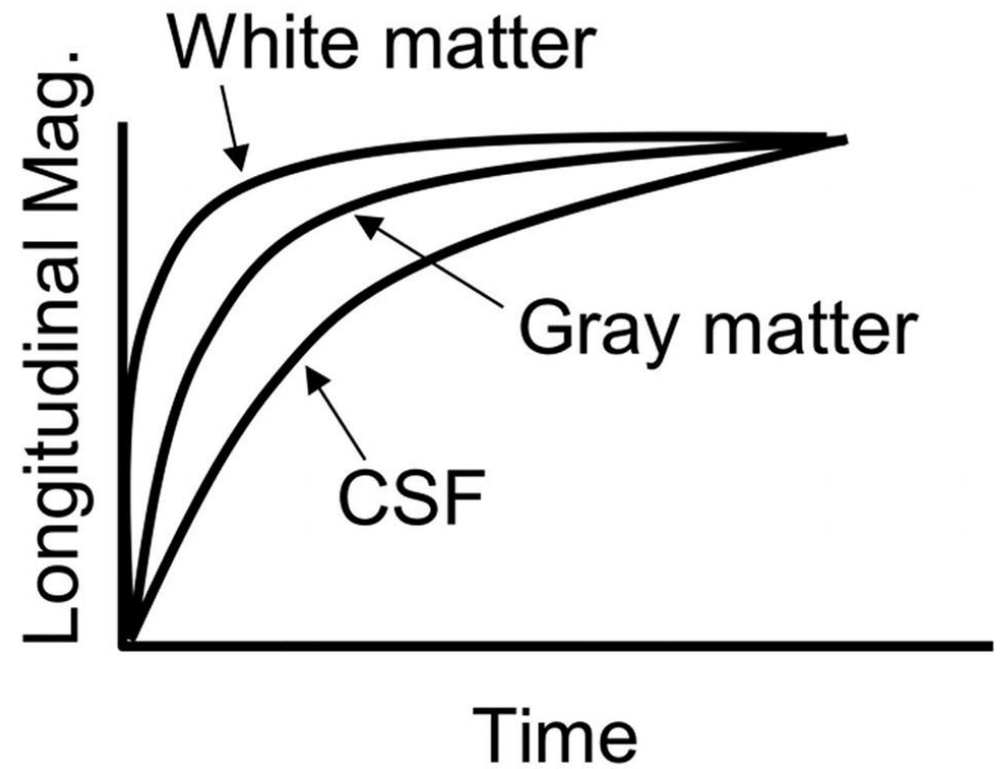
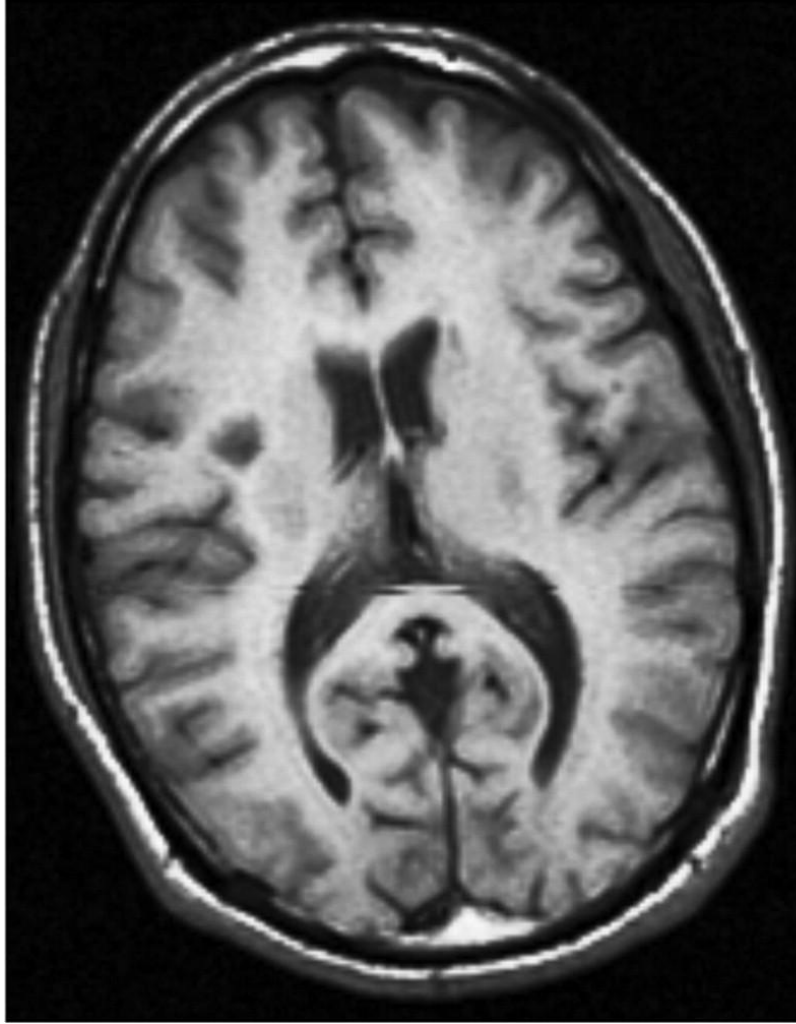
Контраст тканей. T2 взвешенность

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

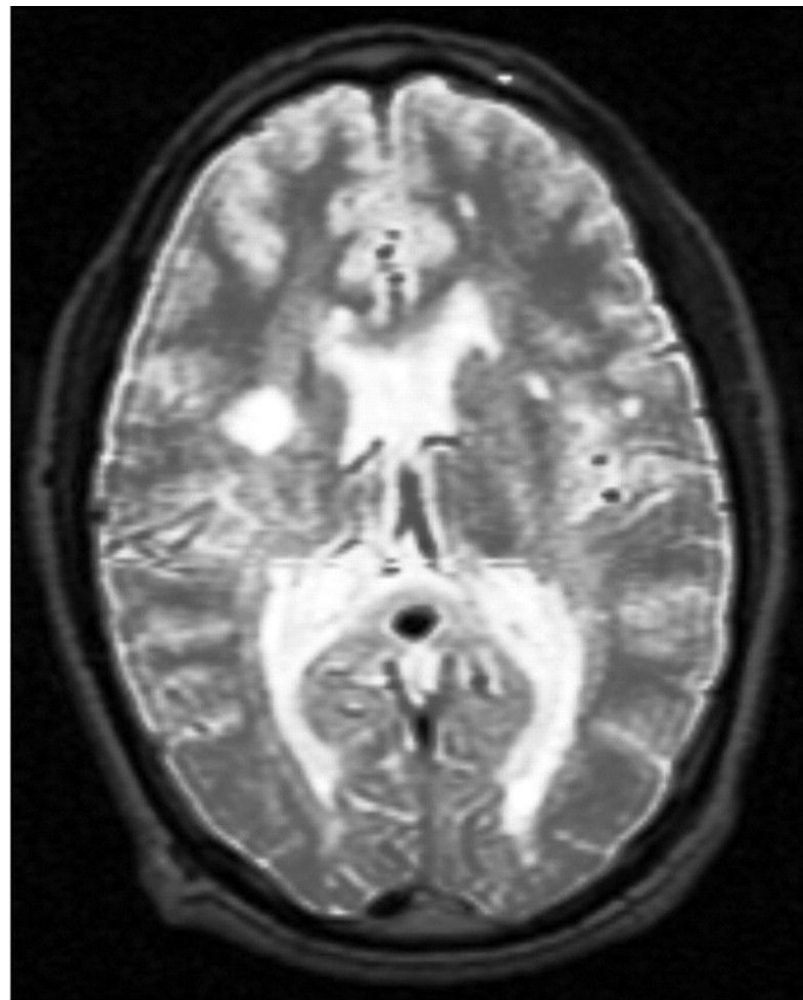
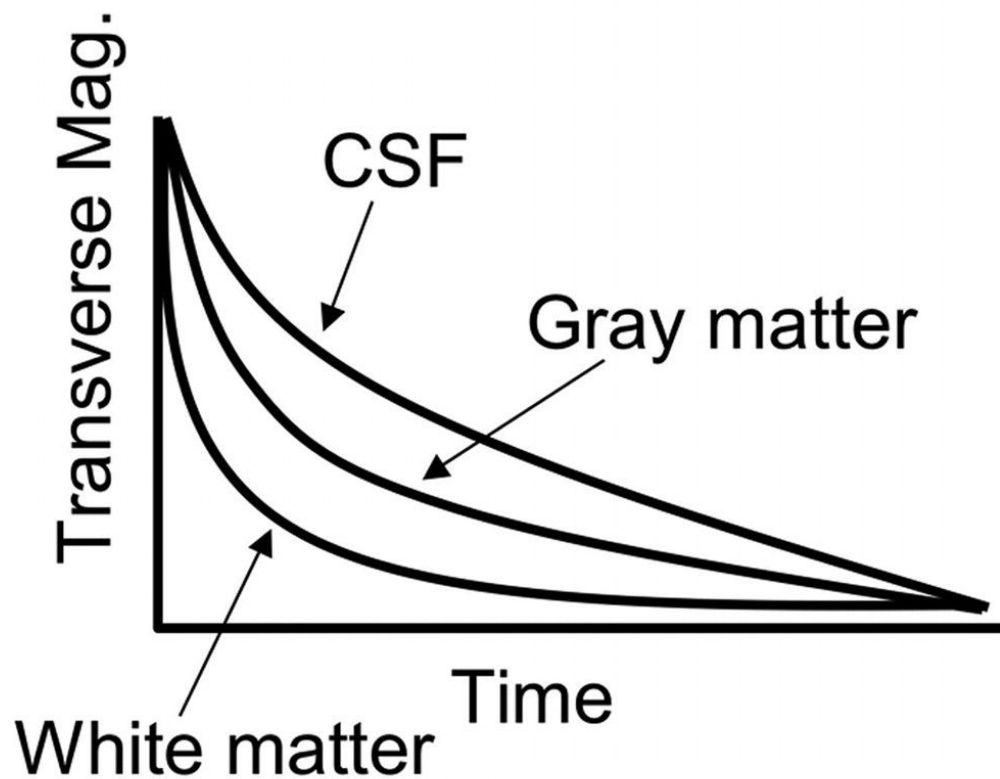
Для получения высокого контраста тканей имеет смысл выбирать TE в момент максимального расстояния между кривыми релаксации



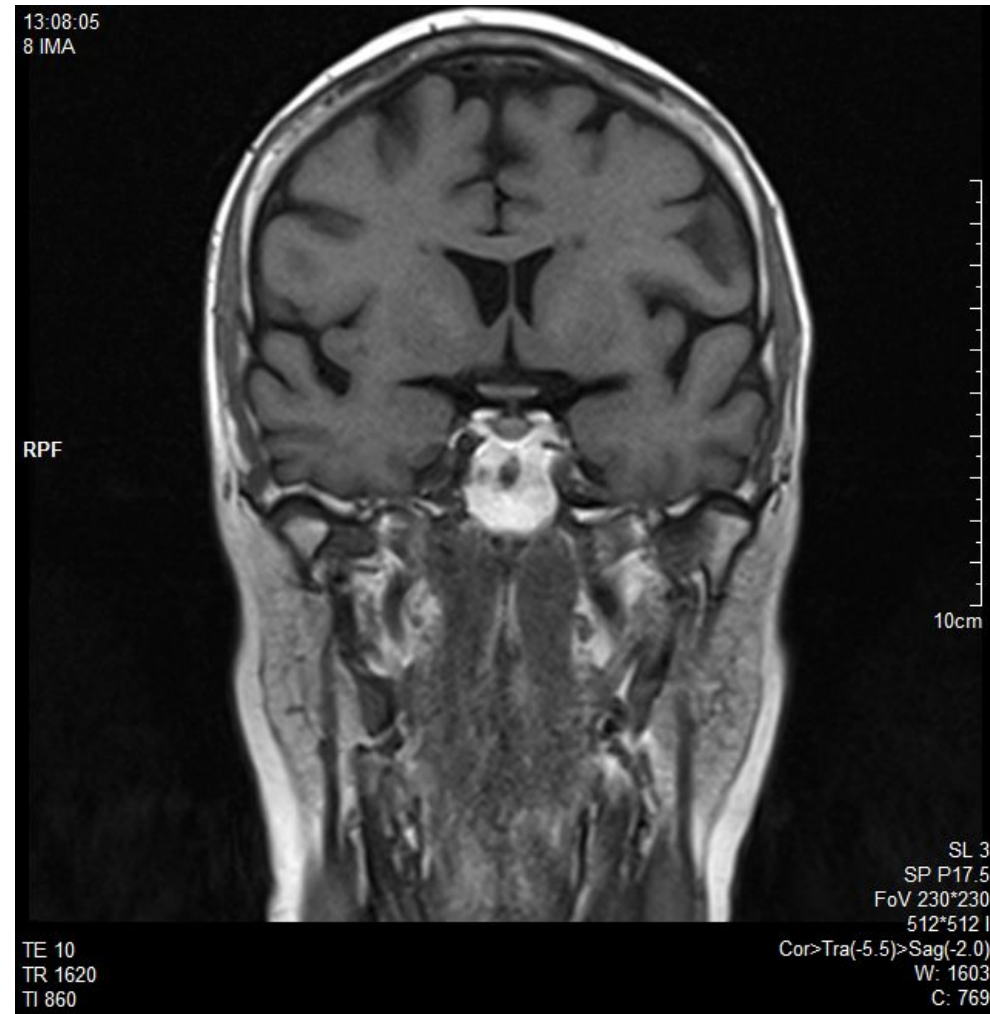
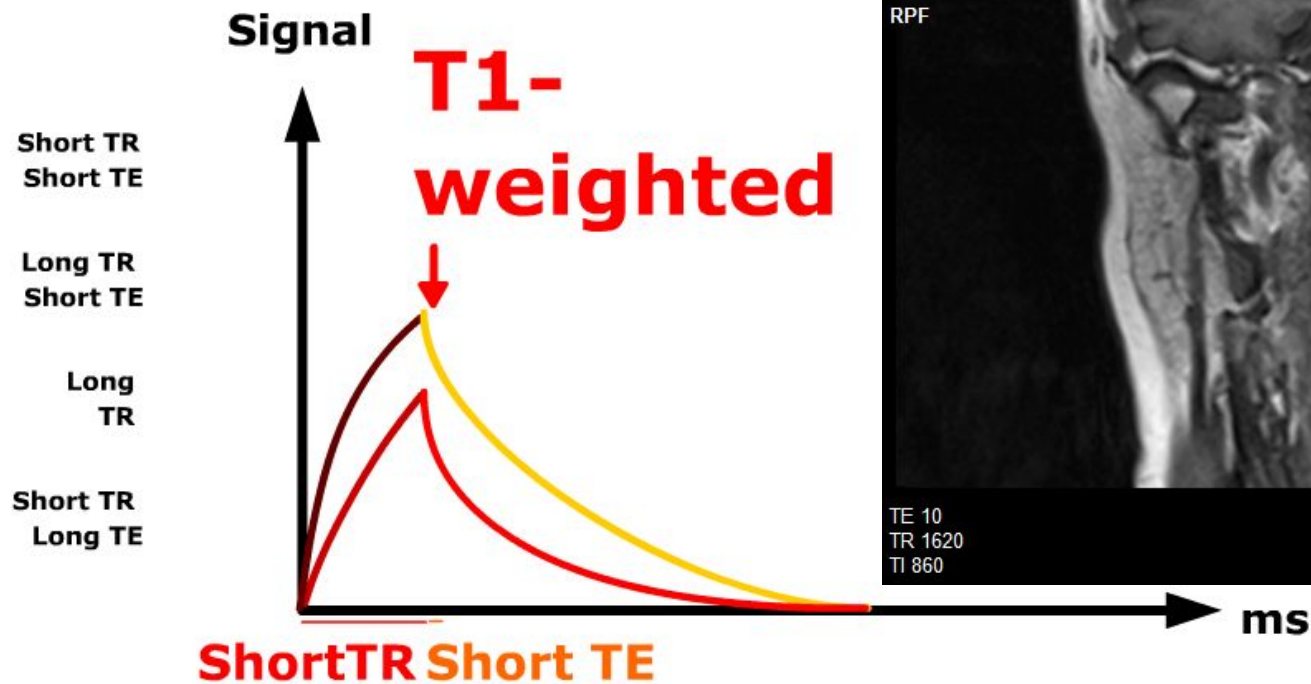
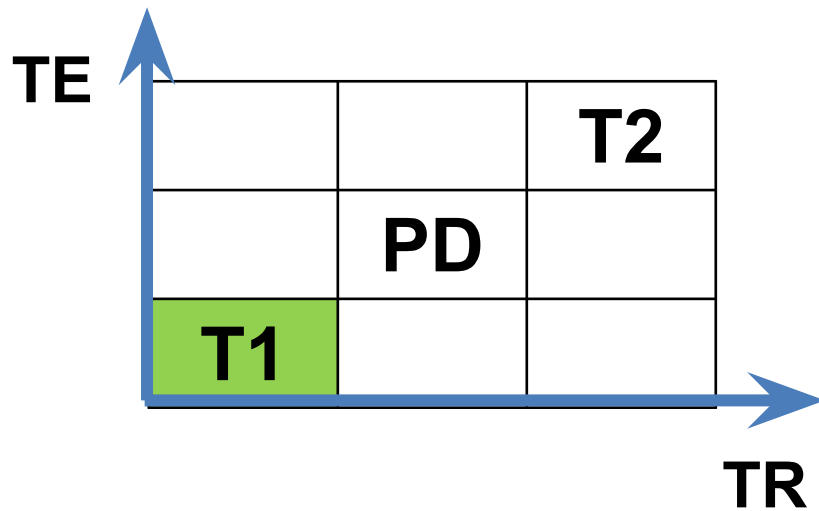
T1-взвешенное изображение



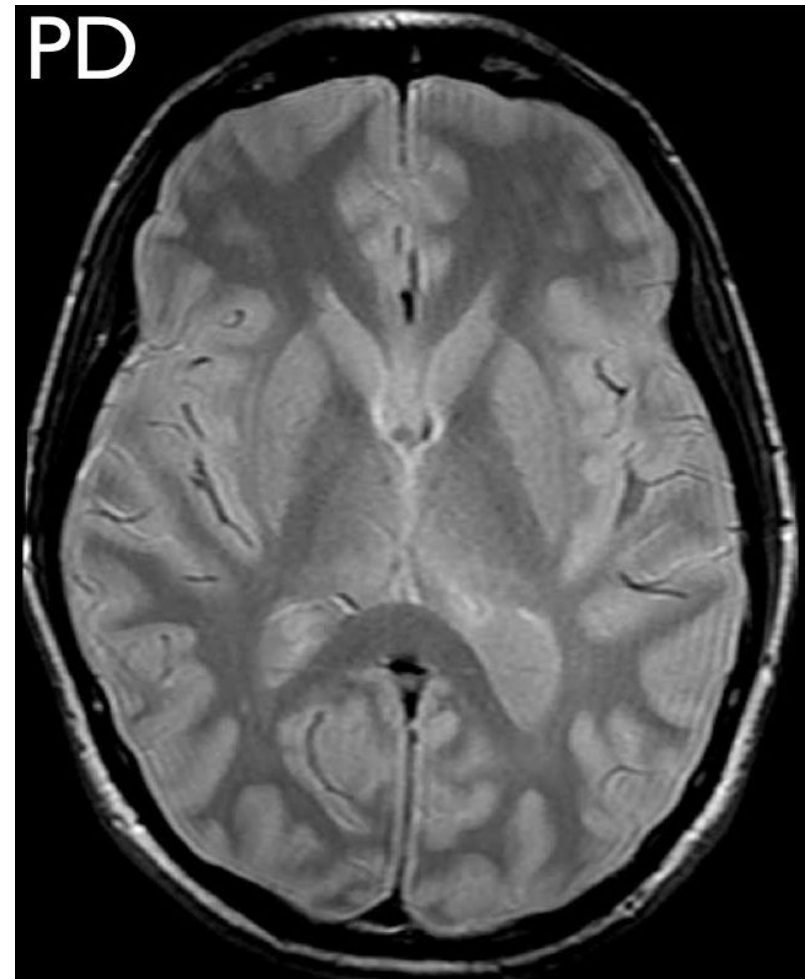
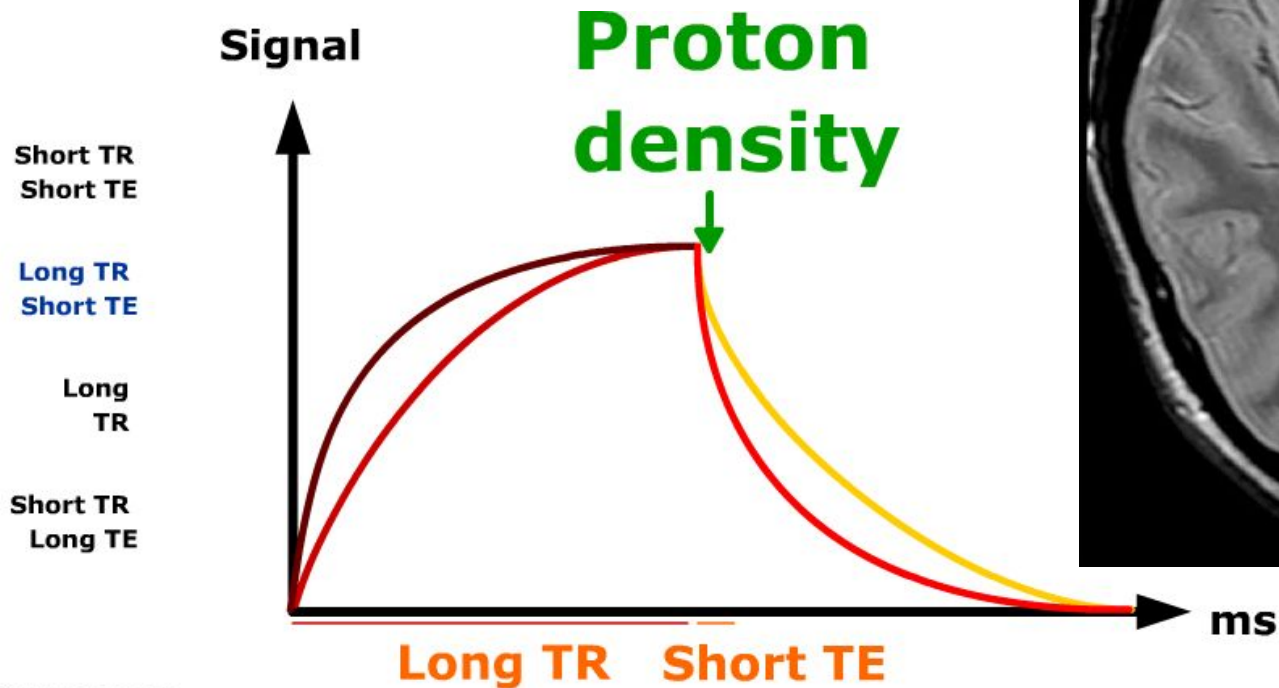
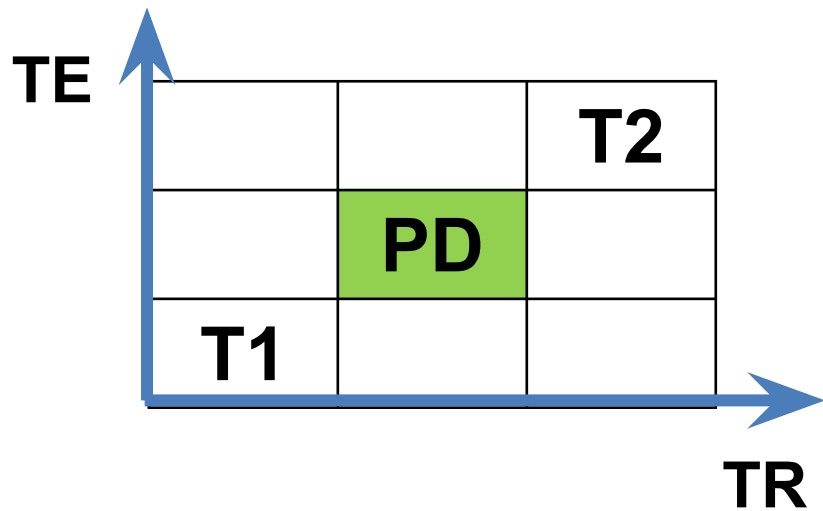
T2-взвешенное изображение



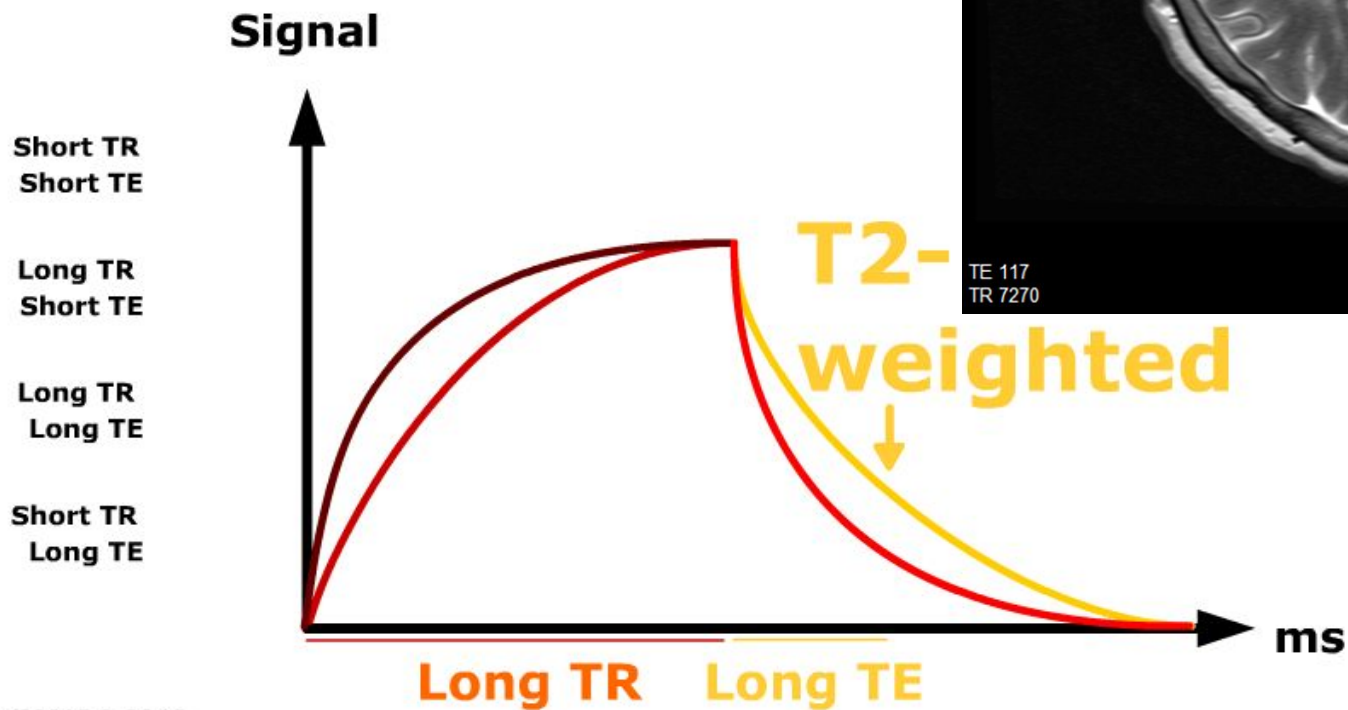
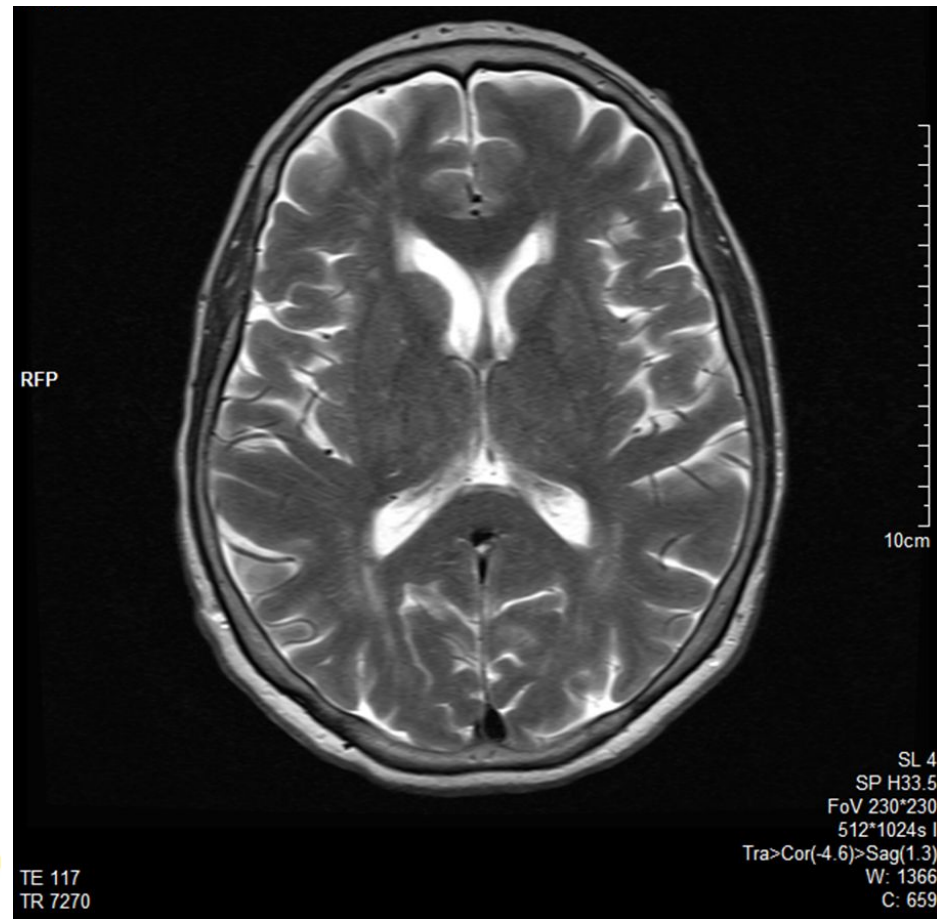
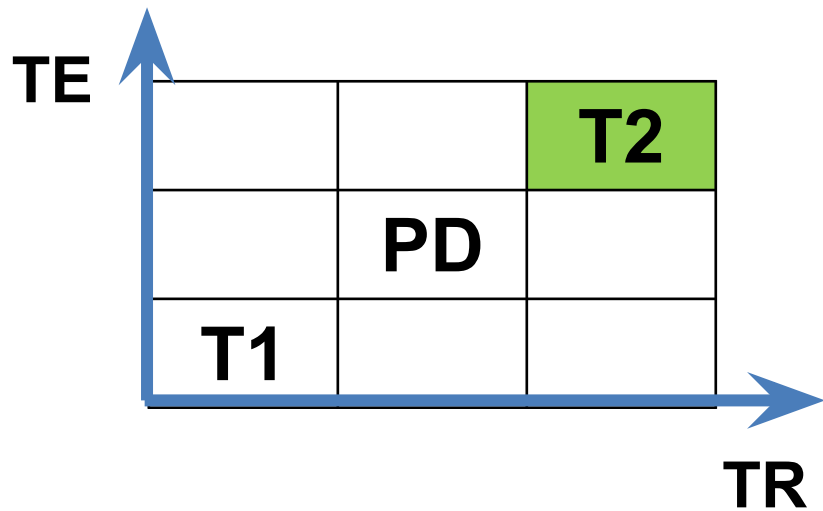
Контраст тканей. Взвешенность



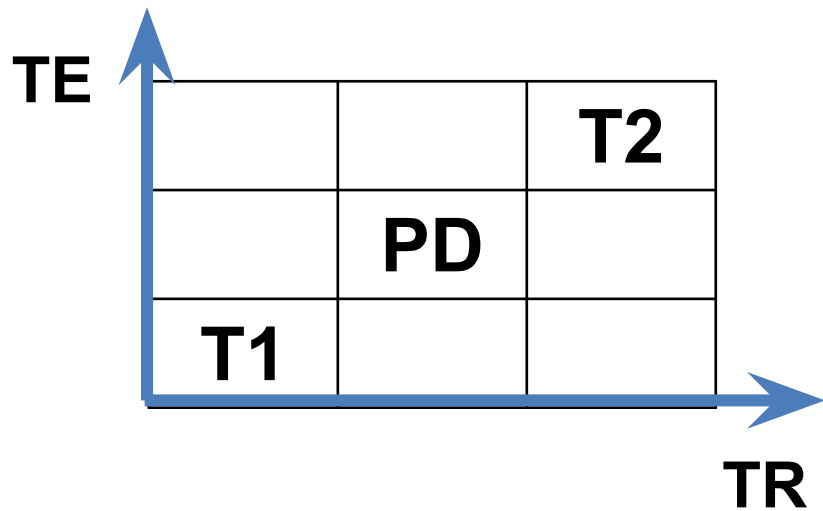
Контраст тканей. Взвешенность



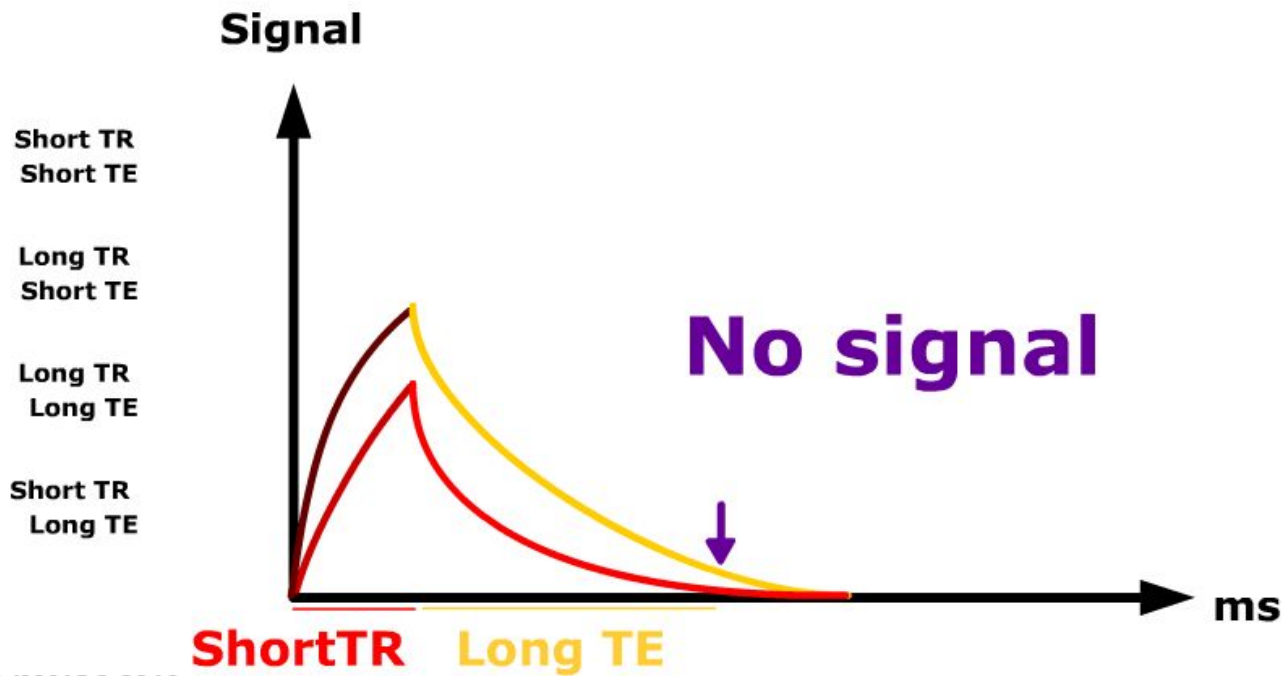
Контраст тканей. Взвешенность



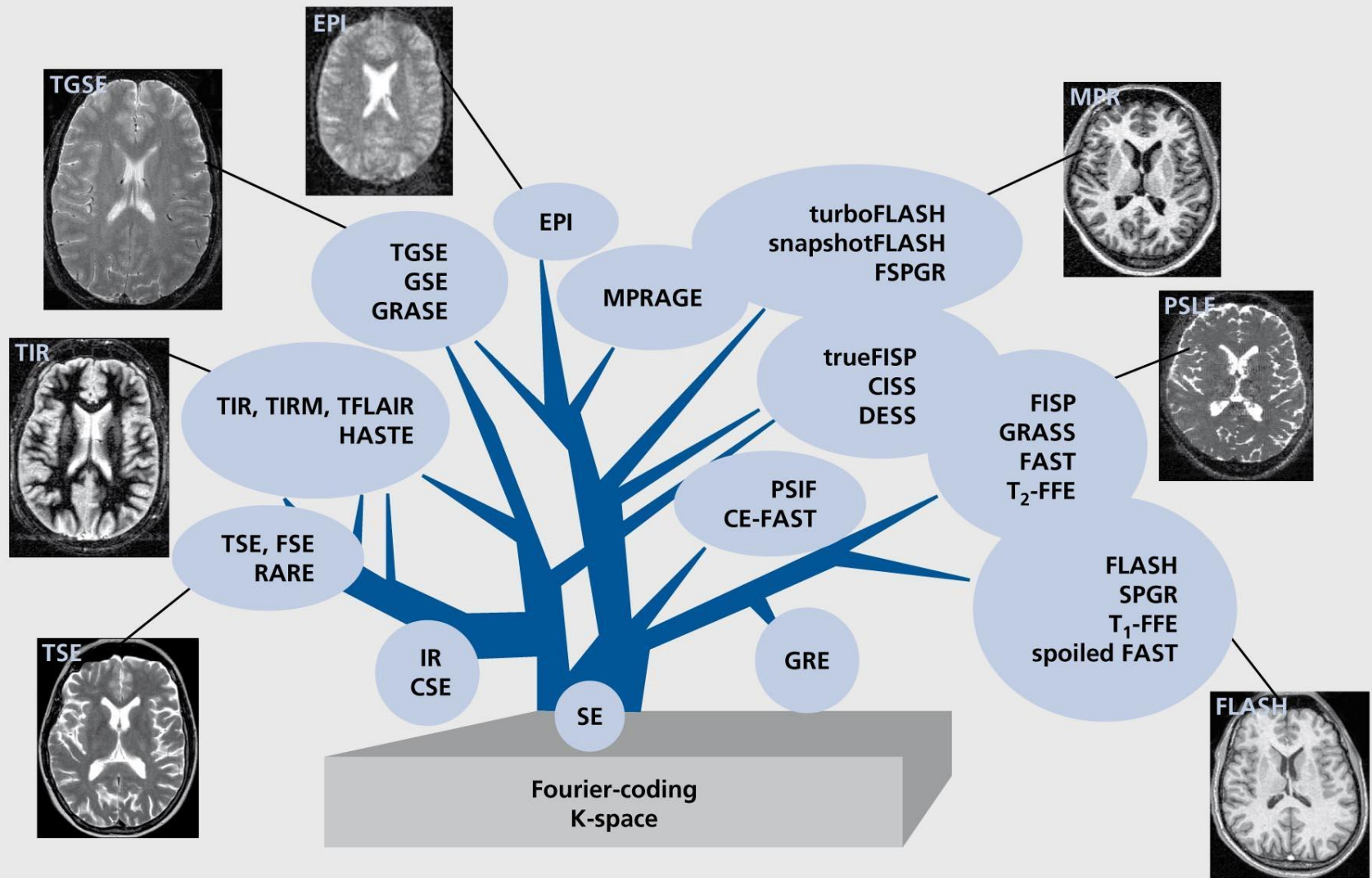
Контраст тканей. Взвешенность



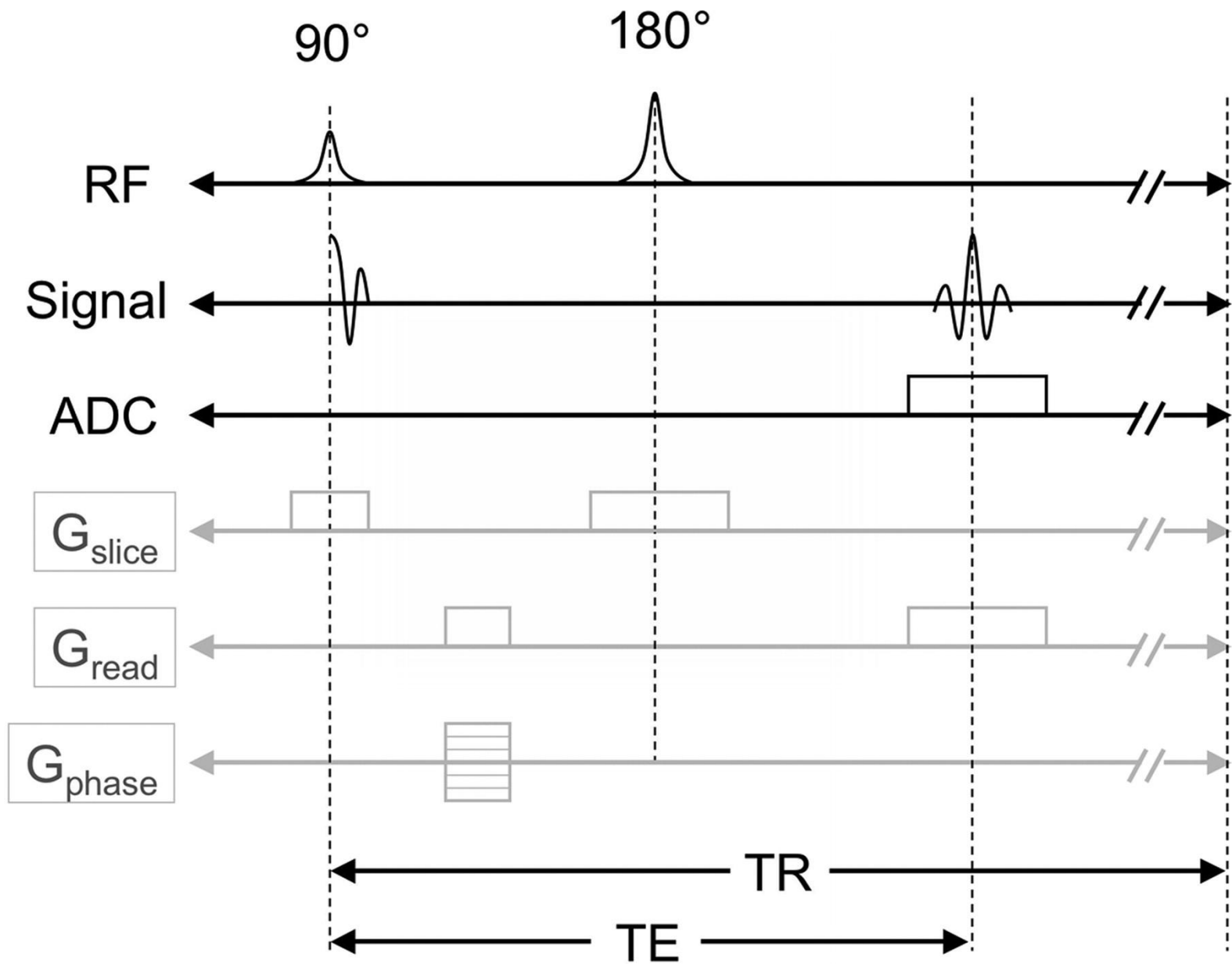
Сканирование даже не
запустится



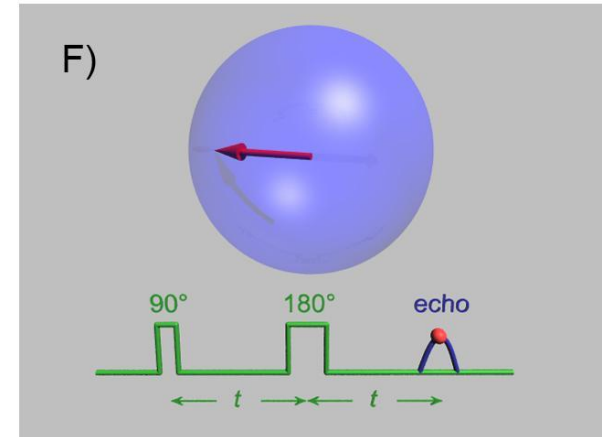
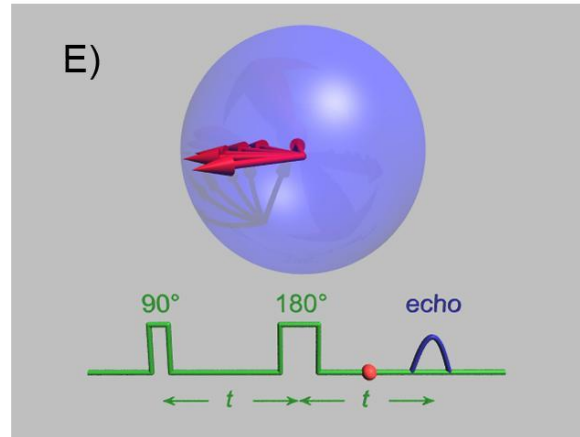
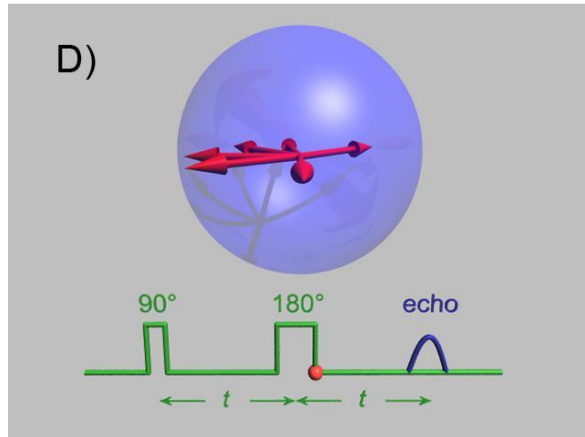
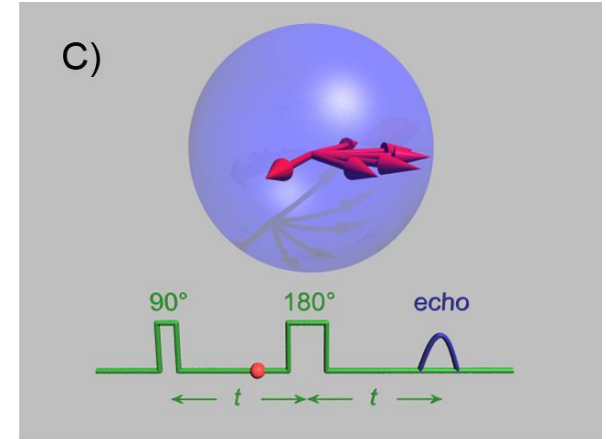
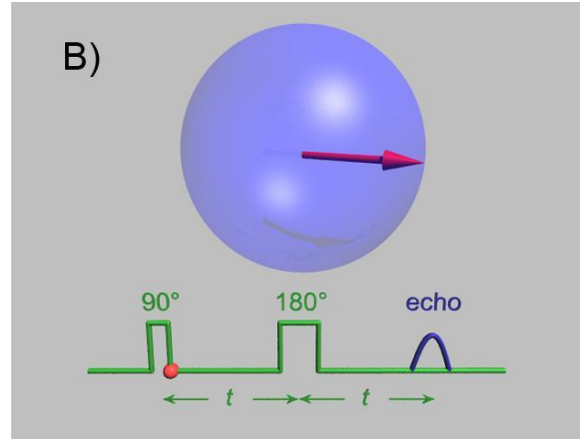
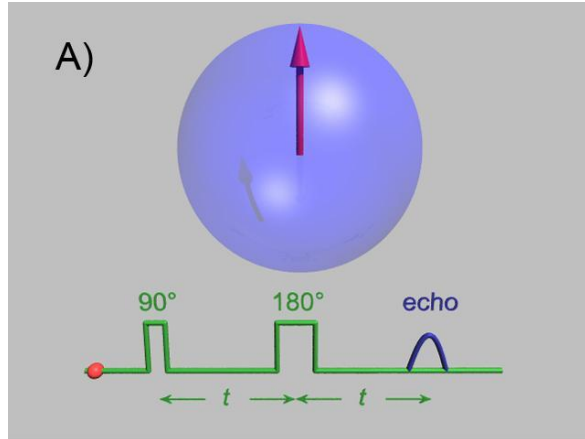
Импульсные последовательности



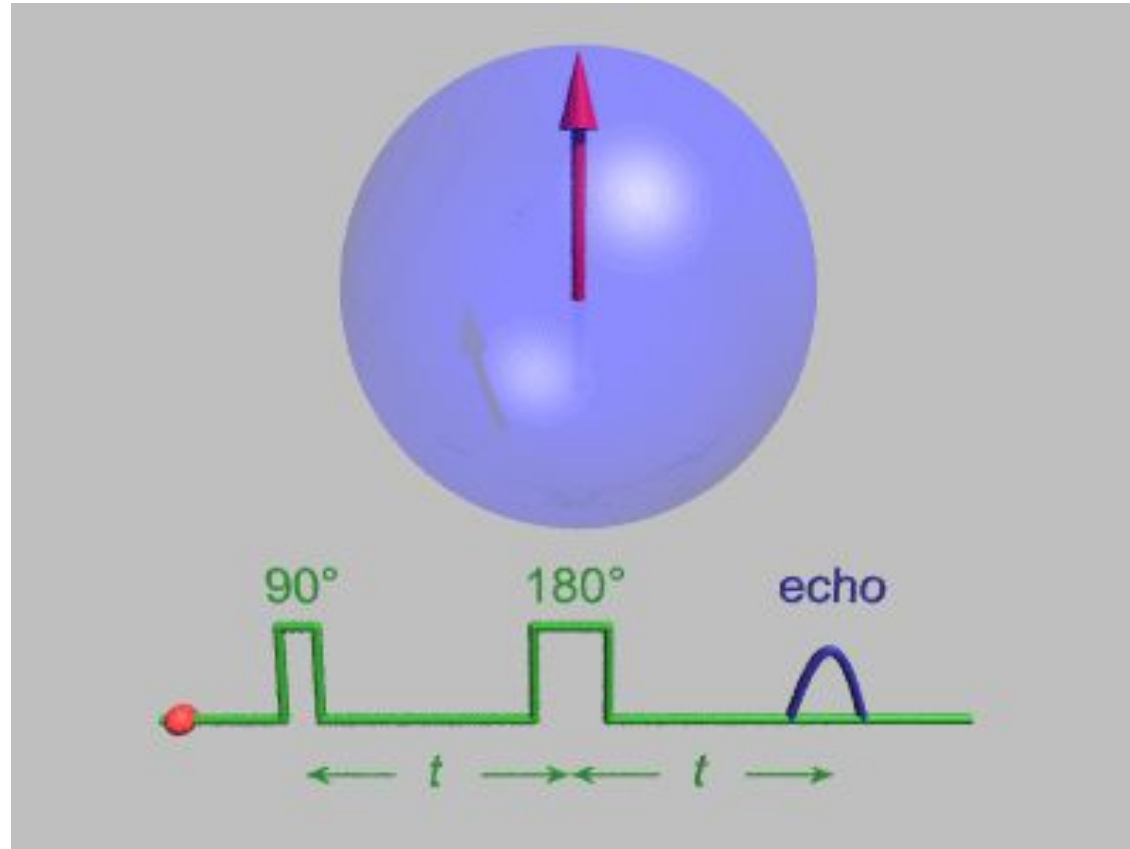
Spin Echo



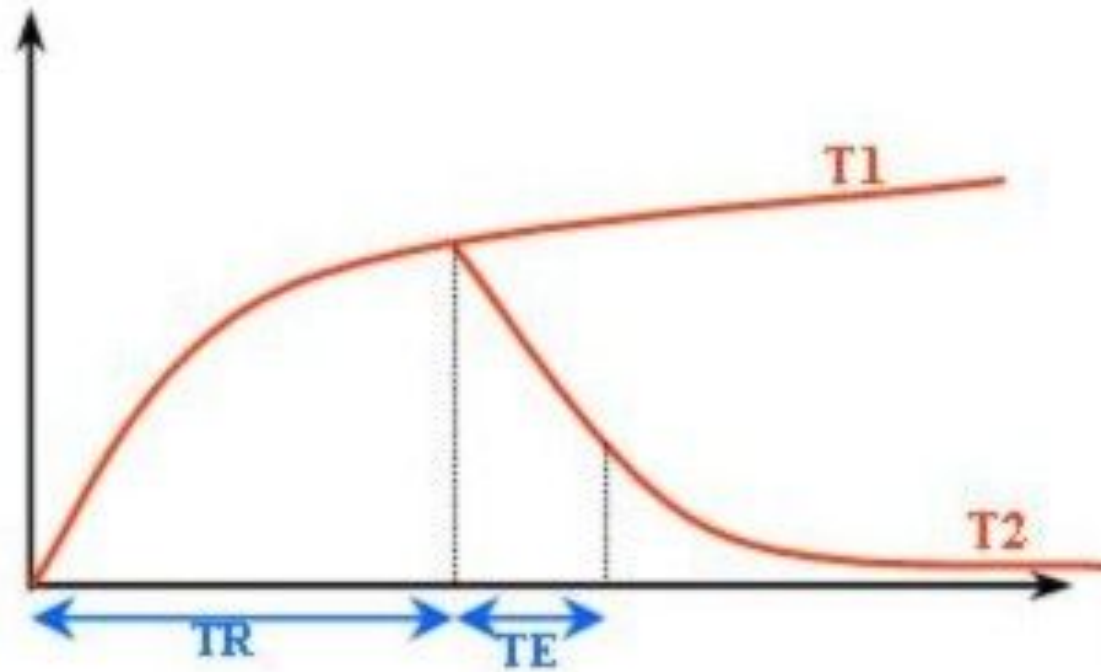
Spin Echo



Spin Echo



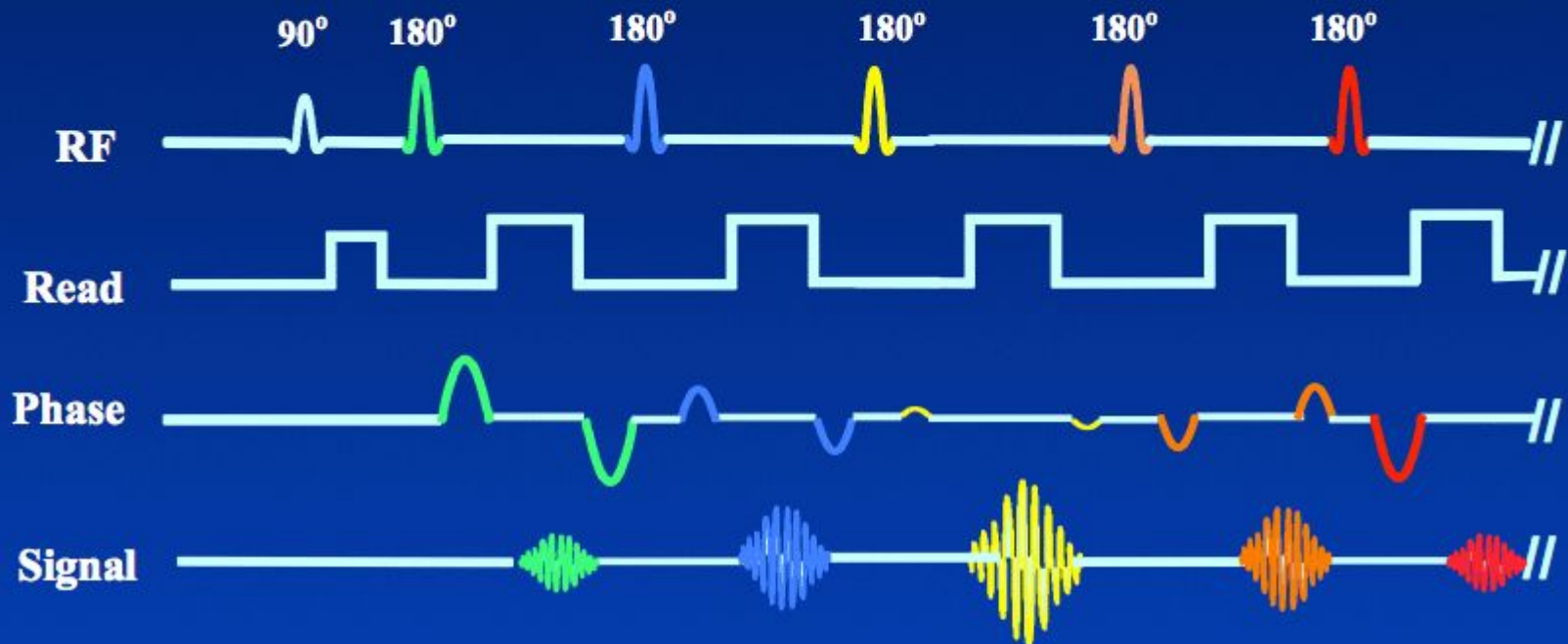
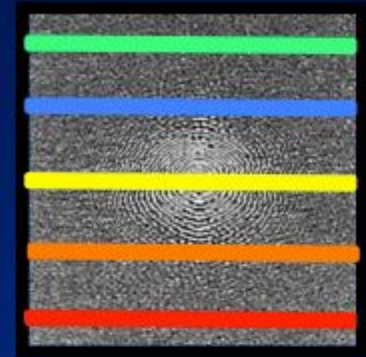
Spin Echo



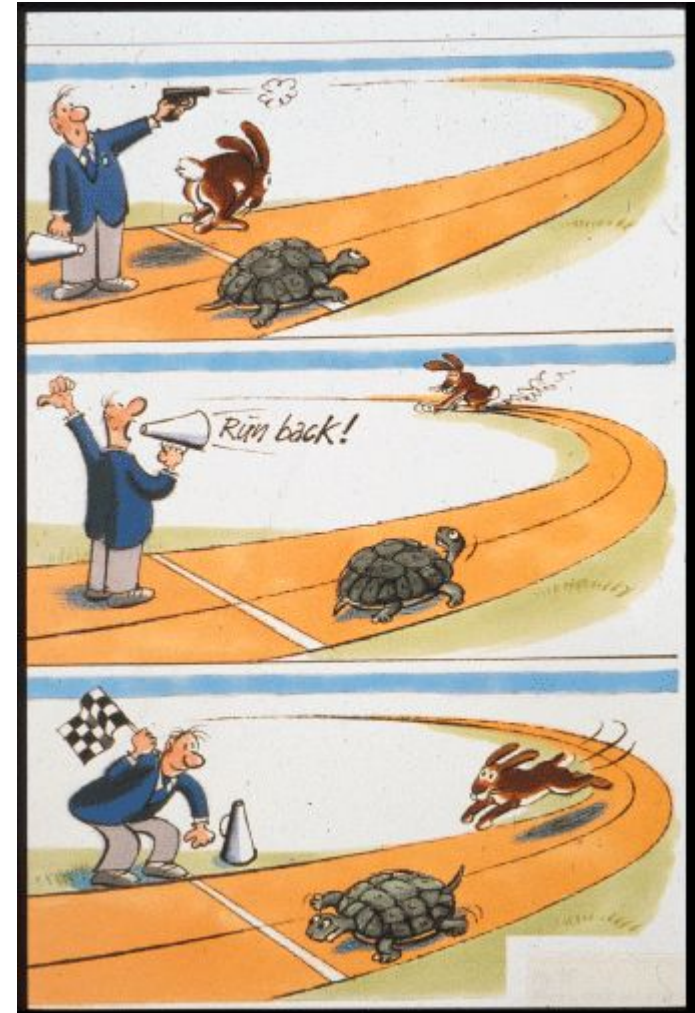
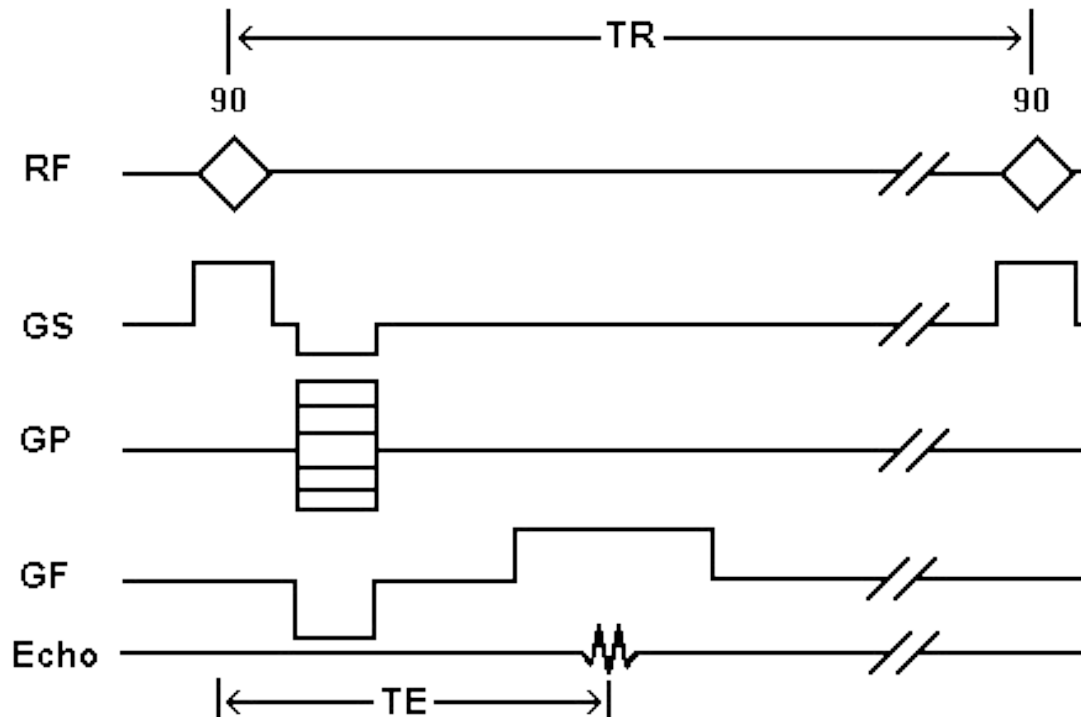
Spin Echo ☐ Fast Spin Echo

Fast Spin Echo Pulse Sequence

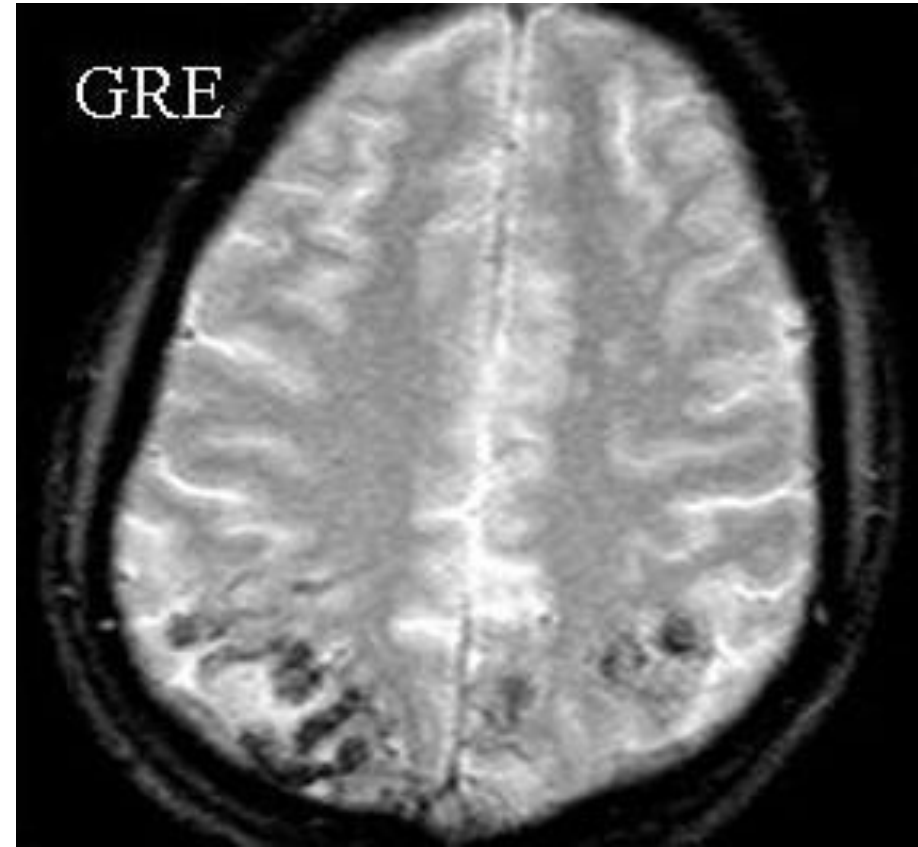
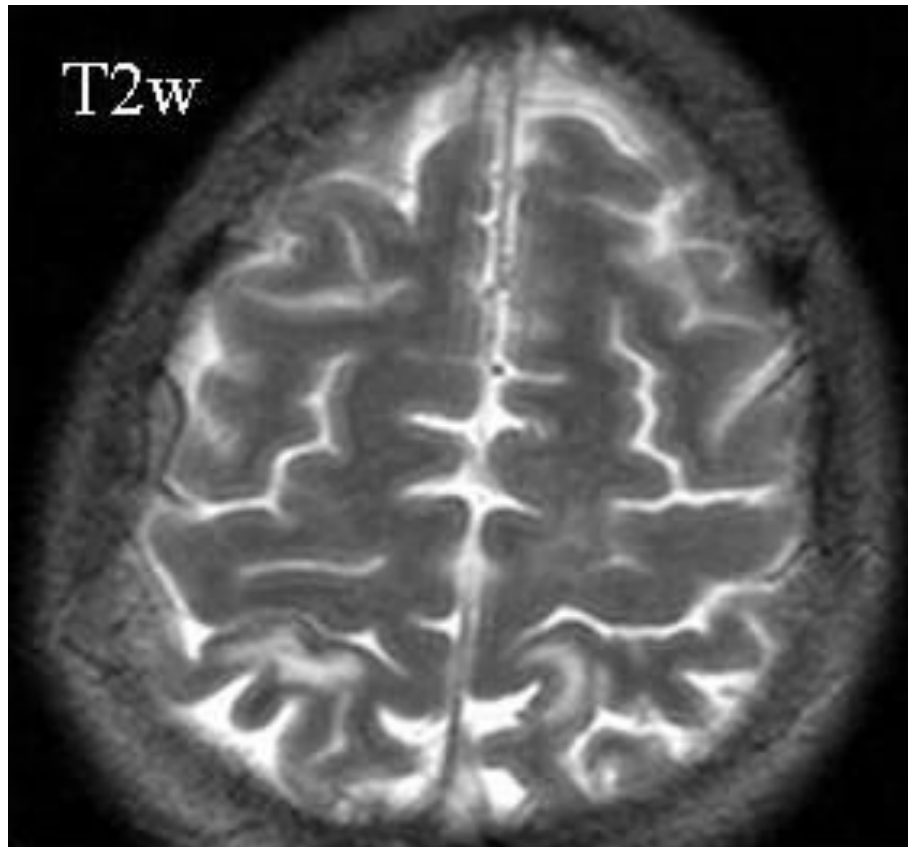
Lines of K-space
filled
“simultaneously”



Gradient Echo



FSE vs. GRE

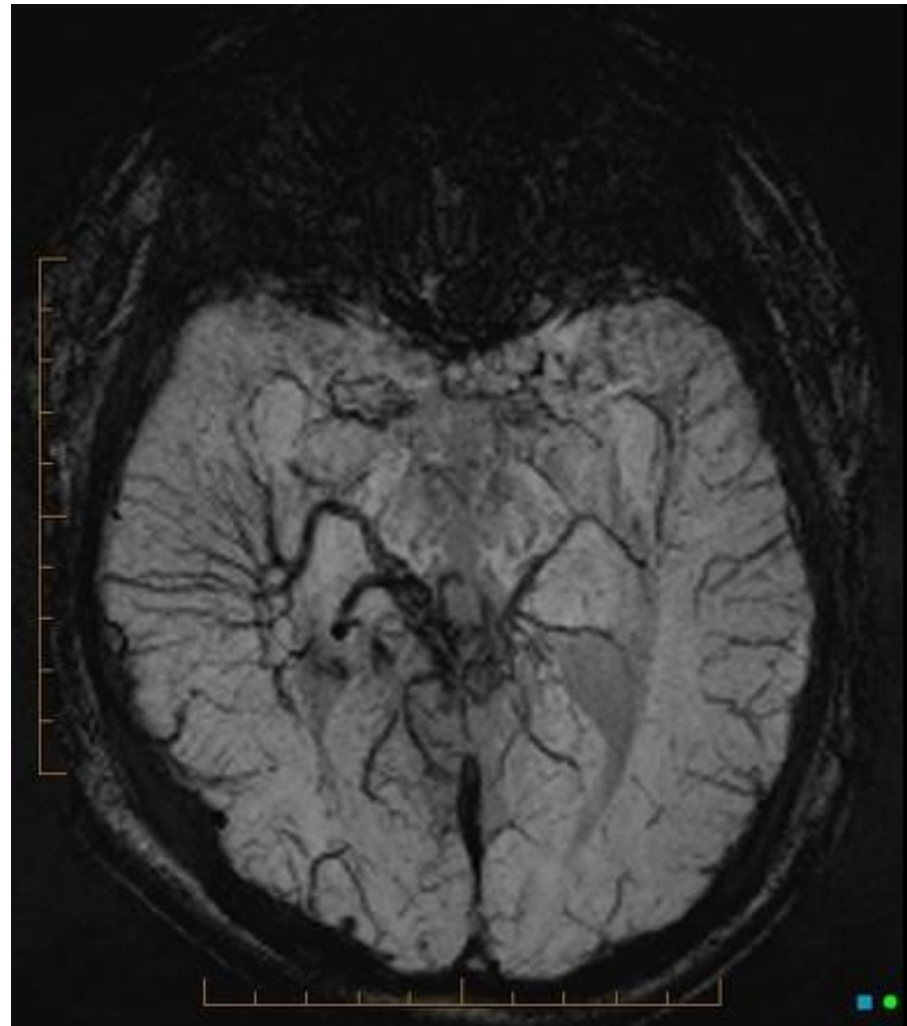
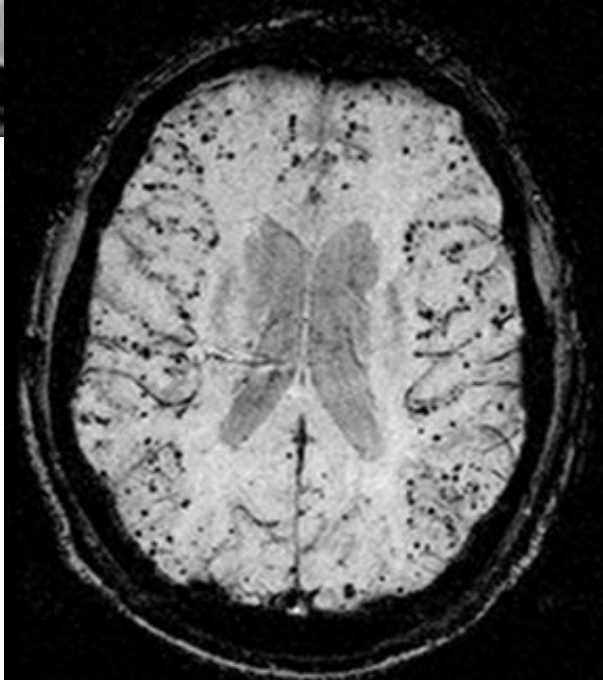
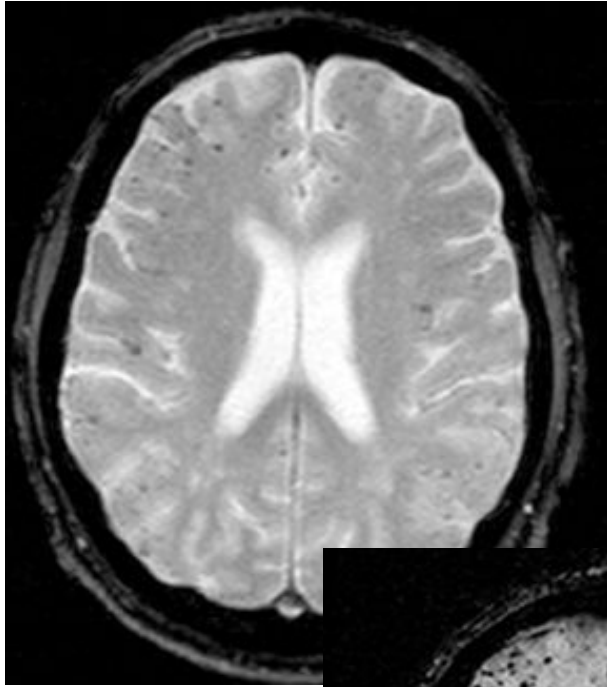


Gradient Echo

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

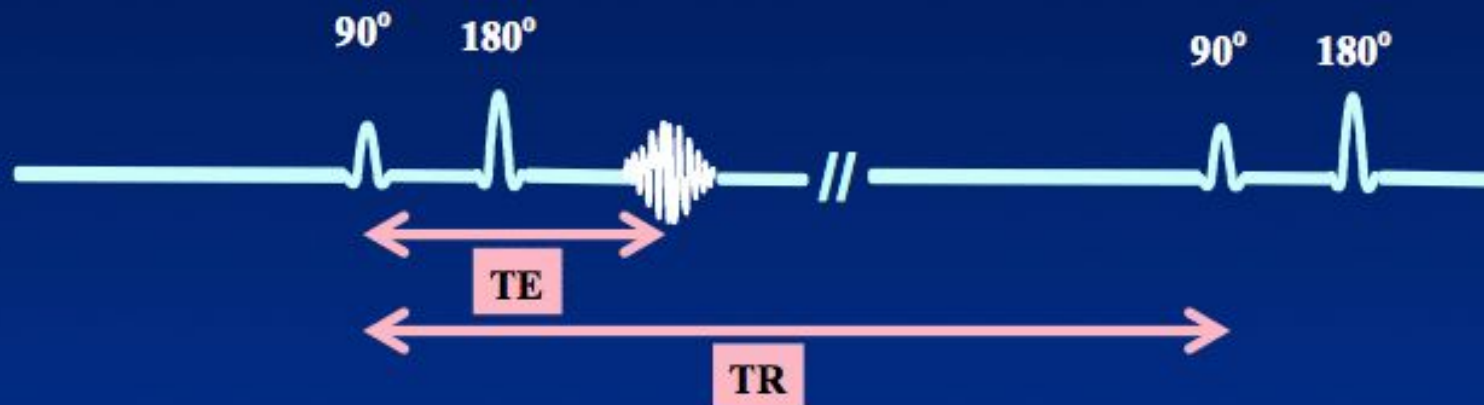
SWI

Susceptibility weighted imaging



Inversion Recovery

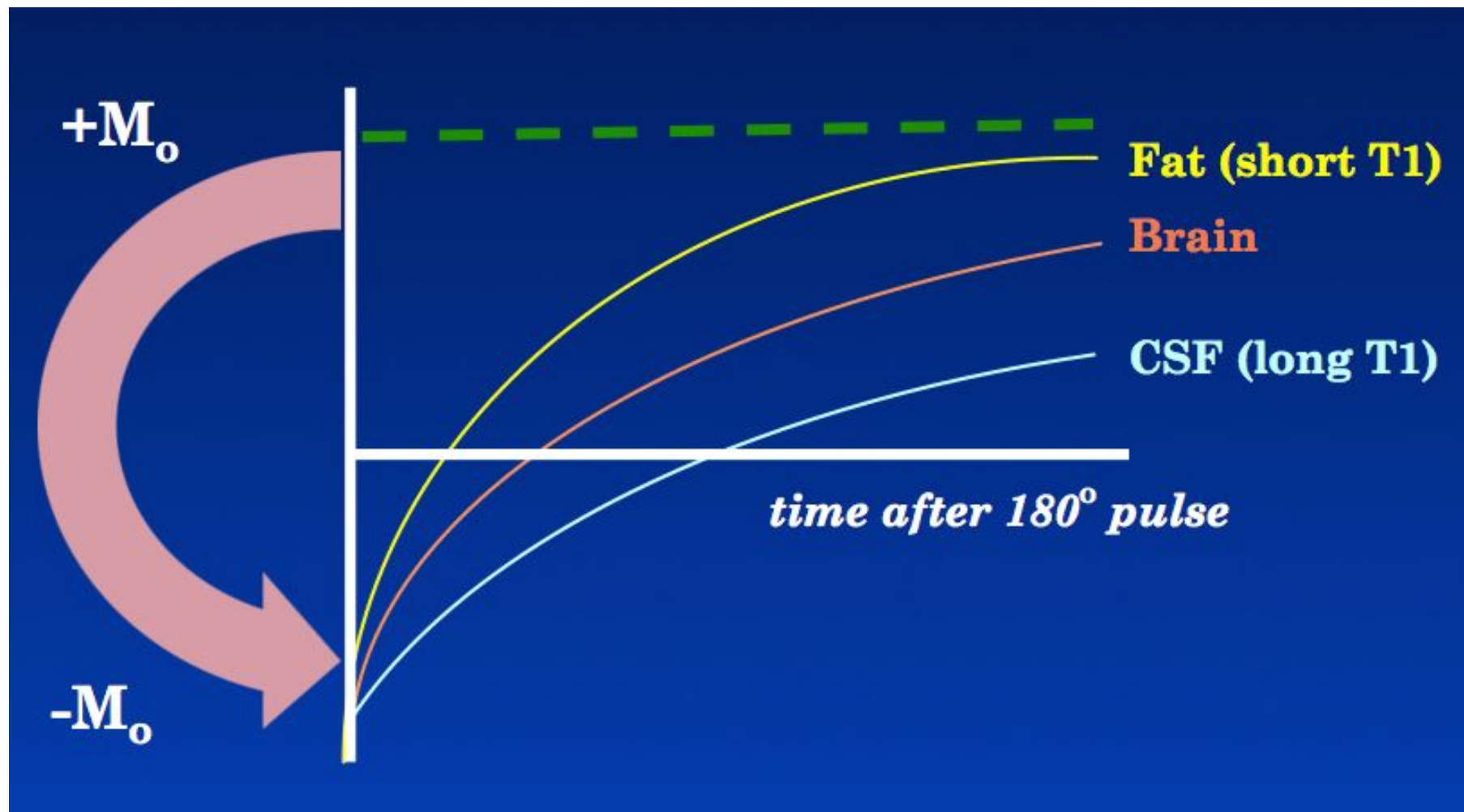
Conventional Spin-Echo



Inversion Recovery



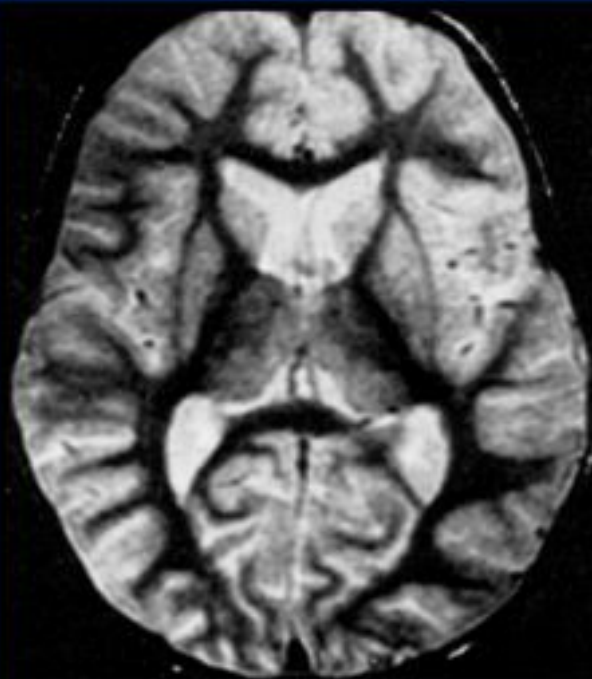
Inversion Recovery



Inversion Recovery

Selective Nulling of Signals based on TI

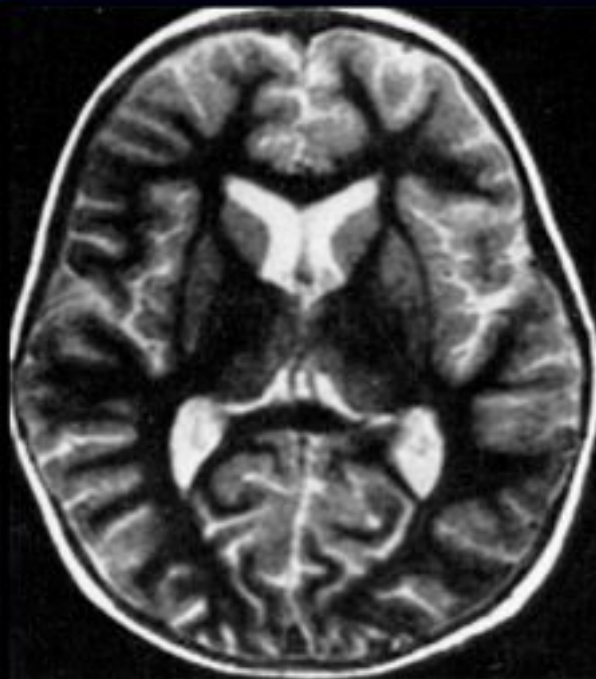
STIR



TI = 180 msec

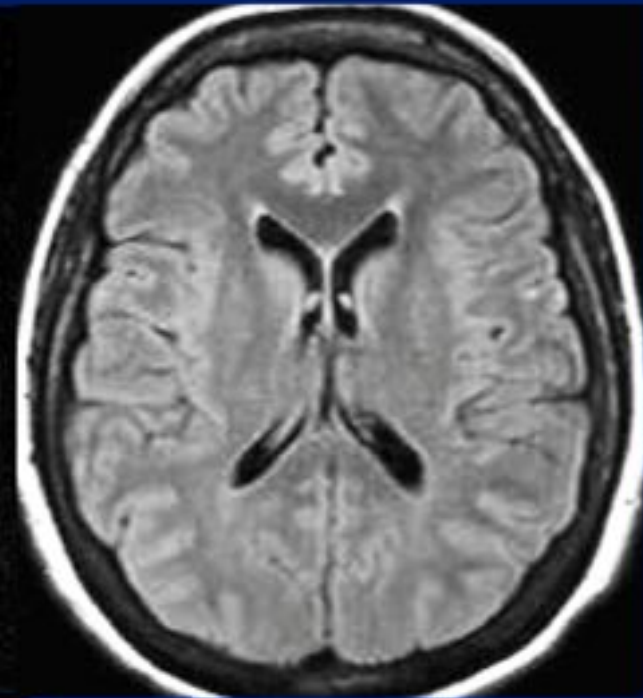
Fat
suppressed

T2-FLAIR



TI = 400 msec

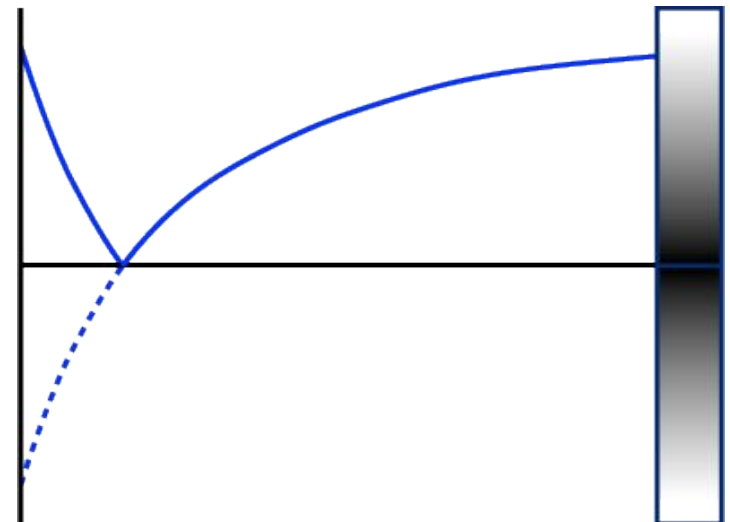
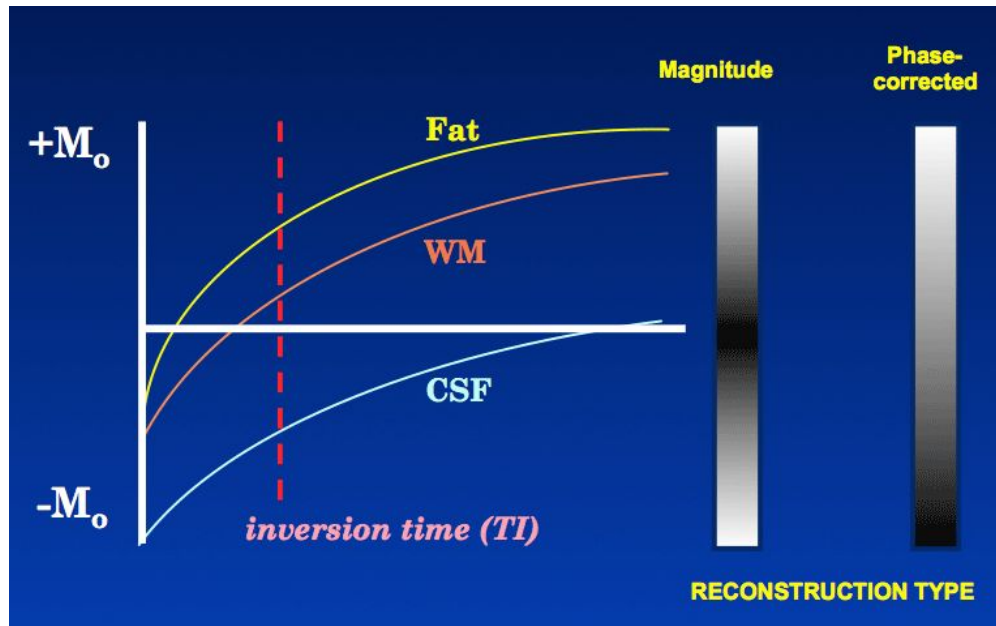
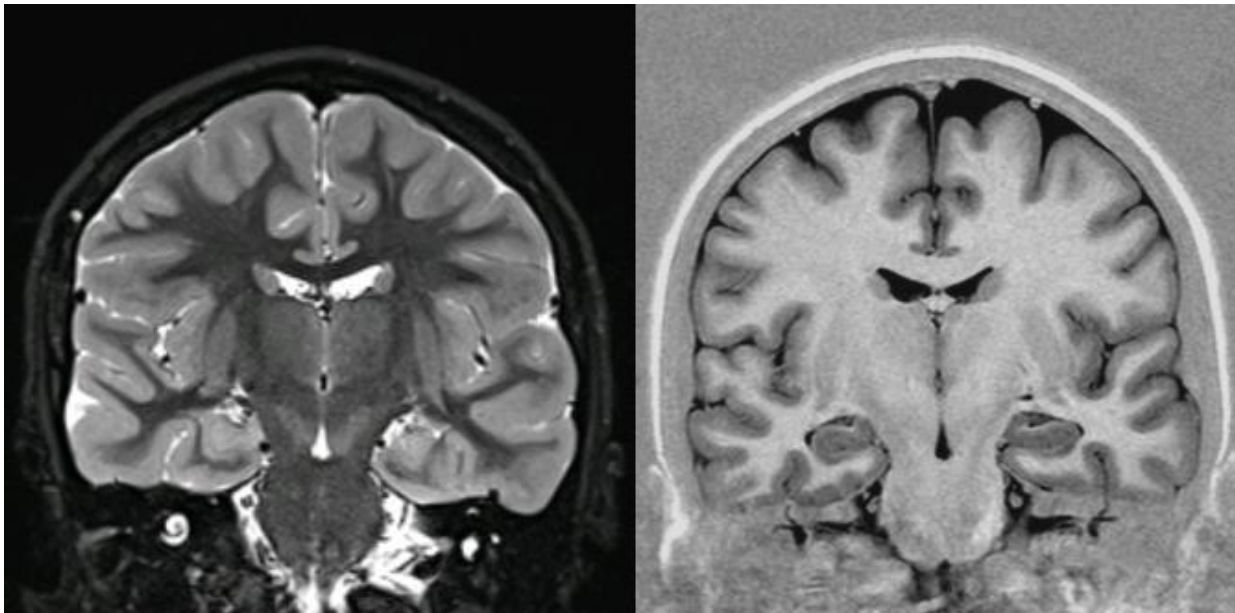
White Matter
suppressed



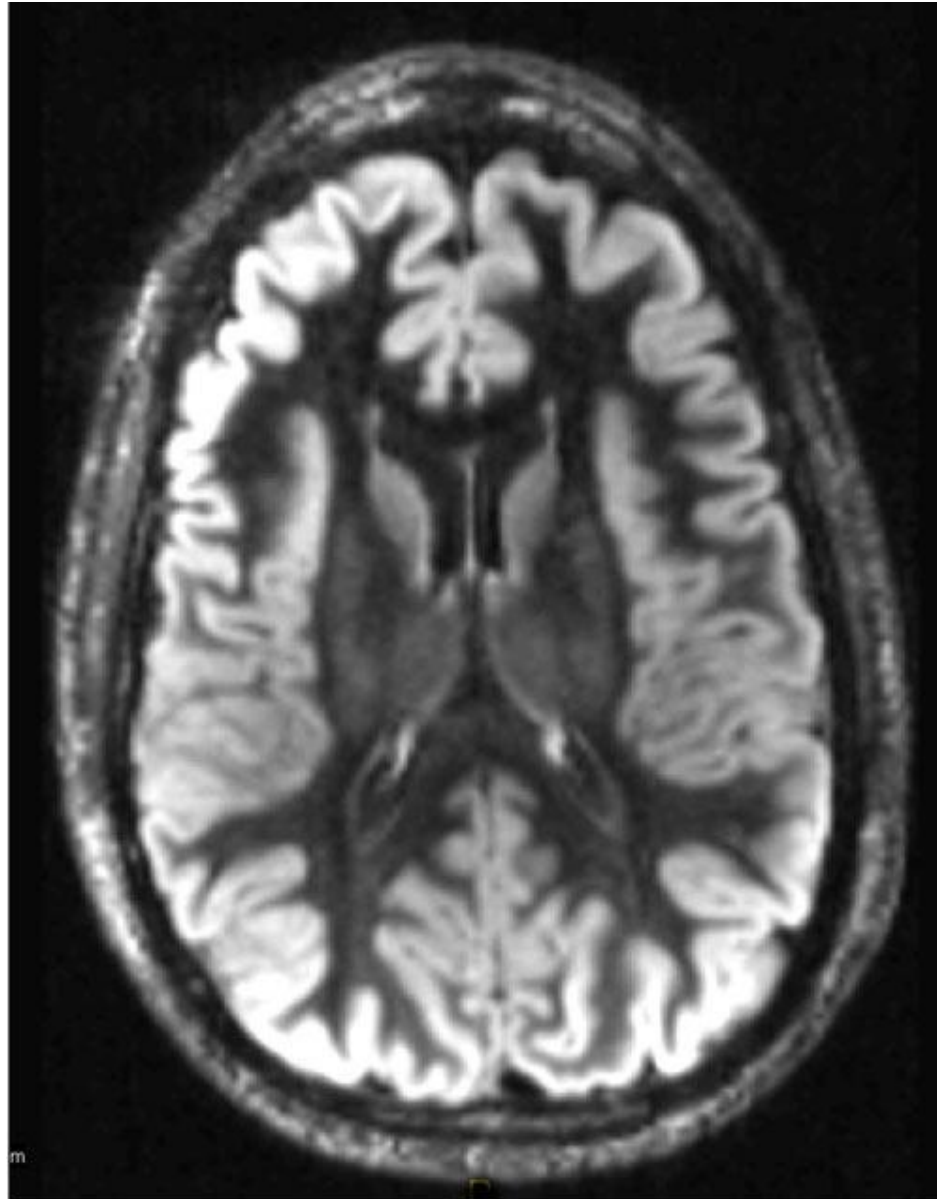
TI = 2500 msec

CSF
suppressed

Inversion Recovery



Double Inversion Recovery



Спасибо за внимание!

