МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Современные методы прижизненной визуализации включают в себя целый ряд исследований, широко распространенный в клинической практике. Это, прежде всего, касается традиционных рентгенологических исследований (в основном рентгенография), компьютерно-томографических, магнитно-резонансных, эндоскопических и ультразвуковых. Они представляют хорошую возможность получения данных о состоянии как органов, так отдельных анатомических образований у пациентов различного возраста, пола, как в норме, так и при патологических состояниях.

Вместе с тем, они могут быть использованы как методы изучения прижизненной анатомии людей абсолютно неинвазивными способами, в большом объеме, чего невозможно выполнить на секционном материале. В связи с этим возникает проблема оценки получаемых изображений анатомических картин как с качественной, так и, прежде всего, с количественной точки зрения.

Ниже приводятся сведения о возможность применения различных лучевых методов визуализации при проведении топографо-анатомических исследований.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Области  применения | Рентгенография | Компьютерная томография | Магнитно-резонансная томография | Ультразвуковое исследование |
| Лучшие области применения | Кости, суставы, легкие | Кости, суставы, легкие, средостение | Спинной и головной мозг, мягкие ткани | Паренхиматозные органы |
| Органы,  которые трудно или невозможно исследовать | Мягкие ткани (кроме маммогра-фии), головной и спинной мозг, глаз, паренхима-тозные органы | Сердце | Легкие, кости | Кости, спинной и головной мозг взрослых, легкие |
| Пространственная разрешающая способность | Очень высока | Высокая | Высокая | Очень высокая ВЧ-датчиками, высокая СЧ-датчиками |
| Возможность получения целостного изображения | Средняя | Высокая | Высокая | Низкая |
| Наглядность | Средняя | Высокая | Высокая | Средняя |
| Возможность получения трёхмерного изображения | Отсутствует | + | + | + |
| Наложение изображений различных органов и тканей | + | - | - | - |
| Специфические особенности | Необходимость в ряде случаев использования контрастных веществ | Необходимость в ряде случаев использования контрастных веществ |  | Трудность при клаустрофобии и наличии металлических инородных тел в организме |

**Метод КТ** базируется на рентгеновском излучении, которым воздействуют на необходимую область. В отличие от традиционного рентгена, томограф оказывает влияние с разных сторон, а лучи проходят через ткани с разной плотностью. Информация обрабатывается компьютером, после чего получают послойное трехмерное изображение нужного органа.

КТ отлично показывает плотность тканей и их изменения. Наилучшим образом с помощью этого метода исследуются костные структуры. Ни один другой способ диагностики не дает в этой области такого точного результата. С его помощью можно обнаружить малейшие [переломы](http://vekzhivu.com/article/540-perelom-ruki-luchevoi-kosti), трещины и [опухоли](http://vekzhivu.com/article/409-stadii-onkologii-zlokachestvennye-opukholi) в костях, которые не видно на обычном рентгенологическом исследовании.

Paзнoвиднocти кoмпьютepнoй тoмoгpaфии. В ocнoвe вceх типoв KT лeжит oдинaкoвый мeтoд лyчeвoгo вoздeйcтвия. Paзличaютcя oни в ocнoвнoм тeхничecкими ocoбeннocтями aппapaтoв, a тaкжe cфepaми пpимeнeния.

*Cпиpaльнaя KT* – caмый paнний, нo пpи этoм caмый пoпyляpный и тoчный тип тoмoгpaфичecкoгo иccлeдoвaния. CKT пoлyчил cвoe нaзвaниe в cвязи c тeм, чтo кoльцeвaя чacть тoмoгpaфa, в cтeнкaх кoтopoгo нaхoдитcя иcтoчник излyчeния, вpaщaeтcя oтнocитeльнo гopизoнтaльнo пepeмeщaющeгocя cтoликa, нa кoтopoм pacпoлaгaeтcя пaциeнт. Taким oбpaзoм, движeниe иcтoчникa излyчeния, cкaниpyющeгo нyжнyю oблacть, нaпoминaeт движeниe пo cпиpaли. Этo пoзвoляeт coкpaтить вpeмя иccлeдoвaния и yвeличить зoнy aнaтoмичecкoгo пoкpытия.

М*yльтиcпиpaльнaя KT* – ycoвepшeнcтвoвaннaя paзнoвиднocть пepвoгo типa. MCKT oтличaeтcя пyчкooбpaзным излyчeниeм, кoтopoe yвeличивaeт диaпaзoн пpocмaтpивaeмoй oблacти. Инoгдa тoмoгpaфы мoгyт имeть нecкoлькo лyчeвых тpyбoк. Измeнeния cпocoбcтвyют ycкopeннoмy пpoхoждeнию пpoцeдypы, a тaкжe yмeньшaют кoличecтвo вpeднoгo вoздeйcтвия пpи ocмoтpe.

*Koнycнo-лyчeвaя KT* – бoлee yзкaя paзнoвиднocть, opиeнтиpoвaннaя нa иccлeдoвaниe кocтeй и ткaнeй гoлoвы, иcпoльзyeтcя в тoм чиcлe и в cтoмaтoлoгии. Aппapaт имeeт мeньший paзмep, пoд кoльцo пoпaдaeт тoлькo гoлoвa пaциeнтa. Лoкaлизaция пoмoгaeт cдeлaть бoлee peзкиe, кpyпныe и oбъeмныe cнимки, и oбнapyжить зaбoлeвaниe дaжe нa paннeй cтaдии.

*Эмиccиoннaя KT* – caмый peдкий тип, иcпoльзyeмый в ocнoвнoм в oнкoлoгии, кapдиoлoгии и дpyгих oблacтях, гдe pacпoзнaть oчaг зaбoлeвaния нe вceгдa пpocтo. Cyть пpинципa в вeдeнии пaциeнтy paдиoнyклидoв, кoтopыe «выcвeчивaют» нyжныe opгaны.

Для визуальной и количественной оценки плотности визуализируемых методом компьютерной томографии структур используется шкала ослабления рентгеновского излучения, получившая название [шкалы Хаунсфилда](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B0_%D0%A5%D0%B0%D1%83%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%B8%D0%BB%D0%B4%D0%B0) (её визуальным отражением на мониторе аппарата является чёрно-белый спектр изображения). Диапазон единиц шкалы, соответствующих степени ослабления рентгеновского излучения анатомическими структурами организма, составляет от −1024 до +3071, то есть 4096 чисел ослабления. Средний показатель в шкале Хаунсфилда (0 HU) соответствует плотности воды, отрицательные величины шкалы соответствуют воздуху и жировой ткани, положительные - мягким тканям, костной ткани и более плотным веществам (металл). В практическом применении измеренные показатели ослабления могут несколько отличаться на разных аппаратах.

Следует отметить, что «рентгеновская плотность» — усредненное значение поглощения тканью излучения; при оценке сложной анатомо-гистоло-гической структуры измерение её «рентгеновской плотности» не всегда позволяет с точностью утверждать, какая ткань визуализируется (например, насыщенные жиром мягкие ткани имеют плотность, соответствующую плотности воды).

Преимущества МСКТ перед обычной спиральной КТ:

* улучшение временного разрешения
* улучшение пространственного разрешения вдоль продольной оси z
* увеличение скорости сканирования
* улучшение контрастного разрешения
* увеличение [отношения сигнал/шум](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB/%D1%88%D1%83%D0%BC)
* эффективное использование рентгеновской трубки
* большая зона [анатомического](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%8F) покрытия
* уменьшение лучевой нагрузки на пациента

Все эти факторы значительно повышают скорость и информативность исследований.

Основным недостатком метода остается высокая лучевая нагрузка на пациента, несмотря на то, что за время существования КТ её удалось значительно снизить.

Всё это не только повышает [пространственное разрешение](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5&action=edit&redlink=1), но благодаря специально разработанным алгоритмам реконструкции позволяют значительно уменьшить количество и размеры *артефактов* (посторонних элементов) КТ-изображений.

Основным преимуществом МСКТ по сравнению с односрезовой СКТ является возможность получения [изотропного](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%8F) изображения при сканировании с субмиллиметровой толщиной среза (0,5 мм).

Для улучшения дифференцировки органов друг от друга, а также нормальных и патологических структур, используются различные методики контрастного усиления (чаще всего, с применением [йодсодержащих контрастных препаратов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%99%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B6%D0%B0%D1%89%D0%B8%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%8B)).

Двумя основными разновидностями введения контрастного препарата являются пероральное (пациент с определённым режимом выпивает раствор препарата) и внутривенное (производится медицинским персоналом). Главной целью первого метода является контрастирование полых органов желудочно-кишечного тракта; второй метод позволяет оценить характер накопления контрастного препарата тканями и органами через кровеносную систему. Методики внутривенного контрастного усиления во многих случаях позволяют уточнить характер выявленных патологических изменений (в том числе достаточно точно указать наличие опухолей, вплоть до предположения их [гистологической структуры](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F)) на фоне окружающих их мягких тканей, а также визуализировать изменения, не выявляемые при обычном («нативном») исследовании.

В свою очередь, внутривенное контрастирование можно проводить двумя способами: «ручное» внутривенное контрастирование и [болюсное контрастирование](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5).

При первом способе контраст вводится вручную рентгенлаборантом или процедурной медсестрой, время и скорость введения не регулируются, исследование начинается после введения контрастного вещества. Этот способ применяется на «медленных» аппаратах первых поколений, при МСКТ «ручное» введение контрастного препарата уже не соответствует значительно возросшим возможностям метода.

При болюсном контрастном усилении контрастный препарат вводится внутривенно шприцем-инжектором с установленными скоростью и временем подачи вещества. Цель болюсного контрастного усиления - разграничение фаз контрастирования. Время сканирования различается на разных аппаратах, при разных скоростях введения контрастного препарата и у разных пациентов; в среднем при скорости введения препарата 4-5 мл/сек сканирование начинается примерно через 20-30 секунд после начала введения инжектором контраста, при этом визуализируется наполнение артерий (артериальная фаза контрастирования). Через 40-60 секунд аппарат повторно сканирует эту же зону для выделения портально-венозной фазы, в которую визуализируется контрастирование вен. Также выделяют отсроченную фазу (180 секунд после начала введения), при которой наблюдается выведение контрастного препарата через мочевыделительную систему.

Для МРТ применяется ядерно-магнитный резонанс. На организм действуют мощным магнитным полем. После этого аппарат отображает электромагнитные импульсы, образующиеся в теле человека. Томограф перерабатывает их в объемное изображение и выводит его на экран монитора.

КТ-ангиография позволяет получить послойную серию изображений кровеносных сосудов; на основе полученных данных посредством компьютерной постобработки с 3D-реконструкцией строится трёхмерная модель кровеносной системы.

Спиральная КТ-ангиография — одно из последних достижений рентгеновской компьютерной томографии. Исследование проводится в амбулаторных условиях. В локтевую вену вводится [йодсодержащий контрастный препарат](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%99%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B6%D0%B0%D1%89%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82) в объёме около 100 мл. В момент введения контрастного вещества делают серию сканирований исследуемого участка.

**Магни́тно-резона́нсная томогра́фия (МРТ)** — способ получения [томографических](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F) медицинских изображений для исследования внутренних органов и тканей с использованием явления [ядерного магнитного резонанса](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%81). Способ основан на измерении электромагнитного отклика [атомных ядер](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%BE), чаще всего ядер атомов [водорода](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4), а именно, на возбуждении их определённым сочетанием электромагнитных волн в постоянном магнитном поле высокой напряжённости.

Метод ядерного магнитного резонанса позволяет изучать организм человека на основе насыщенности тканей организма водородом и особенностей их магнитных свойств, связанных с нахождением в окружении разных атомов и молекул. Ядро водорода состоит из одного [протона](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BD), который имеет [спин](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D0%BD) и меняет свою пространственную ориентацию в мощном магнитном поле, а также при воздействии дополнительных полей, называемых градиентными, и внешних радиочастотных импульсов, подаваемых на специфической для протона при данном магнитном поле резонансной частоте. На основе параметров протона ([спинов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D0%BD)) и их векторных направлений, которые могут находиться только в двух противоположных фазах, а также их привязанности к магнитному моменту протона можно установить, в каких именно тканях находится тот или иной атом водорода. Иногда могут также использоваться [МР-контрасты](https://en.wikipedia.org/wiki/MRI_contrast_agent) на базе [гадолиния](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B9) или оксидов железа.

Если поместить протон во внешнее магнитное поле, то его магнитный момент будет либо сонаправлен, либо противоположно направлен магнитному полю, причём во втором случае его энергия будет выше. При воздействии на исследуемую область электромагнитным излучением определённой частоты часть протонов поменяют свой магнитный момент на противоположный, а потом вернутся в исходное положение. При этом системой сбора данных томографа регистрируется выделение энергии во время релаксации предварительно возбужденных протонов.

Первые томографы имели индукцию магнитного поля 0,005 [Тл](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%81%D0%BB%D0%B0_%28%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0_%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%29), и качество изображений, полученных на них, было низким. Современные томографы имеют мощные источники сильного магнитного поля. В качестве таких источников применяются как [электромагниты](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82) (обычно до 1—3 Тл, в некоторых случаях до 9,4 Тл), так и [постоянные магниты](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82) (до 0,7 Тл). При этом, так как поле должно быть весьма сильным, применяются сверхпроводящие электромагниты, работающие в [жидком гелии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%B9), а постоянные магниты пригодны только очень мощные, [неодимовые](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BC). Магнитно-резонансный «отклик» тканей в МР-томографах на постоянных магнитах слабее, чем у электромагнитных, поэтому область применения постоянных магнитов ограничена. Однако постоянные магниты могут быть так называемой «открытой» конфигурации, что позволяет проводить исследования в движении, в положении стоя, а также осуществлять доступ врачей к пациенту во время исследования и проведение манипуляций (диагностических, лечебных) под контролем МРТ — так называемая интервенционная МРТ.

Для определения расположения сигнала в пространстве, помимо постоянного магнита в МР-томографе, которым может быть электромагнит, либо постоянный магнит, используются градиентные катушки, добавляющие к общему однородному магнитному полю градиентное магнитное возмущение. Это обеспечивает локализацию сигнала ядерного магнитного резонанса и точное соотношение исследуемой области и полученных данных. Действие градиента, обеспечивающего выбор среза, обеспечивает селективное возбуждение протонов именно в нужной области. Мощность и скорость действия градиентных усилителей относится к одним из наиболее важных показателей магнитно-резонансного томографа. От них во многом зависит быстродействие, разрешающая способность и соотношение сигнал/шум.

Современные технологии и внедрение компьютерной техники обусловили возникновение такого метода, как [виртуальная эндоскопия](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%92%D0%B8%D1%80%D1%82%D1%83%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%8F&action=edit&redlink=1), который позволяет выполнить трёхмерное моделирование структур, визуализированных посредством [КТ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F) или МРТ. Данный метод является информативным при невозможности провести [эндоскопическое](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%8F) исследование, например, при тяжёлой патологии сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Метод [виртуальной эндоскопии](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%92%D0%B8%D1%80%D1%82%D1%83%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%8F&action=edit&redlink=1) нашёл применение в [ангиологии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F), [онкологии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F), [урологии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F) и других областях медицины.

Результаты исследования сохраняются в лечебном учреждении в формате [DICOM](https://ru.wikipedia.org/wiki/DICOM) и могут быть переданы пациенту или использованы для исследования динамики лечения.

При выполнении МР-томографии будет получена информация о травмах связок, повреждениях [суставов](http://vekzhivu.com/article/1032-lechenie-boleznei-sustavov-alflutop) и сухожилий. Метод применяют для обнаружения [позвоночных грыж](http://vekzhivu.com/article/418-udalenie-mezhpozvonochnoi-gryzhi), структурных поражений [головного мозга](http://vekzhivu.com/article/1174-operatsiya-pri-opukholi-golovnogo-mozga), патологий спинного мозга, мышц, хрящей.

### [Диффузионно-взвешенная томография](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D1%84%D1%84%D1%83%D0%B7%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%9C%D0%A0%D0%A2) - методика МР-томографии, основанная на регистрации скорости перемещения меченных радиоимпульсами протонов. Это позволяет характеризовать сохранность мембран клеток и состояние межклеточных пространств. Первоначальное и наиболее эффективное применение - при диагностике острого нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу в острейшей и острой стадиях. Сейчас активно используется в диагностике онкологических заболеваний.

Использование изображений, получаемых при проведении лучевых методов исследования, нуждается в определенной методике в виде алгоритма их прочтения, анализа и оценки – определения вида среза, его уровня, групп мышц, сосудисто-нервных пучков, органов и их топографии.

Метод МР-перфузии, позволяет оценить прохождение крови через ткани [организма](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BA%D0%B0). В частности, существуют специальные характеристики, указывающие на скоростной и объёмный приток крови, проницаемость стенок сосудов, активность венозного оттока, а также другие параметры, которые позволяют дифференцировать здоровые и патологически изменённые ткани:

* прохождение крови через ткани мозга
* прохождение крови через ткани печени

Метод позволяет определить степень [ишемии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%88%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%8F) головного мозга и других органов.

Магнитно-резонансная ангиография (МРА) — метод получения изображения просвета [сосудов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B4%D1%8B) при помощи магнитно-резонансного [томографа](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84). Метод позволяет оценивать как анатомические, так и функциональные особенности кровотока. МРА основана на отличии сигнала от перемещающихся протонов (крови) от окружающих неподвижных тканей, что позволяет получать изображения сосудов без использования каких-либо [контрастных средств](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%8B) - бесконтрастная ангиография (фазово-контрастная МРА и время-пролетная МРА). Для получения более чёткого изображения применяются особые [контрастные вещества](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0) на основе [парамагнетиков](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA) ([гадолиний](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B9)).

Функциональная МРТ (фМРТ) - метод картирования коры головного мозга, позволяющий определять индивидуальное местоположение и особенности областей мозга, отвечающих за движение, речь, зрение, память и другие функции, индивидуально для каждого пациента. Суть метода заключается в том, что при работе определённых отделов мозга кровоток в них усиливается. В процессе проведения ФМРТ больному предлагается выполнение определённых заданий, участки мозга с повышенным кровотоком регистрируются, и их изображение накладывается на обычную МРТ мозга.

Безусловной необходимостью при проведении топографо-анатомического исследования является морфометрия. Она может быть осуществлена с использованием аппаратных станций томографов, либо специальных компьютерных программ (например E-film), а при выполнении УЗ-исследования – возможностями аппаратуры.

**Ультразвуковое исследование** (**УЗИ**), **сонография** — неинвазивное исследование организма человека или животного с помощью [ультразвуковых волн](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA).

УЗИ основано на эффекте ультракоротких волн, которые способны в разной степени отражаться от тканей различной плотности. Отраженные волны улавливаются специальными датчиками, которые потом передают информацию в компьютер, который обрабатывает ее и предоставляет человеку как изображение. Данный метод не способен «просветить» плотную костную ткань, как рентгенография, зато он незаменим для изучения состояния различных тканей, потому и считается лучшим для изучения состояния внутренних органов, позволяя рассмотреть их во всех деталях.

Дополнительным преимуществом данного метода является возможность наблюдения поведения органа в динамике, врач видит все происходящее и может оценить реакцию органа на нагрузку, например. Такой возможностью не обладает ни один другой метод диагностирования.

Так, при изучении состояния внутренних органов основным конкурентом УЗИ является магнито-резонансная томография. Она действительна способна дать очень точную и подробную «картинку» в срезе, но в данном случае врачу придется иметь дело с изображением статичного состояния, что не всегда дает возможность в полной мере оценить ситуацию особенно в тех случаях, когда речь идет о сердце, например. При этом следует отметить, что ультразвуковое исследование занимает гораздо меньше времени, чем МРТ, очень велика при этом и разница в цене, и распространенность конкретного метода. Если же сравнивать с другим распространенным методом диагностирования - рентгенографией, то УЗИ намного безопаснее, поскольку не несет лучевой нагрузки на человеческий организм, что особенно важно, если врачу необходимо контролировать состояние человеческих органов после проведенной операции.

Еще одним методом прижизненной визуализации является эндоскопия.

Эндоскопия - способ осмотра некоторых внутренних органов при помощи [эндоскопа](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF). При эндоскопии эндоскопы вводятся в полости через естественные пути, например, в желудок - через [рот](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) и [пищевод](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B8%D1%89%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4), в [бронхи](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%85%D0%B8) и [лёгкие](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%91%D0%B3%D0%BA%D0%B8%D0%B5) - через [гортань](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%8C), в [мочевой пузырь](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%87%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%BF%D1%83%D0%B7%D1%8B%D1%80%D1%8C) - через [мочеиспускательный канал](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%87%D0%B5%D0%B8%D1%81%D0%BF%D1%83%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB), а также путём проколов или операционных доступов ([лапароскопия](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%8F) и др.) При её выполнении оценивается состояние слизистых оболочек, расположение пограничных линий на слизистой оболочке переходных зон (пищеводно-желудочной, желудочно-двенадцатиперстной, двенадцатиперстно-тощекишечной), количество и направление складок, диаметры естественных отверстий в зависимости от стадий перестальтики. Одновременно производят фото- и видеорегистрацию. При получении изображений оценивают количественные параметры указанных выше морфологических структур, сравнивая их в норме у лиц различного возраста, пола, типов телосложения в норме и при различных видах патологии.

Указанные выше анатомометрические параметры позволяют представить объективную прижизненную картину клинической анатомии внутренних органов, сосудов, нервов, суставов, естественных отверстий желудочно-кишечного тракта.

Требованием, предъявляемым к топографо-анатомическим исследованиям, проводимых с применением методов прижизненной визуализации, является правильный выбор метода, в зависимости от того какой орган, какую ткань предполагается исследовать. Это отражается в протоколе исследования с последующей вариационно-статистической обработкой полученных анатомометрических данных.