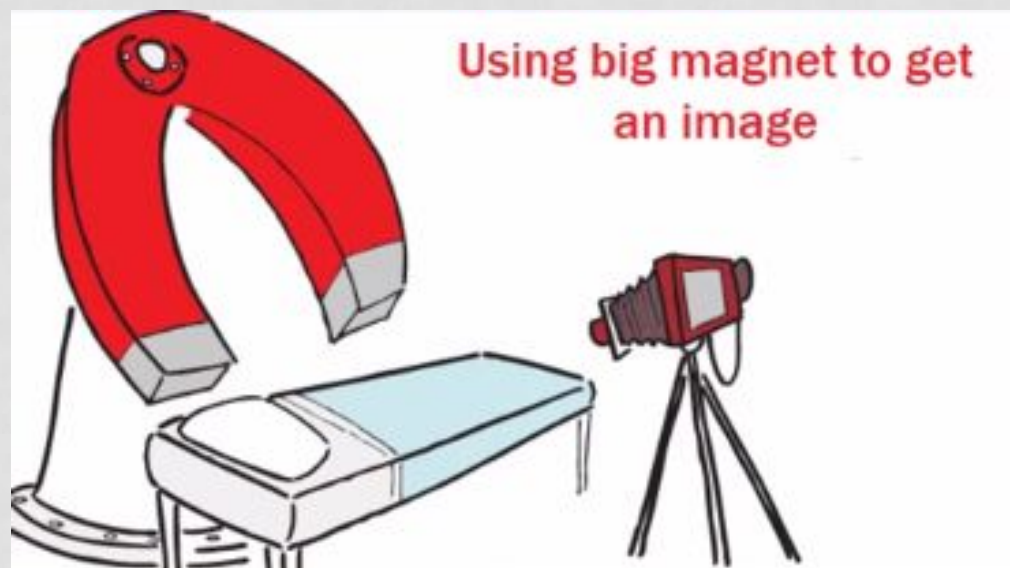
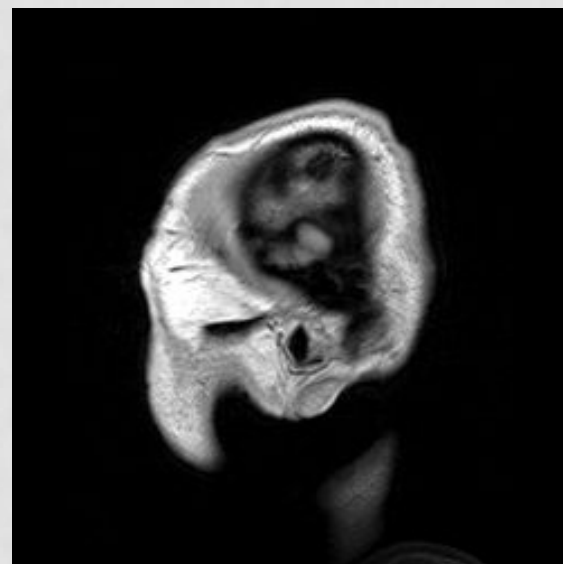


Магнитно-резонансная томография (МРТ) и функциональная магнитно- резонансная томография (фМРТ): принцип действия и возможности метода

Выполнила студентка 4 курса
Вахмянина А. А.

Магнитно-резонансная томография

(МРТ, MRI) — метод получения послойного изображения внутренней структуры органов и тканей с использованием физического явления ядерного магнитного резонанса.



История метода

1938 г. – *Исидор Раби* открыл явление ЯМР (Нобелевская премия 1944 г. «за резонансный метод измерений магнитных свойств атомных ядер»).



1952 г. – *Феликс Блох* и *Эдвард Перселл*, Нобелевская премия по физике «за развитие новых методов для точных ядерных магнитных измерений и связанные с этим открытия».



1973 г. - статья *Пола Лотербура* «Создание изображения с помощью индуцированного локального взаимодействия: примеры на основе магнитного резонанса».



1974 г. - *Реймонд Дамадьян*, первый патент в области магнитно-резонансной томографии для диагностики злокачественных новообразований.

1984 г. – в СССР способ и устройство для ЯМР-томографии предложил *В. А. Иванов*.

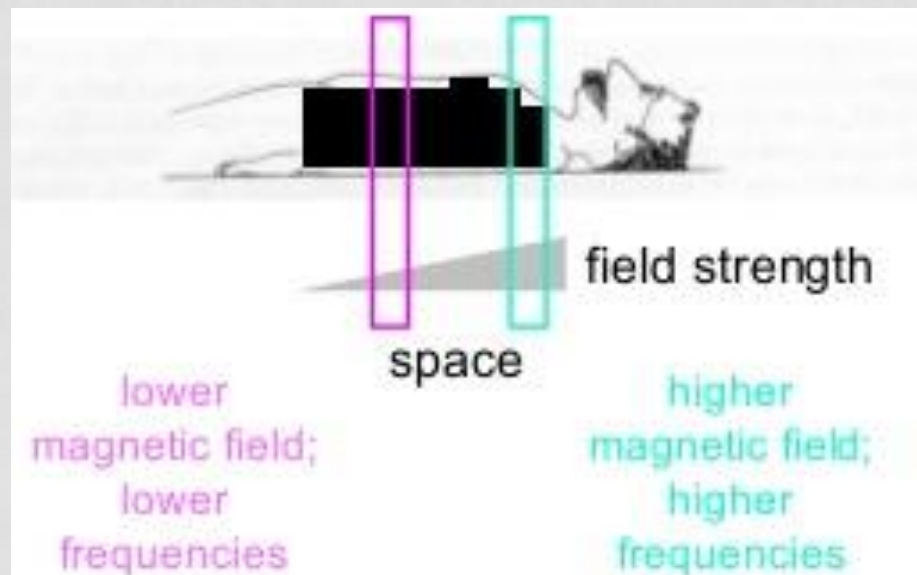
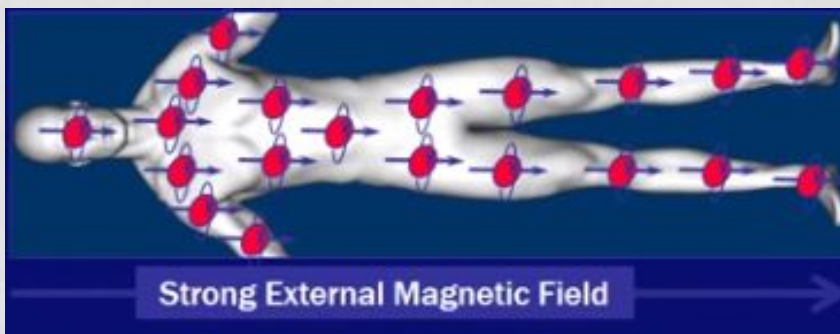
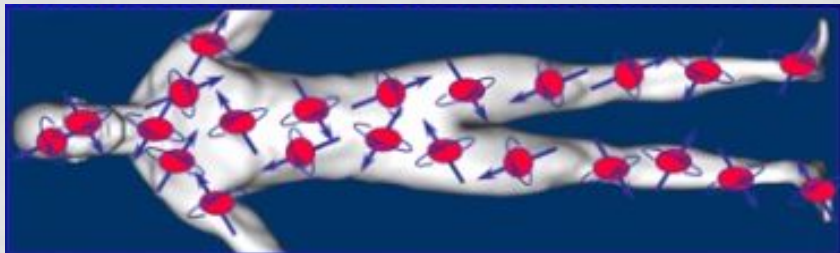


2003 г. – *Пол Лотербур* и *Питер Мэнсфилд*, Нобелевская премия по физиологии и медицине «за изобретение метода магнитно-резонансной томографии».

Физическая основа метода – насыщенность тканей организма водородом

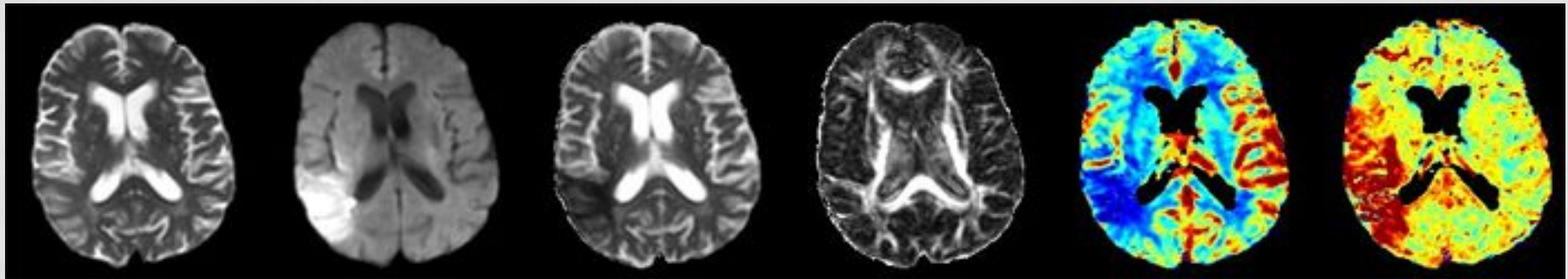
Ядро водорода состоит из одного **протона**, который имеет **магнитный момент (спин)** и меняет свою пространственную ориентацию в мощном магнитном поле, а также при воздействии дополнительных градиентных полей и внешних импульсов радиоизлучения, подаваемых на специфической резонансной частоте.

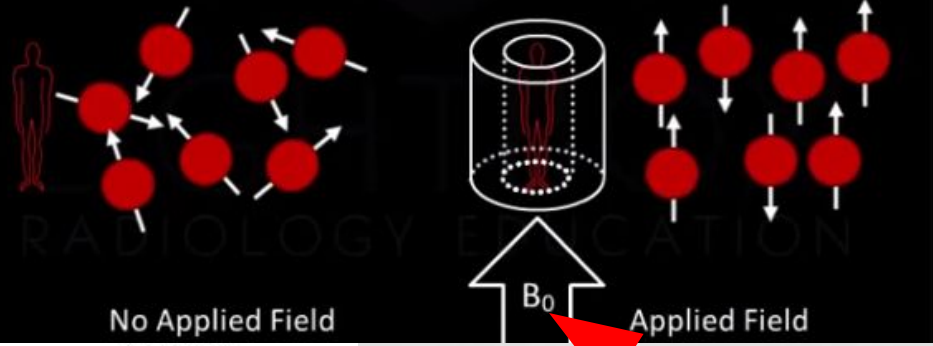
Радиоволны должны иметь определенную частоту, для того, чтобы возбуждать протоны. Эта частота пропорциональная силе магнитного поля. Если мы создадим градиент магнитного поля, различные частоты радиоизлучения будут влиять на протоны в различных областях исследуемого пространства. При этом регистрируется выделение энергии во время релаксации возбужденных протонов.





Как устроен магнитно-резонансный томограф?





Создаются для разных частей тела: головы, туловища, колена, плеча, запястья, лодыжки. Улучшают соотношение сигнал/шум

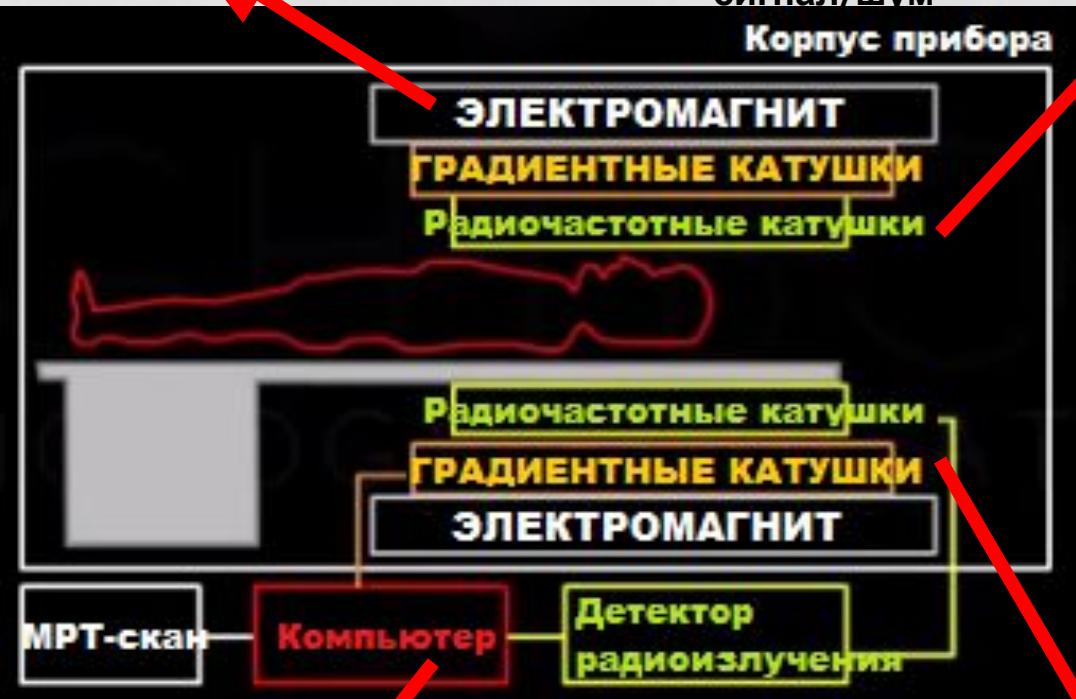


No Applied Field Magnet

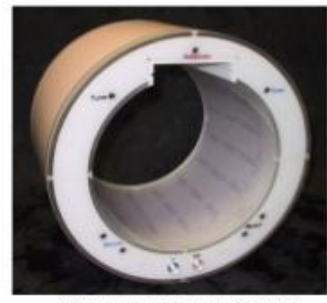
Applied Field



Магнитное поле внутри магнита (1 T) в 80000 раз сильнее магнитного поля Земли.

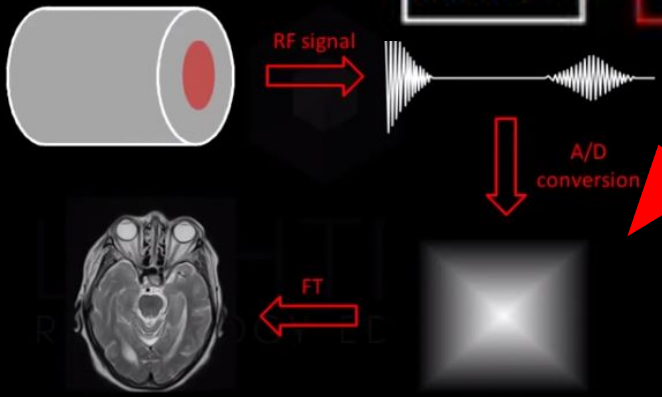
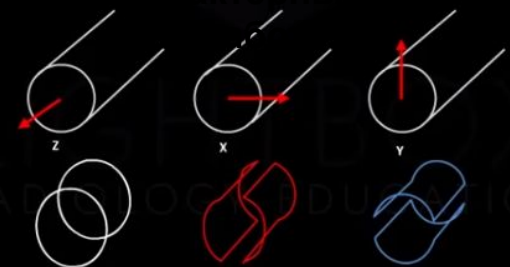


RF Coil

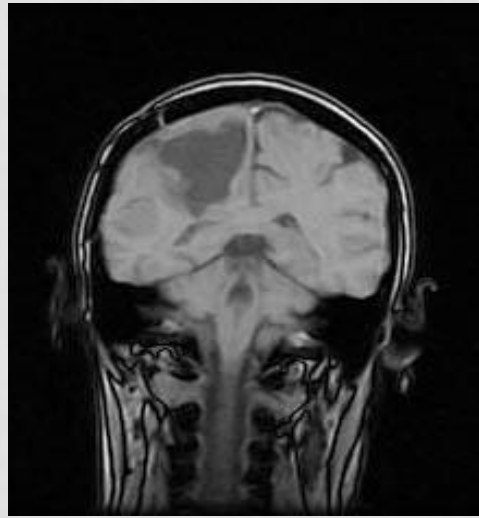


Изменяют первичное магнитное поле. Создают градиент поля по осям x, y, z. Создают

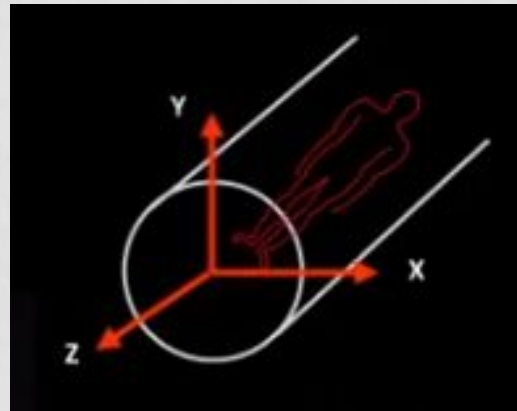
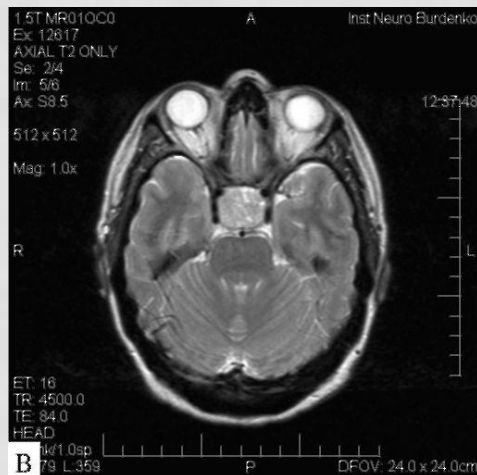
Gradient Coil



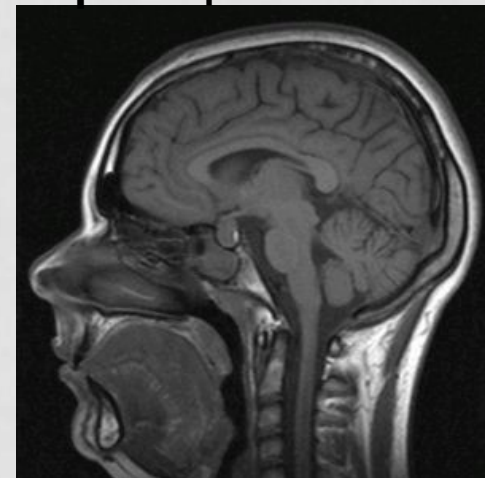
Ось Y: коронарная проекция

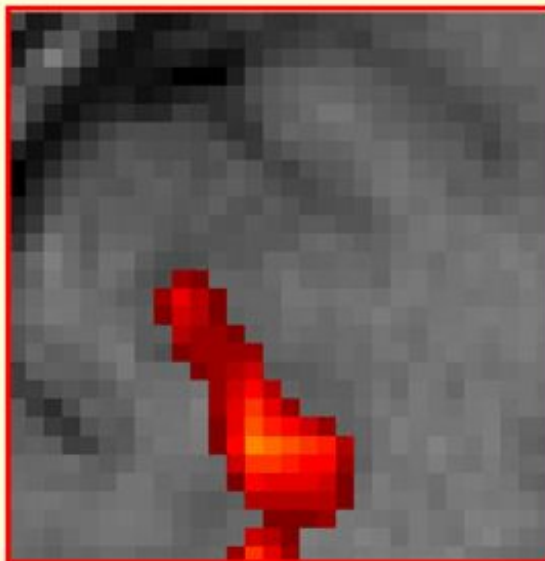
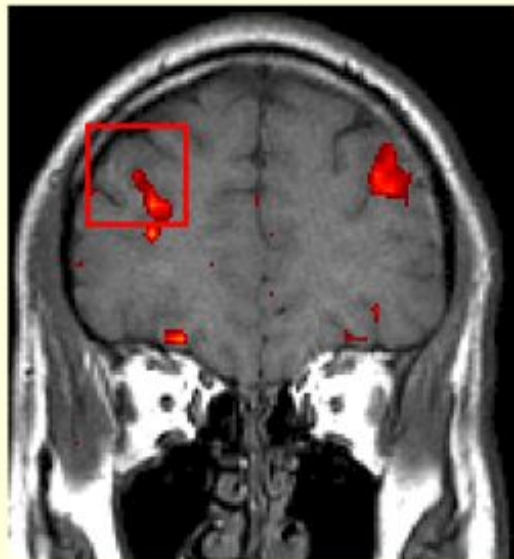


Ось Z: аксиальная проекция



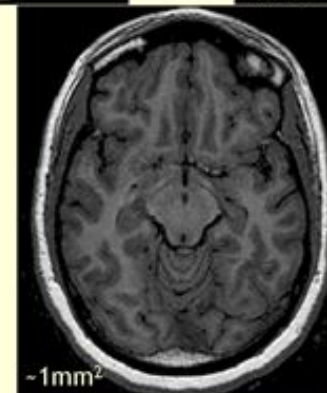
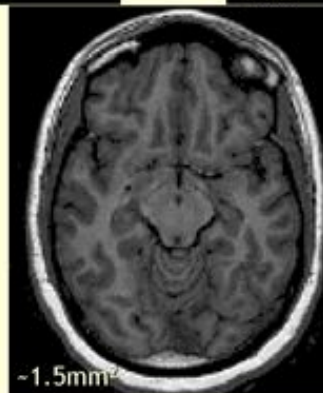
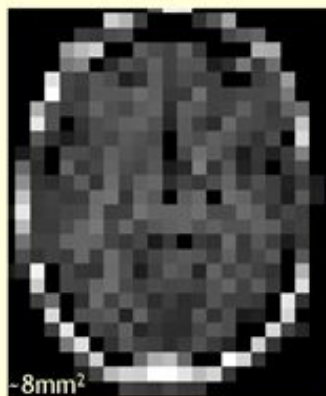
Ось X: сагиттальная проекция





Единица
пространственного
разрешения в МРТ
– **воксель** (1,5-4
мм³)

От разрешения
зависит качество
изображения и
время,
необходимое для
сканирования



Пространственное кодирование с использованием градиента магнитного поля

Магнитное поле

Протоны выравниваются в магнитном поле

Импульсы радиочастотной катушки

Протоны поглощают энергию

Возбуждение

Протоны испускают энергию

Релаксация

Детекция сигнала

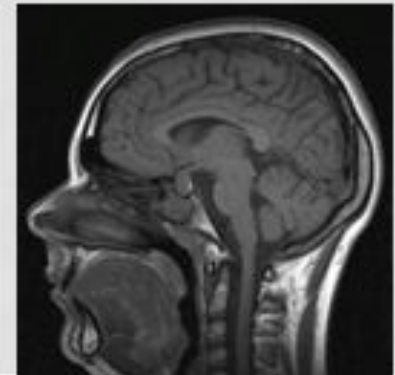
Матрица данных

Преобразование Фурье

Изображение



Повторяется много раз



MPT в диагностике

MPT - один из самых эффективных методов диагностики заболеваний головного и спинного мозга, позвоночника, суставов, органов брюшной полости и малого таза, а также сердца и сосудов. Главными преимуществами MPT являются **высокий мягкотканый контраст**, а также **отсутствие лучевой нагрузки**. Как правило, **MPT не применяют для исследований легких, желудка и кишечника, костей**.

Абсолютные противопоказания:

установленный кардиостимулятор, ферромагнитные или электронные имплантаты среднего уха, большие металлические имплантаты, ферромагнитные осколки.

Относительные противопоказания:

инсулиновые помпы, неферромагнитные имплантаты внутреннего уха, протезы клапанов сердца, кровоостанавливающие клипсы, декомпенсированная сердечная недостаточность, первый триместр беременности (собрано недостаточное количество доказательств отсутствия тератогенного эффекта магнитного поля), клаустрофобия, неадекватность пациента, тяжёлое состояние пациента, наличие татуировок, выполненных с помощью красителей с содержанием металлических соединений (могут возникать ожоги). Широко используемый в протезировании титан не является ферромагнетиком и

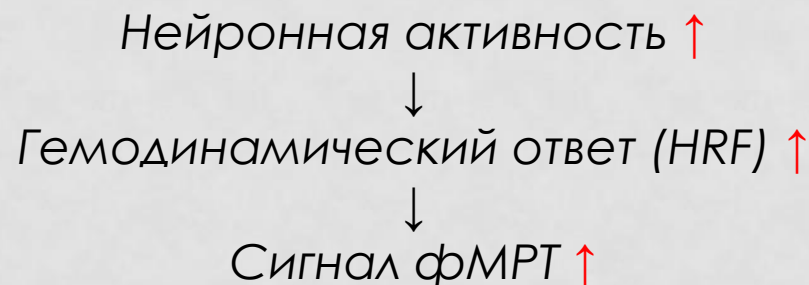


Функциональная магнитно-резонансная томография, или фМРТ — разновидность магнитно-резонансной томографии, которая основана на **парамагнитных свойствах оксигенированного и дезоксигенированного гемоглобина** и дает возможность увидеть изменения кровообращения в головном мозге в зависимости от его активности. На сегодняшний день это один из самых активно развивающихся видов нейровизуализации.

Большинство фМРТ томографов дают возможность представлять исследуемому разные визуальные изображения, звуковые и тактильные стимулы и производить действия типа нажатия кнопки или движения джойстиком. Следовательно, ФМРТ можно использовать, чтобы показывать структуры мозга и процессы, связанные с восприятием, мышлением и движениями.

Так как ФМРТ исключительно чувствительна к изменениям кровообращения, она **очень хорошо диагностирует ишемию**, как например при инсульте.

Blood
Oxxygen
Level
Dependent



MPT vs. фМРТ



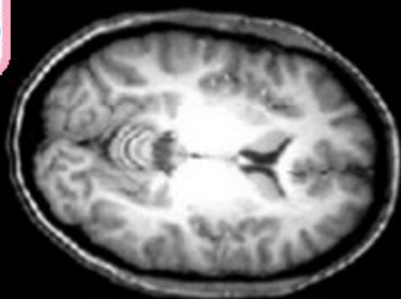
MPT изучает *анатомическое строение* мозга и основан на *содержании водорода в тканях*

фМРТ изучает *функционирование* различных областей мозга и зависит от *оксигенации*



Высокое разрешение (1 мм)

MRI



Одно изображение

fMRI

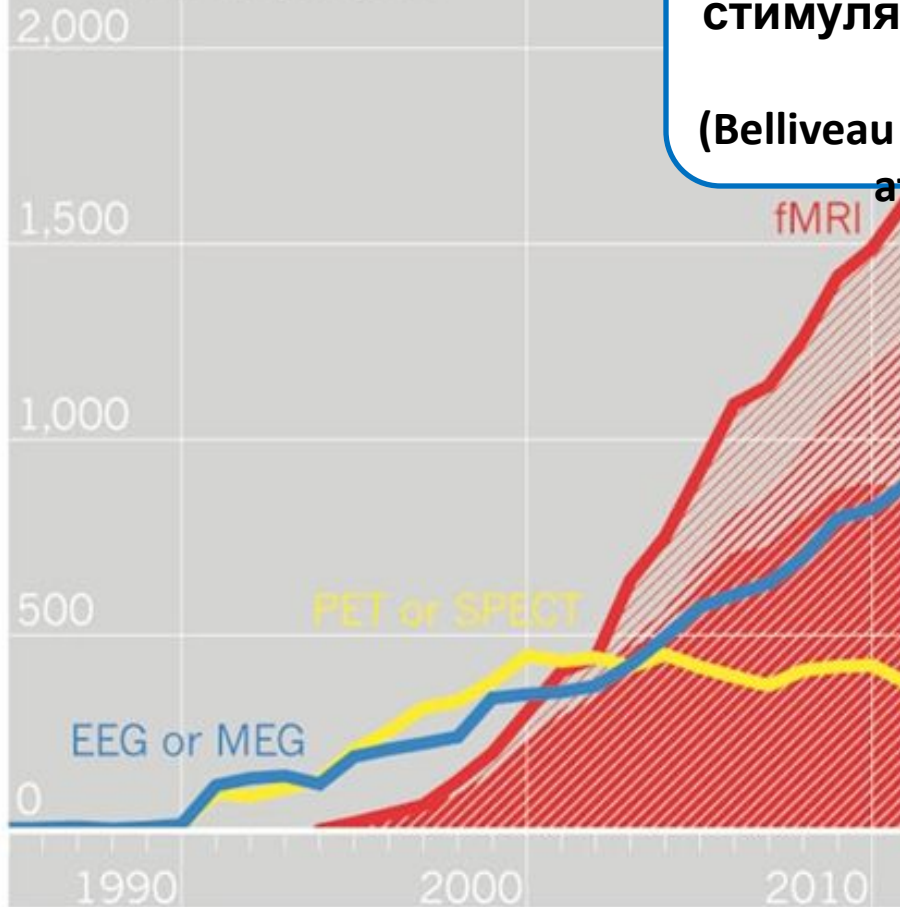
Низкое разрешение (3 мм)



Много изображений (каждые 2 сек)

THE RISE OF fMRI

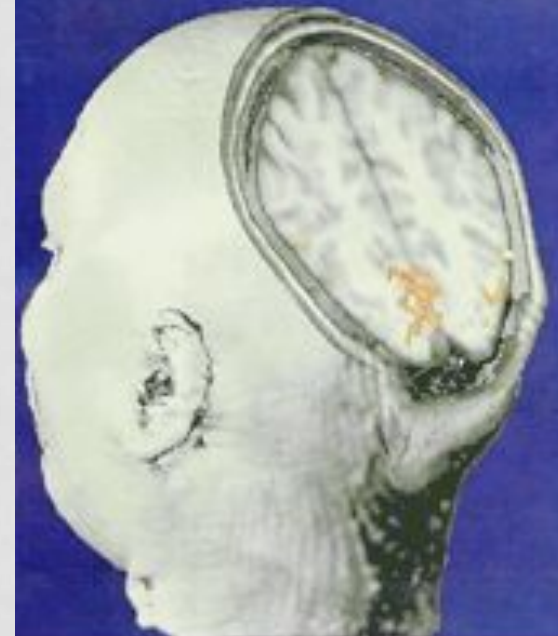
Publications per year



Первые фМРТ исследования в мире – стимуляция зрительной коры (Belliveau et al., 1991; Kwong et al., 1992)

SCIENCE

1 NOVEMBER 1991
Vol. 264 • PAGES 621-728



Functional Mapping of the Human Visual Cortex by Magnetic Resonance Imaging

J. W. BELLIVEAU,* D. N. KENNEDY, R. C. MCKINSTRY, B. R. BUCHBINDER, R. M. WEISSKOFF, M. S. COHEN, J. M. VEVEA, T. J. BRADY, B. R. ROSEN

Knowledge of regional cerebral hemodynamics has widespread application for both physiological research and clinical assessment because of the well-established interrelation between physiological function, energy metabolism, and localized blood supply. A magnetic resonance technique was developed for quantitative imaging of cerebral hemodynamics, allowing for measurement of regional cerebral blood volume during resting and activated cognitive states. This technique was used to generate the first functional magnetic resonance maps of human task activation, by using a visual stimulus paradigm. During photic stimulation, localized increases in blood volume (32 ± 10 percent, n = 7 subjects) were detected in the primary visual cortex. Center-of-mass coordinates and linear extent of brain activation within the plane of the calcarine fissure are reported.

fMRI publications by subject:

Activation  Connectivity  Other 

fMRI, functional magnetic resonance imaging; PET, positron emission tomography; SPECT, single-photon emission computed tomography; EEG, electroencephalography; MEG; magnetoencephalography
Data from ISI Web of Knowledge.

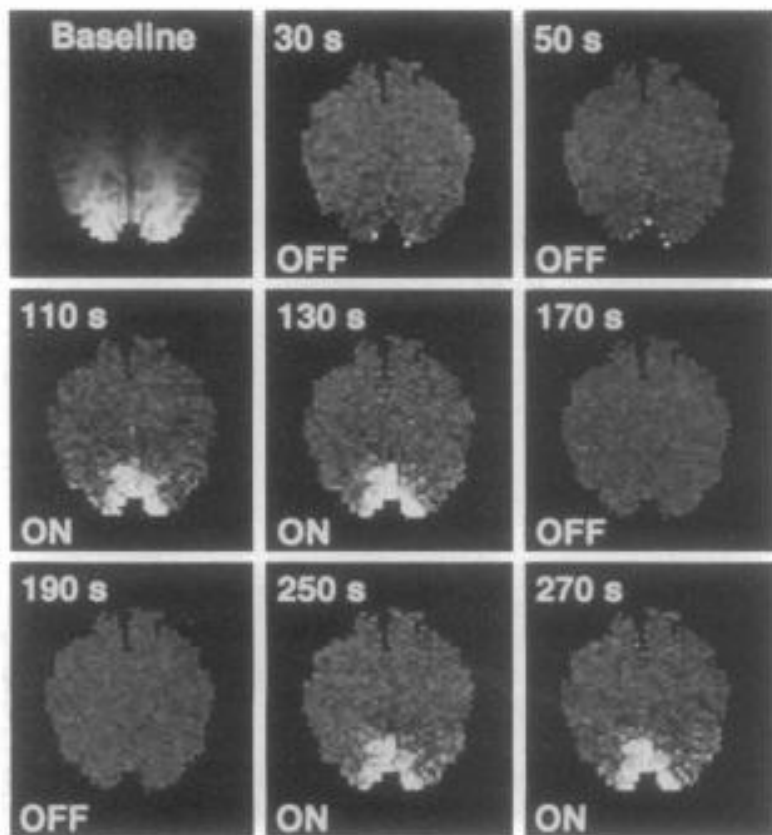


FIG. 1. Noninvasive, real-time MRI mapping of V1 activation during visual stimulation. Images are obliquely aligned along the calcarine fissures with the occipital pole at the bottom. Images were acquired at 3.5-s intervals using an IR sequence (80 images total). A baseline image acquired during darkness (*Upper Left*) was subtracted from subsequent images. Eight of these subtraction images are displayed, chosen when the image intensities (see Fig. 2) reached a steady-state signal level, during darkness (OFF) and during 8-Hz photic stimulation (ON). During stimulation, local increases in signal intensity are detected in the medial-posterior regions of the occipital lobes along the calcarine fissures.

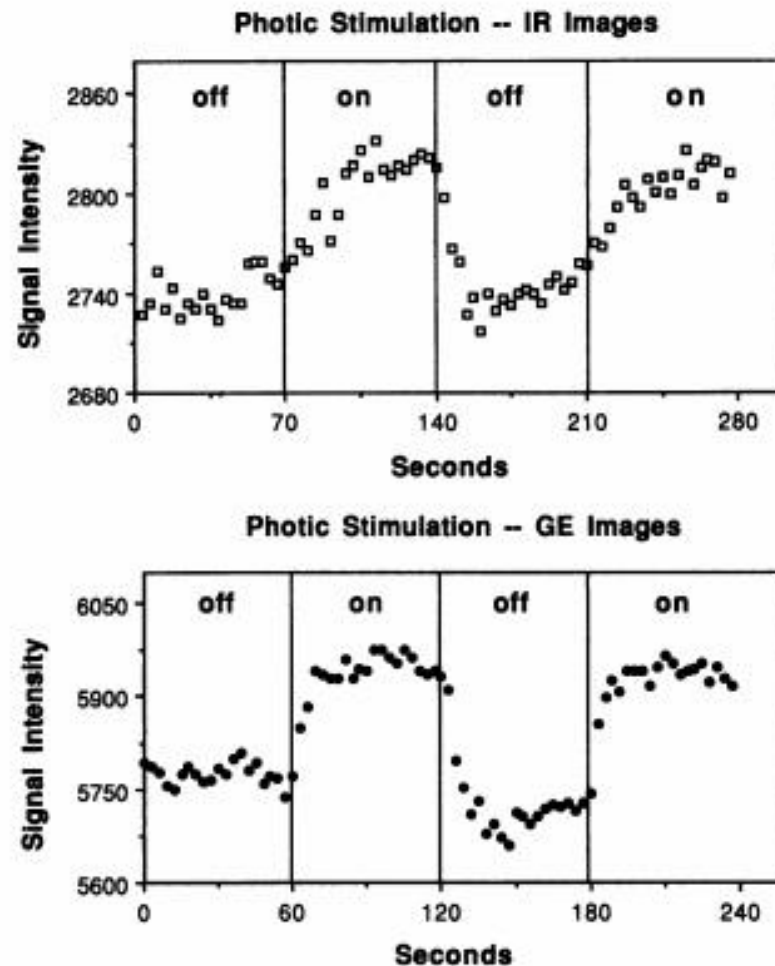
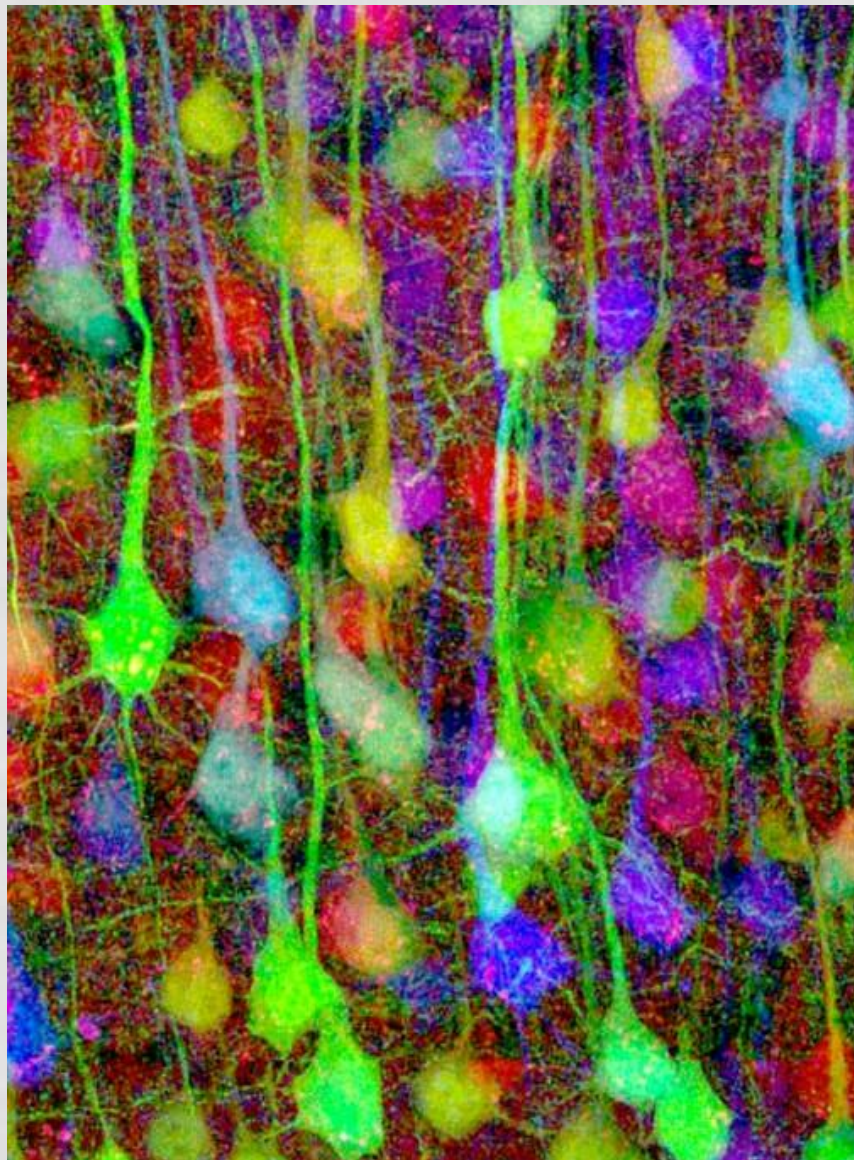


FIG. 2. Signal-intensity changes for a region of interest (≈ 60 mm²) within the visual cortex during darkness and during 8-Hz photic stimulation. Results using both IR (flow sensitive) and GE (oxygenation sensitive) techniques are shown. The T_1 -weighted IR data (subtraction images shown in Fig. 1) were collected once every 3.5 s, and the T_2^* -weighted GE data were collected once every 3 s. Brain signal change for this particular subject is $\approx 3\%$ for both IR and GE acquisitions. Upon termination of photic stimulation, an undershoot

Dynamic magnetic resonance imaging of human brain activity during primary sensory stimulation (Kwong *et al.*, 1992)



Спасибо за внимание!