

Т.Г. Каменских  
Ю.М. Райгородский  
(г. Саратов)

## **МАГНИТОТЕРАПИЯ и ее сочетание с другими физическими факторами**

В последние годы магнитотерапия занимает одно из ведущих мест среди традиционных физиотерапевтических средств, успешно заменяя в ряде случаев такие, как УВЧ, электротерапия, ультразвук.

Объясняется это не только возможностью бесконтактного воздействия значительной глубиной проникновения в ткани, форетическими свойствами, хорошей переносимостью процедур, минимальным количеством противопоказаний, но и возможностью оптимизировать воздействие в соответствии с последними достижениями в области физиологии, магнитобиологии и физиотерапии. Созданная с учетом этих достижений отечественная аппаратура для магнитотерапии и сочетанного воздействия магнитного поля с другими физическими факторами (лазерное излучение, свет) нередко выпадает из поля зрения офтальмологов растворяясь в обилии предложений по лазеротерапии или ускользает от их внимания в силу недостаточной информации о медико-биологических аспектах взаимодействия магнитного поля с биологической средой и в частности с органом зрения.

Другая причина вероятно кроется в малом числе приборов разработанных специально для офтальмологии, в то время как общая физиотерапия имеет в своем арсенале достаточно аппаратуры для магнитотерапии.

В данной статье мы постарались восполнить недостаток информации по магнитотерапии и рассказать о существующих современных комплексах для офтальмологии, разработанных на основе современных представлений о биотропных параметрах и принципах оптимальности в физиотерапии.

В современной медицине и особенно в офтальмологии использование физических полей все чаще вытесняет химиотерапию или делает ее применение более ограниченным.

При этом прослеживается четкая зависимость: чем выше уровень знаний о биофизических свойствах полей, тем шире они применяются в здравоохранении. Этому способствует так же неблагоприятная экологическая обстановка и повышенная аллергия населения. Малоэффективна химиотерапия и при невозможности получения нужной концентрации препарата в патологическом очаге. Так ткани глаза имеют развитые биологические барьеры, поэтому при инъекционном или пероральном введении препаратов в глаз попадает не более 15 % от общей дозы.

В современной физиотерапии используется в основном четыре вида физических полей: электрическое (как правило для электрофореза), электромагнитное (включая лазерное, УВЧ, световое), магнитное и акустическое (чаще всего ультразвук). Физическими свойствами обладают три вида полей из названных четырех (кроме электромагнитного). Очевидно, что заманчиво использовать их сочетание. Например, электрического и магнитного для увеличения концентрации препарата в патологической зоне при местном его применении. Но не только этим привлекает магнитное поле. Доказано его выраженное противоспазмолитическое и спазмолитическое действие (Вайнштейн Е.С., 1974 г.), стимулирующее на фоторецепторы сетчатки (Скрипкин А.В., 1986 г.), улучшающее микроциркуляцию и рассасывающее (Сапрыкин П.И., Сумарокова Е.С., 1991 г.), улучшающее метаболизм и проводимость аксонов ганглиозных клеток сетчатки (Бивас Шушанто, Листопадова Н.А., 1996 г.)

### **Немного истории**

Рождение магнитобиологии связывают с докладом врачей Анри и Туре в королевском медицинском обществе Франции в 1780 г., проверявших опыты аббата Ленобля по влиянию искусственных магнитов (их только, что научились делать) на нервную систему человека и, в частности на зубную боль. Результат проверки гласил, что "влияние магнитной силы на нервы настолько же несомненно, насколько оно несомненно, по отношению к железу".

В России вопрос о влиянии магнитного поля на нервную систему обсуждался в 1879 г. на заседании Русских врачей. Доктор В.И. Дроздов сообщил, что у людей возникают неспецифические ощущения (чувство холода, тепла, онемения и т.п.) в месте приложения магнита. Спустя два года в Петербурге вышла книга Н.И. Григорьева "Металлоскопия и металлотерапия", где обобщены сведения о лечебном действии магнита.

В начале XX века появились новые лекарственные препараты и новые физиотерапевтические методы (УВЧ, дарсонвализация и др.), что сильно отвлекло внимание от магнитотерапии. Очередной всплеск ее развития связан с публикацией в Перми сборника "Биологическое и лечебное действие магнитного поля строго периодической вибрации" под редакцией физика В.И. Карнилова, физиолога М.Р. Моргеновича и клинициста А.В. Селезнева в 1948 году. А спустя 11 лет в МГУ защищается кандидатская диссертация Ю.А. Холодова "К физиологическому анализу действия магнитных полей на животных". Позднее появляется и докторская диссертация Ю.А. Холодова посвященная этой проблеме и ряд книг, из которых наиболее известны "Мозг в электромагнитных полях" и "Человек в магнитной паутине".

Учитывая положительные результаты применения магнитных полей в разных областях медицины Минздрав СССР создает проблемную комиссию "Магнитобиология и магнитотерапия в медицине" под председательством профессора Витебского Медицинского института А.М. Демецкого. Под руководством А.М. Демецкого появились первые научно обоснованные параметры для создания магнитотерапевтической техники. В частности была обозна-

чена верхняя граница допустимой напряженности (силы) магнитного поля, выше которой возможно повреждающее действие. Эта граница и сейчас остается на уровне 50 мТл.

В настоящее время опубликовано более нескольких тысяч работ по магнитотерапии.

Наибольшее число публикаций по офтальмологии приходится на конец 70-х начало 80-х годов XX столетия, когда Всесоюзный научно-исследовательский институт медицинского приборостроения (ныне ВНИИМП-ВИТА) выпустил первые аппараты серии "Полюс".

### **Активное начало**

Первый цикл работ по магнитотерапии в офтальмологии связан с лечением глаукомы и выполнен профессором Скрипкой В.К. (1975, 1978 и 1979 г.г.). Автор обосновывает использование магнитного поля при лечении глаукомы и других заболеваний, сопровождающихся повышением офтальмотонуса, сосудорасширяющим действием поля и его регулирующим влиянием на вегетативную нервную систему. Воздействие поля на цилиарное тело позволило скомпенсировать офтальмотонус и снизить внутриглазное давление. На здоровых глазах при воздействии импульсного поля с частотой 160 Гц автор получил снижение истинного внутриглазного давления на 3 мм. рт. ст. при повышении коэффициента легкости оттока на 0,1 мм<sup>3</sup>/мин и уменьшении секреции на 0,6 мм<sup>3</sup>/мин. При лечении 102-х больных первичной и вторичной глаукомой, которым не удалось нормализовать офтальмотонус медикаментозно, использовали комбинированное воздействие поля и лекарственных препаратов. Получено стойкое снижение внутриглазного давления после 10 сеансов у 94 % больных первичной глаукомой и у 72,4 % – вторичной глаукомой. Остальным был проведен повторный курс магнитотерапии в сочетании с медикаментозной. Эффект улучшения гидродинамических показателей глаза и остроты зрения при лечении больных открытоугольной глаукомой наблюдали Зайкова М.В. с соавт. (1981 г.) при использовании постоянного магнитного поля напряженностью  $B = 10$  мТл и экспозицией  $\tau = 30-60$  мин. Эффект наблюдался лишь у 21,7 % пациентов. Это свидетельствует о значительно более низкой биологической активности постоянного поля в сравнении с переменным. Более подробно об этом мы поговорим ниже, когда речь пойдет о биотропных параметрах.

Использование постоянного и переменного магнитных полей в комплексной терапии больных химическими и термическими ожогами глаз, послеоперационными гифемами, травматическими гемофтальмами (Стрюков Г.С. с соавт., 1985 г.) выявило аналогичную тенденцию. Постоянное магнитное поле с экспозицией  $\tau = 30$  мин (напряженностью  $B = 10-20$  мТл) позволяло сократить койко-день в среднем на  $5 \pm 2$  дня, по сравнению с традиционной медикаментозной терапией, а использование переменного магнитного поля с  $B = 20$  мТл,  $f_1 = 50$  Гц и  $\tau = 10$  мин обеспечивало уменьшение среднего койко-дня на  $12 \pm 5$  суток.

Большой цикл работ по магнитотерапии в офтальмологии выполнен вначале 90-х годов сотрудниками МНИИГБ им. Гельмгольца Вайнштейном Е.С. и Зобиной Л.А. с сотрудниками. Ими использовалось переменное магнитное поле аппарата "Полюс-1" при  $B = 10$  мТл,  $f_1 = 50$  Гц и  $\tau = 7-10$  мин в лечении проникающих ран, ожогов и других травм глаза, а также генетической болезни глаз, отечного экзофтальма, кератоконуса, центрально-серозной хориопатии, атеросклеротической хориоретинальной дистрофии центральной локализации, послеоперационных гифем с явлениями иридоциклита, частичного гемофтальма и имбибии роговицы. Успешное лечение этих заболеваний авторы объясняют выраженным противовоспалительным и нейротрофическим действием применяемого магнитного поля. Так например, у больных с генетической болезнью глаз после первых же проце-

дур снимался отек век, уменьшались блефароспазм, слезотечение и светобоязнь, расширялась глазная щель, а после 7-14 процедур эти симптомы вообще исчезали у 92 % больных. При кератоуевите и стромальном кератите быстро исчезал отек век, что способствовало улучшению трофики, эпителизации язвенных поверхностей, формированию более тонкого нежного рубца и повышению остроты зрения. Лечение 77-ми больных центрально-серозной хориопатией и атеросклеротической хориоретинальной дистрофией центральной локализации в сочетании со спазмолитическими, тромбopедохраняющими и сосудорасширяющими средствами (дицинол, продектин, стугерон, компламин и др.) привело к следующим результатам. Из 22-х глаз с центральными скотомами в 6 случаях они исчезали, а в 14 – уменьшались. При тромбозах центральной вены сетчатки у 7 из 19 пациентов кистовидный отек в центре практически исчез, а у 11 – значительно уменьшился.

Послеоперационные гифемы с явлениями иридоциклита в маловыраженных случаях рассасывались у 77 % больных после 2-3-х сеансов, а в случаях обширных гифем (1/2 камеры) – после 6-7 сеансов магнитотерапии без применения медикаментозных средств. При гемофтальмах и имбибициях роговицы полное восстановление прозрачности роговицы достигалось в среднем через два курса по 10 сеансов комбинированной магнитотерапии, а в контрольной группе – лишь к 30-му дню.

Активное внедрение магнитотерапии в офтальмологию и полученные клинические результаты побудили и новые экспериментальные исследования в частности по форетическим свойствам магнитных полей.

### **Магнитофорез**

Актуальность работ по введению лекарственных препаратов в ткани физическими методами особенно видна в офтальмологии поскольку ткани глаза отличаются развитыми биологическими барьерами. Обращение к магнитному полю здесь не случайно. Известные и широко используемые методы электро- и фонофореза оказывались часто противопоказаны например при наличии эрозированных и мацерированных участков, а также при плохой адаптации краев раны. Это не позволяет назначать местную лекарственную физиотерапию в ранние послеоперационные сроки, когда это зачастую наиболее важно для предупреждения возможных осложнений.

Первые эксперименты провели Р.К. Мармур и А.В. Скринник (1981 г.) на лабораторных кроликах с использованием методов электронной микроскопии и радиоизотопной индикации. Оценивалось проникновение радиоизотопа  $\text{NaI}^{131}$  через изолированные роговицы свежезнуклеированных глаз кроликов.

В более убедительных экспериментах на живых глазах 26-ти кроликах породы шиншилла (Е.С. Вайнштейн с сотрудниками, 1982 г.) в глаза вводился 0,5 %-ный раствор красителя-флуоресцеина, который по своей молекулярной массе и размерам молекул достаточно близок, например, к антибиотикам тетрациклинового ряда. Флуоресцеин вводился по инстилляционной и ванночковой методикам, как без магнитного поля, так и с наложением магнитного поля от аппарата "Полюс-1" ( $B = 10$  мТл,  $f_1 = 50$  Гц,  $\tau = 10$  мин). По окончании каждого опыта глаз промывали и проводили пункцию передней камеры, извлекая 0,2 мл водянистой влаги и измеряя концентрацию флуоресцеина с помощью флюорометра. Оказалось, что концентрация препарата в камерной влаге при использовании ванночковой методики и наложении магнитного поля в 25 раз превосходит соответствующую концентрацию без магнитного поля. При использовании инстилляционной методики это превышение также существенно – в 15,5 раз.

## **Биологические эффекты**

Среди систем организма наибольшей чувствительностью к магнитному полю обладают системы крови, сосудистая, эндокринная и центральная. В последние годы получены интересные данные по чувствительности к магнитному полю различных звеньев иммунной системы человека и животных.

Оценивая результаты многочисленных работ, можно заключить, что наиболее характерными в реакции крови на воздействие магнитных полей являются изменения в эритроидной системе. Независимо от напряженности поля и длительности воздействия наблюдались явления ретикулоцитоза. Изменение числа ретикулоцитов служит показателем интенсивности регенераторных процессов в системе красной крови (Бродкина А.Г., 1976 г.). Под влиянием магнитного поля происходят изменения в системе свертывания крови, характер некоторых определяется исходным состоянием этой системы и чаще всего ведет к нормализации процесса свертывания (Епишина С.Г., 1971 г., Деген И.Л., 1980 г.).

Благоприятное действие магнитного поля на микроциркуляцию и реактивность сосудов выражается также в нормализующем их влиянии на тонус и параметры микроциркуляции. Так в магнитном поле отмечено изменение скорости кровотока в артериолах, прекапиллярах и капиллярах, увеличение емкости сосудистой системы, увеличение диаметров капилляров и густоты капиллярных петель, ускорение образования коллатерального русла (В.М. Чучков с соавторами, 1981 г.).

Реакция эндокринной системы выражается в повышении активности гормонального и медиаторного звеньев симпато-адриналовой системы (САС) при этом ведущая роль в формировании реакции эндокринной системы принадлежит гипоталамическим центрам. Также как и в реакции систем крови и сосудов выявлено нормализующее влияние магнитного поля на симпато-адриналовую систему организма (А.Ф. Коренькова с соавт., 1981 г.).

Течение инфекционных процессов оказывается более благоприятным в магнитном поле, особенно в присутствии бактериостатиков и биогенных стимуляторов. Такой результат объясняется стимуляцией иммунологической реактивности или ее нормализацией под влиянием поля (А.В. Шубина с соавт., 1981 г.). Объяснить более легкое течение инфекционных процессов в магнитном поле его влиянием на микроорганизмы не удастся, так как сведения о магниторостовых характеристиках бактерий очень отрывочны и противоречивы. Пока можно утверждать лишь то, что поле оказывает влияние на метаболизм и рост клеток микроорганизмов (С.А. Павлович, 1991 г.).

## **Биотропные параметры и виды магнитных полей**

В настоящее время можно считать установленным фактом, что воздействие магнитного поля на живой организм его биологическая активность определяется набором биотропных параметров этого поля. Основными из них являются:

- 1) интенсивность (напряженность);
- 2) градиент (скорость нарастания);
- 3) вектор (направление);
- 4) экспозиция;
- 5) частота;
- 6) форма импульса;
- 7) локализация.

Постоянное магнитное поле (ПМП) чаще всего характеризуется лишь первыми четырьмя параметрами, хотя иногда и локализация имеет принципиальное значение в харак-

тере его воздействия. Переменное магнитное поле (ПеМП) имеет большое число биотропных параметров, так как характеризуется еще и частотой. К характеристике импульсного магнитного поля (ИМП) добавляется форма импульса. Наибольшим числом биотропных параметров обладает бегущее импульсное магнитное поле (БИМП), локализация которого может меняться в пространстве, обеспечивая динамичность воздействия. Если БИМП реализуется набором неподвижных излучателей магнитного поля, которые включаются непосредственно друг за другом, то характер движения поля будет зависеть от расположения излучателей. Для офтальмологии логично расположить набор излучателей (соленоидов) в орбите глаза по кольцу, но об этом несколько позже. При последовательном включении соленоидов возникает дополнительная частота, называемая частотой модуляции БИМП и определяется, как число полных циклов обращения поля (от первого до последнего соленоида) в 1 секунду. Эта частота модуляции становится восьмым биотропным параметром, а частота переключений соседних соленоидов в наборе, определяемая как частота модуляции умноженная на их число, является уже девятым.

Таким образом, бегущее магнитное поле, обладающее наибольшим числом биотропных параметров, является наиболее перспективным с точки зрения биологической активности. Кроме того, динамическое воздействие любого физического фактора лучше усваивается живым организмом, где все процессы происходят в динамике.

Интересные эксперименты по сравнительной оценке биологической активности разных по характеру магнитных полей были предприняты проф. Ю.А. Холодовым и инж. Ю.В. Берлиным. Оценку проводили с помощью сенсорной индикации у тех испытуемых, у которых возникают неспецифические реакции при воздействии поля на участок тела. Реакции могут быть разные: чувство тяжести, холода, ползания мурашек, тепла, онемения и возникают, например, от изменения условий кровообращения в каком-то участке тела. Во время эксперимента испытуемый находился в темной заглушенной камере и должен был определить наличие и отсутствие магнита под деревянной крышечкой, не видя ни его, ни экспериментатора. Под крышечкой могли находиться разные источники поля от ПМП до БИМП. Результаты эксперимента свелись к тому, что при воздействии БИМП неспецифические реакции возникали при значительно меньших интенсивностях поля и экспозициях по сравнению с ИМП и тем более с ПМП, а сохранялись значительно дольше после выключения.

В ходе эксперимента было замечено, что при воздействии полем с частотой 10 Гц прочность реакции была наибольшей, а ощущения носили более выраженный характер. Наличие такого "частотного окна" авторы связывают с частотой нормального альфа-ритма ЭЭГ мозга, как основной частоты Центральной нервной системы человека.

## **Механизмы**

Основу современных представлений о влиянии магнитного поля на живой организм составляет концепция действия поля как раздражителя. На это раздражение организм отвечает адаптационной реакцией тренировки, активации или стресса (Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина, М.А. Уколова, 1979 г.). Формирование той или иной реакции определяется набором биотропных параметров магнитного поля и индивидуальной восприимчивостью к нему. Тип адаптационной реакции в ответ на раздражение определяли по анализу крови.

Опыты на животных хорошо иллюстрируют важность формирования реакции активации при воздействии на них ПеМП. Так после воздействия в течение 2-3 месяцев этого поля на голову пожилых крыс животные становились подвижными и бодрыми. Редкая и грубая шерсть сменялась на мягкую и густую, глаза становились ярко-розовыми, а кожа

мягкой и эластичной. Омоложения удалось добиться в результате преодоления хронического стресса, характеризующего старость, и развития реакции активации, характерной для молодого организма. Развитие реакции активации в данном эксперименте сопровождалось изменением соотношения нейтрофилов и лимфоцитов в крови, увеличением тимуса, повышением активности щитовидной железы и половых желез.

Важно отметить, что формирование и поддержание реакции активации или тренировки достигается путем постепенного нарастания от сеанса к сеансу одного или двух биотропных параметров, например, напряженности и экспозиции или частоты поля. При использовании биотропно насыщенного поля для формирования нужной реакции требуются меньшие значения напряженности и времени экспозиции. Реакция формируется быстрее и носит более устойчивый характер. В течении курса параметры необходимо менять для предотвращения адаптации организма к воздействию и поддержания реакции на необходимом уровне до конца курса лечения. Наиболее удобной для изменения и эффективной является частота при использовании ПемП, ИмП и особенно БИМП.

Среди адаптационных реакций организма различают реакции местного характера (участка тела) и общего (всего организма). Так слабые магнитные поля при малой экспозиции способны не менее активно влиять на формирование реакции организма, чем поля средней силы, если их воздействие носит не местный, а общий характер, включая гипоталамус как наиболее чувствительный к воздействию поля отдел мозга.

Наряду с теорией основанной на адаптационных реакциях в ответ на раздражение существуют и другие представления о механизме действия магнитных полей, не противоречащие основной принятой концепции. Несомненно, что магнитное поле, особенно низкочастотное влияет на движение заряженных частиц (ионы, электроны) в потоке биологических жидкостей (кровь, лимфа, межклеточная и внутриклеточная жидкость). Дополнительная сила, действующая на заряженные частицы вызывает их дополнительное перемещение и реализуется как силовое воздействие поля. Дополнительное перемещение заряженных частиц стимулирует процессы переноса, метаболизма, активизируя процессы диффузии. Так разность потенциалов на границе клеточной мембраны зависит от соотношения положительно и отрицательно заряженных частиц вблизи этой границы. Изменение соотношения частиц и разности потенциалов неизбежно приведет к изменению Na – K насоса и метаболизма клетки. Существующие результаты исследований свидетельствуют о нормализующем влиянии низкочастотного поля на проницаемость клеточной мембраны.

### **Принципы оптимальности в физиотерапии**

Понятие оптимальной физиотерапии впервые введено В.С. Улащиком (1980 г.), где он сформулировал принцип оптимальности для воздействия физических факторов на биологический объект. Оптимальной является та физиотерапия, при которой выполняется два и более условий оптимальности.

Основными являются следующие условия оптимальности:

1. *Динамичность воздействия.* Процессы протекающие в органах и тканях, имеют динамический характер, поэтому динамические (движущиеся, бегущие) воздействия наиболее приближены к естественным условиям и легче усваиваются теми или иными системами организма.

2. *Резонансность воздействия.* Любое физическое воздействие лучше усваивается организмом, если его частотные параметры совпадают или близки к частотам функционирования той или иной системы организма. Универсальные частоты, обладающие наибольшей

биологической активностью: 1-1,5 Гц – частота нормального ритма сердечно-сосудистой системы и 8-10 Гц – частота альфа-ритма электроэнцефалограммы мозга.

3. *Многоканальность воздействия.* Физическое воздействие будет более эффективно, если на один и тот же орган воздействовать с разных сторон или через разные системы организма. Применительно к офтальмологии это означает, что при лечении, например амблиопии, можно предъявлять глазу световые стимулы одновременно воздействуя магнитным полем на зрительный тракт битемпорально или лечить спазм аккомодации вследствие гипертензионного синдрома воздействуя магнитным полем в орбите глаза на цилиарную мышцу и на сосуды головного мозга транскраниально.

4. *Сочетанность воздействия.* Доказано, что различные физические факторы могут потенцировать друг друга и давать результирующий эффект выше суммарного. Иллюстрацией может служить пример по лечению амблиопии из предыдущего пункта, где цвето-стимуляция сочетается с магнитотерапией.

Хорошо сочетается с магнитотерапией и лазерное излучение. Следует оговориться сразу, что для такого сочетания подходит не любое, а только биотропно насыщенное поле, лучше всего бегущее. Использование лазерного излучения в сочетании с постоянным полем лишено смысла поскольку постоянное поле требует экспозиции не менее 30 мин, в то время как экспозиция лазерного излучения составляет, как правило, 2-3 мин.

### **Аппараты для магнитотерапии в офтальмологии**

Выше упоминалось, что большинство первых результатов по клиническому применению магнитных полей в офтальмологии были получены с использованием либо постоянных магнитов либо аппарата "Полюс-1" генерирующего ПемП частотой  $f_1 = 50$  Гц и напряженностью  $B = 10$  мТл. Аппарат имел громоздкий излучатель и не был предназначен для офтальмологии. Во многом благодаря активности именно офтальмологов позже появились модификации в виде "Полюс-2" и "Полюс-3". Все аппараты серии "Полюс" (разработка НИИ Медицинского приборостроения, ныне "ВНИИМП-ВИТА") имеют napольное достаточно громоздкое исполнение. Напряженность поля в последних модификациях необоснованно увеличена выше допустимого предела, а частотный диапазон выбран без учета современных достижений магнитобиологии.

Гораздо более современным и миниатюрным аппаратом является магнитный стимулятор "БИО-МАС" разработанный медико-технической лабораторией МНТК "Микрохирургия глаза". Техническая идея очень проста. Постоянное магнитное поле превращается во вращающееся с переменной частотой благодаря вращению двух постоянных магнитов на оси двигателя с затухающей и вновь нарастающей скоростью вращения. Недостатком прибора является отсутствие возможности изменения его параметров в процессе лечения с целью предотвращения адаптации, а также существенно завышенное значение напряженности поля (300 мТл) и невозможность сочетания с другими физическими воздействиями.

Наиболее современным из существующих аппаратов, специально разработанных для магнитотерапии в офтальмологии, является "АМО-АТОС". Аппарат разработан ООО "ТРИМА" (г. Саратов) при участии клиники глазных болезней СГМУ. Преимущества аппарата заключаются в следующем:

а) Аппарат генерирует бегущее импульсное магнитное поле (БИМП) с автоматическим изменением направления вращения через заданный интервал времени. Следовательно имеет максимальную биотропную насыщенность излучаемого поля и отвечает первому условию оптимальности в физиотерапии – динамичность воздействия.



б) Диапазон частот модуляции излучаемого БИМП лежит в интервале 1-15 Гц. Следовательно начинать курс лечения можно на частотах нормального ритма работы сердечно-сосудистой системы (ССС), а заканчивать в районе "частотного окна" – 10 Гц соответствующего нормальному альфа-ритму работы Центральной нервной системы (ЦНС). Таким образом выполняется второе условие оптимальности – резонансность воздействия.

в) Кроме основного разъема для подключения излучателя аппарат имеет два дополнительных. Они могут быть использованы либо для подключения второго излучателя (воздействие на два глаза или лечение двух пациентов) либо для подключения двух видов приставок: цветодинамического амблиотренера ("Амблио-1") и транскраниального стимулятора зрительного тракта ("Оголовье"). То есть аппарат "АМО-АТОС" позволяет реализовать как принцип многоканального, так и сочетанного воздействия.

г) Аппарат имеет режим стохастического поля (включение соленоидов по случайному закону) как наиболее физиологичный и не вызывающий адаптацию к воздействию и два режима переключения характера поля – синусоидальный и пульсирующий. При этом второй режим используется для магнитофореза лекарственного препарата.

д) Напряженность поля на поверхности излучателя составляет 33 мТл, а сам излучатель выполнен с осевым отверстием. Это позволяет с одной стороны пропускать через отверстие луч лазера, организуя истинно магнитолазерную терапию, а с другой направлять взор больного либо на лазерный стимулятор либо на цветодинамический.

е) Аппарат имеет небольшие габариты (230x220x150 мм) и массу (3,0 кг) и питается от сети 220 В.

### **Лазерный терапевтический аппарат "Ласт-01"**

Из приведенных выше данных по оптимальной физиотерапии следует, что терапевтическая ценность аппарата "АМО-АТОС" может быть существенно повышена за счет дополнения его лазерным терапевтическим аппаратом с параметрами и конструкцией адаптированными к "АМО-АТОС". Поэтому вслед за разработкой "АМО-АТОС" появился аппарат "Ласт-01" выполненный на полупроводниковом лазере с длиной волны 0,65 мкм (красная зона), регулируемой интенсивностью от 0,4 до 1 мВт и частотами модуляции лазерного луча в диапазоне частот модуляции поля "АМО-АТОС". Световод формирует спекл структуру на выходе манипулятора, а сам манипулятор адаптирован к головке-излучателю магнитного поля "АМО-АТОС" и стыкуется с ней через специальный переходник-адаптер. Разработчик и изготовитель – ООО "ТРИМА" (г. Саратов).

Медицинские испытания "Ласт-01" в ведущих офтальмологических клиниках страны подтвердили совпадение большинства показаний этого аппарата с аппаратом "АМО-АТОС" и в 1996 г. он получил официальное разрешение на применение в клинической практике (Регистрационное удостоверение МЗ РФ № 29/10060899/3736-02).

### **Показания и результаты клинического применения комплекса "АМО-АТОС" – "Ласт-01"**

Аппарат "АМО-АТОС" выпускается ООО "ТРИМА" (г. Саратов) с 1991 г., а с 1996 г. – как магнитолазерный комплекс включающий и "Ласт-01". При этом питание обоих аппаратов раздельное и применять их можно как вместе, так и порознь.

За прошедшие 13 лет выпущено более тысячи аппаратов и пролечена не одна тысяча глаз. Опыт применения аппарата "АМО-АТОС" и комплекса постоянно расширяется и

обогащается. В настоящее время можно назвать следующие показания для использования комплекса "АМО-АТОС" – "Ласт-01" в клинике:

- внутриглазные кровоизлияния (гифемы, гемофтальмы, имбибиции роговицы);
- спазм аккомодации;
- пресбиопия;
- глаукома;
- частичная атрофия зрительного нерва;
- кератиты, увеиты, дакриoadениты;
- макулодистрофия;
- тромбозы центральной вены сетчатки и ее ветвей;
- раны роговицы и склеры.

Первые результаты по использованию аппарата "АМО-АТОС" получены в клинике глазных болезней Саратовского мединститута. Профессор П.И. Сапрыкин и асс. Е.С. Сумарокова исследовали рассасывание гифем при афакии и артифакии и кровоизлиянии в переднюю камеру в послеоперационном периоде экстракции старческой катаракты (Офтальмологический журнал, № 6, 1991 г.). При лечении головка-излучатель БИМП располагался на расстоянии 2-3 мм от переднего полюса глаза. Время экспозиции – 5-10 мин. Луч лазера наводили на глаз через осевое отверстие в головке-излучателе поля. Экспозиция – 2 мин. Процедуры назначали в первые дни послеоперационного периода. При одновременном применении магнитотерапии и лазеротерапии полное рассасывание послеоперационных гифем к 6-му дню наблюдалось в 95,5 % случаев. В контрольной группе аналогичные результаты получены лишь в 63 % случаев. Рассасывание крови сопровождалось купированием послеоперационного иридоциклита. Уменьшение боли в глазу, фотофобий регистрировали после 2-3 сеансов.

Те же авторы исследовали влияние БИМП аппарата "АМО-АТОС" на лечение тромбозов ретинальных вен (Офтальмологический журнал, № 5, 1991 г.) 198-ми больных. Наиболее высокие функциональные результаты зарегистрированы у пациентов с неполной окклюзией ветвей центральной вены сетчатки ( $с\ 0,28 \pm 0,05$  до  $0,6 \pm 0,08$ ). При полном тромбозе ретинальных венозных ветвей центральное зрение повысилось с  $0,035 \pm 0,01$  до  $0,09 \pm 0,01$ . У больных контрольной группы (без магнитотерапии) лечебный эффект достигнут лишь при неполном тромбозе ЦВС. При периметрии отмечено исчезновение или уменьшение размеров и плотности центральных скотом у 86 % основной группы и 62 % контрольной.

Интересные результаты получены в клинике глазных болезней РГМУ (зав.-акад. А.П. Нестеров) по использованию аппарата "АМО-АТОС" в лечении глаукомы. Улучшение пространственной контрастной чувствительности произошло в 84,6 % глазах. Средняя величина остроты зрения повысилась с  $0,85 \pm 0,04$  до  $0,94 \pm 0,02$ . Эти результаты наблюдались в 96,7 % случаев. Причем через 4-5 месяцев острота зрения держалась выше исходной у всех повторно обследованных больных. Удивительным оказался тот факт, что из 31-го больного у 4-х острота зрения повысилась весьма значительно: с 0,3 до 1,0; с 0,4 до 0,8; с 0,2 до 0,7 и с 0,2 до 0,5 (Офтальмологический журнал, № 1, 1996 г.). Стойкое снижение внутриглазного давления после 10 сеансов по 8-10 мин каждый с частотой модуляции 1-10 Гц, изменяемых через 1 Гц от сеанса к сеансу, было достигнуто у 90 % больных первичной глаукомой и у 70 % больных вторичной глаукомой. Примерно у 50 % больных удалось избежать оперативного вмешательства (Р.М. Танова, А.Н. Уварова, 2001 г.).

### **Приставка "Амблио-1"**

Специально для лечения амблиопии у детей разработана оригинальная приставка "Амблио-1" к аппарату "АМО-АТОС" (Патент РФ № 2044528). Приставка представляет собой фотостимулирующее устройство, закрепленное на стойке к столу (тумбе и т.п.) с помощью струбцины. Внутри тубуса расположены источники световых стимулов зеленого, красного и синего спектров в виде набора радиальных щелей. При работе приставки стимулы вращаются с заданной частотой вокруг оптической оси глаза. При этом направление вращения автоматически меняется в течение сеанса, имеется возможность хаотического включения щелевых стимулов, а частоты регулярного или хаотического движения могут меняться в диапазоне частот модуляции аппарата "АМО-АТОС" т.е. 1-15 Гц.

Идея построения приставки подсказана американским физиологом Дэвидом Хьюбелом, который приводит результаты (Мозг. Глаз. Зрение., М.Наука., 1990 г.) исследования отклика ряда отдельно взятых клеток сетчатки на предъявление глазу различных по характеру световых стимулов. Оказалось, что наиболее близкий к человеческому глаз обезьяны имеет разные колбочки и палочки в смысле реакции на характер раздражителя. Помимо различной реакции на разные цвета имеются клетки активно реагирующие на ориентацию щелевого стимула по азимуту и слабо реагирующие на другие раздражители. Аналогично другой тип клеток активно реагирует на движение этого стимула, притом в определенном направлении и слабо реагирует на все другие раздражители.

С целью стимуляции максимально возможного типа клеток сетчатки и была разработана приставка "Амблио-1". Заключение баз клинических испытаний (кафедра глазных болезней РГМУ – проф. Е.А. Егоров, Тушинская детская больница – доц. В.В. Мишустин и офтальмологическая клиническая больница – зав. ФТО Р.М. Танова), благодарные отзывы множества специализированных дет. садов, школ для слабовидящих детей и детских поликлиник свидетельствуют о высокой эффективности приставки при лечении амблиопии.

Методика лечения очень проста (см. цветную вкладку). Сначала на закрытые веки больного накладывается головка-излучатель бегущего магнитного поля аппарата "АМО-АТОС" с экспозицией 5-7 мин. Для фиксации внимания ребенка на стимулах его можно попросить сообщить о смене направления вращения.

*Данный метод был применен в клинике глазных болезней Саратовского государственного медуниверситета с целью стимуляции макулы при пресенильных центральных дистрофиях. Было отмечено повышение остроты зрения, улучшение показателей визоконтрастометрии, субъективное возрастание комфортности при зрительной работе. Также использование приставки «Амблио - 1» оказалось эффективным в комплексной коррекции глазного компьютерного синдрома.*

### **Приставка "Оголовье"**

Новая приставка к аппарату "АМО-АТОС" "Оголовье" разработана для транскраниальной магнитотерапии бегущим магнитным полем с целью более эффективного лечения атрофии зрительного нерва, амблиопии и спазма аккомодации.

Конструктивно "Оголовье" выполнено в виде шлема, содержащего сдвоенный излучатель бегущего магнитного поля. При работе "Оголовья" поле перемещается от височной доли головы к затылочной одновременно и синхронно с обеих сторон. При этом скорость движения поля может регулироваться в пределах от 0,9 до 9 м/с, что соответствует перемещению активного участка изменения мембранного потенциала нервному волокну (Д. Хьюбел, 1990 г.). Максимальная глубина проникновения поля в структуры мозга составляет

90-100 мм, что позволяет воздействовать не только на зрительный путь, но и на гипоталамус. Это облегчает формирование необходимой адаптационной реакции всего организма создавая благоприятный фон для любой проводимой терапии.

Аппарат "АМО-АТОС" позволяет совмещать действие "Оголовья" с воздействием головки-излучателя аппарата в орбите глаза. Таким образом, действие на сетчатку сочетается с действием на зрительный путь, что важно при амблиопии и атрофии зрительного нерва. *Хорошие результаты получены при лечении спазма аккомодации, вызванного гипертензивным синдромом поскольку спазмолитическое действие поля хорошо реализуется при вегетативных расстройствах сопровождающихся спазмом сосудов головного мозга.*

*Существенной проблемой является лечение больных эндокринной офтальмопатией. Наличие тесной взаимосвязи между поражением различных звеньев эндокринной системы, а также весь симптомокомплекс проявлений при этой патологии от синдрома «сухого глаза» до развития ишемических процессов в зрительном нерве позволяет патогенетически обоснованно применять сочетание магнитного воздействия на область орбиты и на мозговые структуры с помощью «Оголовья». Магнитотерапия уменьшает венозный стаз, активизирует микроциркуляцию. Воздействие магнитного поля в проекции зрительного пути, а также на область гипофиза дополняет местную терапию. Т.Г. Каменских, Н.М.Русаковой (2003 г.) проведено комплексное лечение 74 больных с эндокринной офтальмопатией при достижении эутиреоидного состояния с применением данной методики. У всех пациентов имелся отек периорбитальных тканей с экзофтальмом 21-23 мм, эхографически определяли утолщение прямых глазодвигательных мышц до 5,5-5,8 мм и увеличение плотности ретробульбарной клетчатки свыше 40 Дб при пониженной плотности мышечной ткани. Лечебный комплекс включал парентеральное введение прозерина, кеналогоа и магнитотерапию с помощью «Оголовья». У всех пациентов в результате лечения уменьшилась толщина экстраокулярных мышц в среднем до 4,2 – 4,8 мм, что подтверждено методом ультразвукового β – сканирования. Достоверно уменьшился экзофтальм, улучшились электрофизиологические показатели (амплитуда ЗВП повысилась на 2-3 мкВ, сократился латентный период). В контрольной группе у больных, получавших только медикаментозное лечение толщина мышц в результате проведенного курса лечения составила 4,7 – 5,2 мм, эффект от лечения был менее стабильным.*

По данным Т.Г. Каменских, В.В. Бакуткина (1996 г.), Р.М. Тановой (2004 г.) применение "Оголовья" дает хорошие результаты при атрофии зрительного нерва сосудистого генеза, на фоне патологии ЦНС и вследствие черепно-мозговой травмы, токсической, врожденной, глаукоматозной. Наибольшая эффективность воздействия бегущего магнитного поля в проекции зрительных путей отмечена у пациентов с нисходящей атрофией зрительного нерва, что является патогенетически обоснованным. В ряде публикаций сообщается об успешном применении "Оголовья" в лечении осложненных форм миопии, повышении остроты зрения в среднем на  $0,2 \pm 0,01$  и улучшении пространственной контрастной чувствительности у больных с недоразвитием зрительной системы. При этом суммарные по 8 меридианам поля зрения расширились на  $120 \pm 9$  градусов, амплитуда пика Р 100 зрительных вызванных потенциалов повысилась на  $2 \pm 0,5$  мкВ, латентный период сократился на  $12 \pm 1$  мс. Официальные базы испытаний (6-ой ЦВКГ, ОКБ г. Москвы и кафедра глазных болезней л/ф РГМУ) подтвердили высокую эффективность приставки "Оголовье".

## **Заключение**

Магнитотерапия заняла прочное место в арсенале лечебных средств широкого ряда офтальмопатологий. Основу современных представлений о влиянии магнитного поля на живой организм составляет концепция действия поля как раздражителя. На это раздражение организм отвечает адаптационной реакцией тренировки, активации или стресса. Формирование той или иной реакции определяется набором биотропных параметров поля и индивидуальной восприимчивостью к нему организма. Среди различных видов магнитного поля наибольшим числом биотропных параметров обладает бегущее импульсное поле, которое характеризуется наибольшей биологической активностью. Оно перспективно с точки зрения резонансного воздействия на органы и ткани с учетом ритмического характера протекающих в них процессов.

Вопрос о механизме влияния магнитного поля на клеточном уровне до сих пор окончательно не изучен. Однако уже имеются достаточно убедительные доказательства участия в этом механизме мембранных процессов.

Практические рекомендации ведущих физиотерапевтов по оптимизации воздействия физических факторов нашли свое воплощение при создании современных магнитолазерных комплексов для офтальмологии, в частности "АМО-АТОС" – "Ласт-01" с приставками "Амблио-1" и "Оголовье", разработанных ООО "ТРИМА" (г. Саратов). Более детальную информацию можно получить в интернете на сайте [www.trima.ru](http://www.trima.ru).