

# Магнитотерапия

## Введение.

Магнитотерапия - метод, основанный на воздействии на организм человека магнитными полями с лечебно-профилактическими целями.

За всю историю своего существования магнитотерапия знала много подъёмов и спадов. В последние годы интерес к ней вновь возрастает, что можно объяснить целым рядом причин.

Вокруг Земли существует магнитное поле, которое можно условно разделить на две части. Основная часть обусловлена процессами в земном ядре, где вследствие непрерывных и регулярных перемещений электропроводящего вещества создаётся система электрических токов. Другая часть связана с земной корой. Горные породы земной коры, намагничиваясь главным электрическим полем (полем ядра), создают собственное магнитное поле, которое суммируется с магнитным полем ядра. Постоянное геомагнитное поле, связанное с ядром Земли и его корой, меняется во времени. Эти изменения не очень значительны по величине и имеют цикл до одного года.

Наблюдаются изменения в магнитном поле Земли в связи с вращением Земли вокруг Солнца и движением Луны вокруг Земли, что солнечносуточные и лунносуточные колебания.

Спокойное Солнце постоянно выбрасывает потоки заряженных частиц, называемые «солнечным ветром», который, встречая на своём пути геомагнитное поле, обтекает его и придаёт ему овальную форму. Очень часто следствием увеличения солнечной активности являются магнитные бури, во время которых наблюдаются мощные полярные сияния, сильные геомагнитные и ионосферные бури, увеличение плотности потока рентгеновского излучения, а также микропульсация различных сверхнизкочастотных электромагнитных волн и др.

В магнитном поле Земли магнитосферные бури обычно проявляются геомагнитной бурей, которая обнаруживается, как правило, одновременно на всей поверхности Земли и продолжается несколько суток. Однако существуют дни, когда возмущена не вся магнитосфера, а отдельные её участки.

Хотя в организме не найдено специальных рецепторных зон, воспринимающих электромагнитные колебания, но есть достоверные сведения о влиянии естественных магнитных полей на высшие центры нервной и гуморальной регуляции, на биотоки мозга и сердца, на проницаемость биологических мембран, на свойства водных и коллоидных систем организма. Установление тесной связи распространения и обострения многих заболеваний (сердечно-сосудистых, психических и других) с изменением напряженности и других характеристик магнитного поля Земли открывает новые возможности в их профилактике и терапии.

В последние десятилетия расширилась сфера применения магнитных материалов и установок в народном хозяйстве, в связи, с чем увеличились контингенты людей, подвергающихся действию искусственных магнитных полей. Этой теме тоже уделяется внимание при разработке проблем магнитобиологии и магнитотерапии.

Немаловажную роль сыграло развитие медицинской промышленности, позволившее создать простые и надёжные устройства для воздействия магнитными полями с различными физическими параметрами.

Большое значение для развития магнитобиологии и магнитотерапии имеет прогресс в современной диагностической технике, благодаря которой доказано наличие у магнитных полей выраженной биологической активности, лечебного и профилактического действия.

Интересна магнитотерапия ещё и тем, что до настоящего времени остаётся некоторая неопределённость наших знаний и взаимодействия магнитных полей с органами и клеточными структурами, а также о том, как происходит трансформация физической энергии магнитного поля в реакцию организма - целостной высокоорганизованной системы.

## **Биофизические и биохимические основы магнитотерапии**

Выделяют следующие механизмы первичного действия постоянных и переменных магнитных полей на биологические объекты.

Под влиянием магнитных полей у макромолекул (ферменты, нуклеиновые кислоты, протеины и т.д.) происходит возникновение зарядов и изменение их магнитной восприимчивости. В связи, с чем магнитная энергия макромолекул может превышать энергию теплового движения, а поэтому магнитные поля даже в терапевтических дозах вызывают ориентационные и концентрационные изменения биологически активных макромолекул, что отражается на кинетике биохимических реакций и скорости биофизических процессов.

В механизме первичного действия магнитных полей большое значение придается ориентационной перестройке жидких кристаллов, составляющих основу клеточной мембраны и многих внутриклеточных структур. Происходящие ориентация и деформация жидко - кристаллических структур (мембраны, митохондрии и др.) под влиянием магнитного поля сказываются на непроницаемости, играющей важную роль в регуляции биохимических процессов и выполнении ими биологических функций.

Воздействие магнитными полями на элементарные токи в атомах и молекулах вне- и внутриклеточной воды, приводит к изменениям её квазикристаллической структуры. Возникают изменения свойств воды: поверхностного напряжения, вязкости, электропроводности, диэлектрической проницаемости и др., вследствие определённой пространственной ориентации элементарных токов в её атомах и молекулах. Это способствует выполнению своих специфических функций молекулам белков, нуклеиновым кислотам, полисахаридам и другим

макромолекулам, образующих с водой единую систему, транспорт и метаболизм которых зависит от связанного с водой состояния.

Одним из важных регуляторных механизмов в живых системах является активность ионов. Она определяется, прежде всего, их гидратацией и связью с макромолекулами. При действии магнитных полей различающиеся по своим магнитным и электрическим свойствам компоненты системы (ион-вода, белок-ион, белок-ион-вода) будут совершать колебательные движения, параметры которых могут не совпадать. Последствием этого процесса будет освобождение части ионов из связи с макромолекулами и уменьшение их гидратации, а, следовательно, возрастание ионной активности. Увеличение под влиянием магнитного поля ионной активности в тканях, является предпосылкой к стимуляции клеточного метаболизма.

При воздействии на сосуды магнитные поля ориентируют не только биологически активные макромолекулы, но и надмолекулярные и клеточные структуры. Ярким примером такой ориентации является выстраивание цепочек эритроцитов под действием магнитных полей. С уменьшением диаметра сосуда отмечается ослабевание магнитодинамического эффекта. Среди макроскопических эффектов магнитных полей упоминается их пондеромоторное действие на нервные стволы и мышечные волокна, проявлением чего является изменение их электрофизической активности и функциональных свойств.

Особо следует отметить специфическое действие переменного и импульсного магнитного поля. В нём кроме диамагнитного и парамагнитного взаимодействия происходит взаимодействие с переменным электрическим полем, которое возникает при любом изменении магнитного поля. Поскольку в тканях имеются свободные заряды, ионы или электроны, то индуцированное электрическое поле вызовет их движение, то есть электрический ток, который обладает многообразным биологическим действием.

Исходя из вышеперечисленных механизмов действия, можно сказать, что постоянное магнитное поле влияет на ткани организма через диа- и парамагнитные эффекты, а переменное и импульсное, кроме того, через электрические токи, генерируемые им. При реализации действия на живые системы задействуются субмолекулярные, молекулярные и надмолекулярные структуры, что влечёт за собой изменения на клеточном, системном и организменном уровне.

## **Механизмы физиологического и терапевтического действия**

**Действие магнитного поля на организм характеризуется:**

- различиями в индивидуальной чувствительности и неустойчивостью реакций организма и его систем на воздействие магнитного поля;
- корректирующим влиянием магнитного поля на организм и его функциональные системы.

Воздействуя на фоне повышенной функции органа или системы, приводят к её снижению, а применение магнитного поля в условиях угнетения функции сопровождается её повышением;

- изменением направления фазности реакций организма под действием магнитного поля на противоположное;
- степенью выраженности терапевтического действия, на которую влияют физические характеристики магнитного поля. Эффект и изменения в органах более выражены при воздействии переменного и импульсного магнитного поля, чем постоянного;

многим реакциям организма присущ пороговый или резонансный характер, особенно при использовании импульсных магнитных полей;

- следовым характером действия магнитного поля. После однократных воздействий реакции организма сохраняются в течение 1-6 суток, а после курсовых процедур 30-45 дней, что обуславливает перерыв между повторными курсами к лечению на этот период.

Органы и системы организма по разному реагируют на действие магнитного поля. Избирательность ответной реакции организма зависит от электрических и магнитных свойств тканей, их различия в микроциркуляции, интенсивности метаболизма и состояния нейрогуморальной циркуляции.

По степени чувствительности различных систем организма к магнитному полю первое место занимает нервная, затем эндокринная системы, органы чувств, сердечно-сосудистая, кровь, мышечная, пищеварительная, выделительная, дыхательная и костная системы.

Действие магнитного поля на нервную систему характеризуется изменением поведения организма, его условно-рефлекторной деятельности, физиологических и биологических процессов. Это возникает за счет стимуляции процессов торможения, что объясняет возникновение седативного эффекта и благоприятное действие магнитного поля на сон, и эмоциональное напряжение. Наиболее выраженная реакция со стороны ЦНС наблюдается в гипоталамусе, далее следуют кора головного мозга, гиппокамп, ретикулярная формация среднего мозга. Это в какой-то степени объясняет сложный механизм реакции организма на воздействие магнитным полем и зависимость от исходного функционального состояния, в первую очередь нервной системы, а затем уже других органов.

Со стороны гипоталамуса, под действием магнитного поля, отмечается синхронизация работы секреторных клеток, усиление синтеза и выведение нейросекрета из его ядер. Одновременно происходит усиление функциональной активности всех долей гипофиза. Однако при длительных и мощных (более 70 мТл) воздействиях может возникнуть угнетение нейросекреторной функции и развитие продуктивно-дистрофических процессов в клетках ЦНС. Под влиянием магнитного поля с индукцией малой интенсивности снижается тонус церебральных сосудов, улучшается кровоснабжение мозга, происходит активация азотистого и углеводно-фосфорного обмена, что повышает устойчивость мозга к гипоксии. При воздействии магнитным полем на шейные симпатические узлы и паретичные конечности у больных, перенесших мозговую инсульт, отмечается улучшение церебрального кровотока (данные реоэнцефалографии) и нормализация повышенного артериального давления, что доказывает рефлекторный путь действия магнитного поля. Выраженное улучшение мозговой гемодинамики отмечено при применении магнитного поля на субокципитальную область у больных с недостаточностью кровообращения в вертебробазиллярной системе.

Воздействие переменного магнитного поля на воротниковую область также приводило к улучшению гемодинамики и снижению как систолического, так и диастолического давления до нормальных цифр. Таким образом, при помощи переменного магнитного поля возможна коррекция нарушенной мозговой гемодинамики при различных патологических состояниях.

Периферическая нервная система реагирует на действие магнитного поля понижением чувствительности периферических рецепторов, что обуславливает обезболивающий эффект, и улучшением функции проводимости, которая благотворно влияет на восстановление функций травмированных периферических нервных окончаний за счёт улучшения роста аксонов, миелинизации и торможения развития в них соединительной ткани.

Возбуждение гипоталамо-гипофизарной системы вызывает цепную реакцию активации периферических эндокринных желез - мишеней под влиянием релизинг-факторов, синтез которых стимулируется в гипоталамо-гипофизарной системе, а затем и многочисленных разветвлённых метаболических реакций. В эндокринной системе при воздействии ПемП индукцией до 30 мТл и частотой до 50 Гц с небольшой экспозицией, до 20 минут, происходит развитие реакции тренировки и повышенной активности всех отделов эндокринной системы. Со стороны щитовидной железы отмечается стимуляция её функции под действием магнитного поля в отличие от угнетающего эффекта многих других раздражителей, что даёт предпосылки к использованию магнитных полей в комплексной терапии при её гипофункции. Симпатико-адреналовая система лишь слабо активизируется на первых процедурах, а к 7-9 дню формируется торможение периферических  $\beta$ - адренорецепторов, которое играет важную роль в формировании антистрессорного эффекта. Увеличение индукции (выше 120 мТл) и частоты магнитного поля (выше 100 Гц), а также изменение времени его действия сопровождается появлением гемодинамических расстройств, а вслед за этим и дистрофических изменений в клетках гипофиза, надпочечников и других органов, что свидетельствует о развитии стрессовых реакций, которые влекут за собой сдвиги в обмене веществ, снижение интенсивности энергетических процессов, гликолиз, нарушение проницаемости клеточных мембран, гипоксию.

При воздействии переменного и бегущего импульсного магнитного поля одной индукции и частоты при различных локализациях (голова, область сердца, предплечье) возникает однотипная реакция со стороны сердечно-сосудистой системы, что даёт основание предположить рефлекторную природу действия этих полей на неё.

Отмечается снижение давления в системе глубоких и подкожных вен, артериях. Одновременно повышается тонус стенок сосудов, происходят изменения упруго-эластических свойств и биоэлектрического сопротивления стенок кровеносных сосудов. Изменения гемодинамики, а именно гипотензивный эффект, связан с развитием брадикардирующего эффекта, а также за счёт снижения сократительной функции миокарда. Это свойство нашло применение при лечении гипертонической болезни, а также используется для снижения нагрузки на сердце.

Магнитное поле оказывает воздействие на развитие изменений в микроциркуляторном русле различных тканей. В начале воздействия магнитного поля происходит кратковременное (5-15 минут) замедление капиллярного кровотока, которое затем сменяется интенсификацией микроциркуляции. Во время и по окончании курса магнитотерапии происходит ускорение капиллярного кровотока, улучшение сократительной способности сосудистой стенки, и увеличение их кровенаполнения. Увеличивается просвет функционирующих компонентов микроциркуляторного русла, возникают условия, способствующие раскрытию предсуществующих капилляров, анастомозов и шунтов.

Под влиянием магнитных полей происходит повышение сосудистой и эпителиальной проницаемости, прямым следствием чего является ускорение рассасывания отёков и введённых лекарственных веществ. Благодаря данному эффекту магнитотерапия нашла широкое применение при травмах, ранах и их последствиях.

При воздействии постоянного, переменного и бегущего импульсного магнитного поля отмечается усиление метаболических процессов в области регенерата кости (при переломе), в более ранние сроки появляются фибро - и остеобласты в зоне регенерации, процесс образования костного вещества происходит интенсивнее и в более ранние сроки.

При влиянии магнитных полей возникает гипокоагуляционный эффект за счёт активации противосвёртывающей системы, уменьшения внутрисосудистого пристеночного тромбообразования и снижение вязкости крови посредством влияния магнитных полей малой интенсивности на ферментативные процессы, электрические и магнитные свойства элементов крови, принимающих участие в гемокоагуляции.

Воздействие магнитного поля оказывает значительное влияние на обмен веществ в организме. При действии на отдельные системы организма в сыворотке крови увеличивается количество общего белка, глобулинов и повышается их концентрация в тканях за счёт  $\alpha$ - и  $\gamma$ - глобулиновых фракций. При этом происходит изменение структуры белков. При кратковременных ежедневных общих влияниях на организм магнитных полей снижается содержание пировиноградной и молочной кислот не только в крови, но также в печени и мышцах. При этом происходит увеличение содержания гликогена в печени.

Под действием магнитного поля в тканях происходит снижение содержания ионов  $\text{Na}$  при одновременном повышении концентрации ионов  $\text{K}$ , что является свидетельством изменения проницаемости клеточных мембран. Отмечается снижение содержания  $\text{Fe}$  в мозге, сердце, крови, печени, мышцах, селезёнке и повышение его в костной ткани. Это перераспределение  $\text{Fe}$  связано с изменением состояния органов кроветворения. При этом повышается содержание  $\text{Cu}$  в мышце сердца, селезёнке, семенниках, что активизирует адаптационно-компенсаторные процессы организма. Содержание  $\text{Co}$  понижается во всех органах и происходит его перераспределение между кровью, отдельными органами и тканями. Под влиянием магнитного поля биологическая активность  $\text{Mg}$  возрастает. Это приводит к уменьшению развития патологических процессов в печени, сердце, мышцах.

Отмечено, что магнитные поля небольшой индукции стимулируют процессы тканевого дыхания, изменяя соотношение свободного и фосфорилирующего окисления в дыхательной цепи. Усиливается обмен нуклеиновых кислот и синтез белков, что влияет на пластические процессы. Воздействие на пролиферацию и регенерацию определяется увеличением перекисного окисления липидов.

Характерным проявлением действия магнитного поля на организм считается активация процессов метаболизма углеводов и липидов. О последнем свидетельствует увеличение незэстерифицированных жирных кислот и фосфолипидов в крови и внутренних органах, уменьшение холестерина крови. Таким образом, воздействия магнитными полями непродолжительной экспозиции, обладают хотя и не столь выраженным, как другие физические факторы, но многообразным действием на организм, что способствует развитию индивидуальных обратимых благоприятных явлений. Наиболее доказанным и имеющим наибольшее значение для клиники является седативное, гипотензивное, противовоспалительное, противоотечное, болеутоляющее и трофическое действие. При определённых условиях, а в частности при воздействии на крупные сосуды, магнитотерапия оказывает дезагрегационный и гипокоагуляционный эффекты, улучшает микроциркуляцию и регионарное кровообращение, благоприятно влияет на иммунореактивные и нейровегетативные процессы.

Воздействие магнитным полем, как правило, не вызывает образования эндогенного тепла, повышения температуры и раздражения кожи. Отмечается хорошая переносимость у ослабленных больных, больных пожилого возраста, страдающих сопутствующими заболеваниями сердечно-сосудистой системы, что позволяет применять устройство во многих случаях, когда воздействие некоторыми другими физическими факторами непоказано.

Несмотря на своё благотворное действие на организм, магнитные поля от 70 мТл и выше становятся стрессорными агентами и неблагоприятно сказываются на деятельности различных функциональных систем. Происходит дискоординация деятельности эндокринных органов, снижается интенсивность энергетических процессов, усиливается гликолиз, нарушается проницаемость клеточных мембран, развивается гипоксия и дистрофические процессы. Исходя из этого необходимы строжайшее соблюдение техники безопасности и контроль за дозировкой фактора.

### **Показания к лечебному применению магнитных полей**

1. Заболевания сердечно-сосудистой системы: гипертоническая болезнь I-II степени; ИБС со стабильной стенокардией напряжения I-II ФК; ревматизм; вегето-сосудистая дистония; постинфарктный кардиосклероз\*;
  2. Заболевания и травмы центральной и периферической нервной системы: травмы позвоночника, спинного мозга; нарушение спинномозгового кровообращения; преходящие нарушения мозгового кровообращения\*;
- ишемические мозговые инсульты\*;
- остеохондроз позвоночника; невриты, полинейропатии различного происхождения; невралгии; неврозы, неврастения; ганглиониты, каузалгии, фантомные боли; параличи, парезы.

3. Заболевания периферических сосудов: облитерирующий атеросклероз I-II-III стадии; облитерирующий эндартериит I-II-III стадии; тромбангит; синдром Рейно; хроническая венозная и лимфо-венозная недостаточность; тромбофлебит поверхностных и глубоких вен\* в подострый период; посттромбофлебический синдром; диабетические ангиопатии, полинейропатии; состояние после аорто-бедренного шунтирования.
4. Заболевания и повреждения опорно-двигательного аппарата: деформирующий остеоартроз (I-III стадии в фазе обострения и ремиссии); инфекционно-токсические артриты, полиартриты различной этиологии; бурситы, эпикондилиты, периартриты; замедленные консолидации переломов, в том числе при металлосинтезе, наличие гипсовой повязки или аппарата Илизарова; ушибы, растяжения сумочно-связочного аппарата, вывихи.
5. Заболевания бронхо-легочного аппарата: острые пневмонии затяжного течения; хронический бронхит; бронхиальная астма (кроме гормонозависимой); туберкулез (неактивная форма).
6. Заболевания желудочно-кишечного тракта: язвенная болезнь желудка и 12-ти перстной кишки в фазе обострения и ремиссии; хронический гастрит, гастродуоденит; подострый и хронический панкреатит; хронический гепатит и затяжное течение острого гепатита; дискинезия желчевыводящих путей; хронический холецистит; хронический неязвенный колит; состояние после резекции желудка по поводу язвы с целью профилактики пострезекционных осложнений.
7. ЛОР-патология: вазомоторный ринит; хроническими ринит, риносинусит; гайморит, фронтит; хронический фарингит; хронический отит; ларингит, трахеит.
8. Офтальмология - подострые и хронические воспалительные заболевания различных сред глаз: конъюнктивит, кератит, ирит, иридоциклит, увеит; атрофия зрительного нерва; начальная форма глаукомы.
9. Стоматология: парадонтоз; гингивит; язвенные поражения слизистой оболочки ротовой полости; острый артрит височно-нижнечелюстного сустава; переломы нижней челюсти; послеоперационные раны и травмы. Можно назначать при наличии в полости рта металлических коронок, мостовидных протезов и шин.
10. Подострые и хронические заболевания мочеполовой системы: цистит; уретрит; пиелонефрит; аднексит, метрит, сальпингоофорит; простатит; эпидидемит, орхит, везикулит; импотенция; бесплодие; климактерический синдром; доброкачественное новообразование (миома, фибромиома) с учетом возраста, гормонального фона, динамики процесса.
11. Аллергические и кожные заболевания: вазомоторный ринит; бронхиальная астма; псориаз; нейродермит.
12. Трофические язвы: вялогранулирующие раны; ожоги, обморожения, пролежни; предоперационная подготовка и послеоперационная реабилитация; спаечная болезнь; повышение иммунного статуса.

\* Заболевания, при которых магнитотерапия назначается с учётом индивидуальных особенностей пациента, динамики заболевания, данных клинического и функционального обследования.

## **Противопоказания**

1. **Абсолютные:**



кровоточивость и склонность к ней;  
системные заболевания крови;  
острый тромбоз, рецидивирующие, тромбэмболические осложнения;  
аневризмы сердца, аорты и крупных сосудов;  
сердечно-сосудистая недостаточность выше II стадии;  
стабильная стенокардия Ш-IV функциональный класс;  
тяжелые нарушения сердечного ритма (мерцательная аритмия, пароксизмальная тахикардия, частые экстрасистолы и др.);  
острый инфаркт миокарда; наличие кардиостимулятора;  
заболевания ЦНС с резким возбуждением; психические расстройства;  
клаустрофобия (страх замкнутого пространства при общих воздействиях);  
нарушения мозгового кровообращения - острый период; злокачественные новообразования или подозрение на их развитие;  
активный туберкулезный процесс;  
общее тяжелое состояние организма (легочная, сердечная, смешанная форма этих видов недостаточности II-III степени);  
инфекционные заболевания в острой стадии;  
лихорадочные состояния; резкое обострение хронического воспалительного процесса;  
гангрена;  
истощение организма;  
тиреотоксикоз;  
индивидуальная непереносимость;  
детям до 1,5 лет не проводят локальное воздействие, до 18 лет — общее воздействие.

**2. Относительные:** гипотония (можно проводить магнитотерапевтическое воздействие при стабильном АД и хорошей переносимости процедуры пациентом).

В практической медицине широко используются биотропные и силовые свойства различных искусственных источников магнитного поля. Их применяют для профилактики и лечения многих заболеваний, а также в целях реабилитации.

Минздравом разрешены разнообразные устройства без потребления электроэнергии и электромагнитные аппараты. В первую группу входят твердые и эластичные магниты, во вторую - аппараты, генерирующие постоянные, переменные, импульсные и другие виды низкочастотного электромагнитного поля.

Основываясь на многолетнем опыте изготовления портативной медицинской аппаратуры и накопив достаточный опыт по применению физиотерапевтических методов, Елатомский приборный завод освоил выпуск портативных медицинских аппаратов Алмаг-01, Алмаг-02, Магофон-01, Полимаг, предназначенных для оказания терапевтического воздействия магнитными полями при различных патологиях.