

© Коллектив авторов, 2013

УДК: 612.13:613.956:612.6.06:616-071.2

ДИНАМИКА НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ АДАПТАЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ КАК КРИТЕРИЙ ОПТИМИЗАЦИИ МАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

С.В. Булатецкий¹, Ю.Ю. Бяловский², Е.П. Глушкова³

Рязанский филиал Московского университета МВД России (1)

Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова (2)
Медицинская часть (по обслуживанию Рязанского филиала Московского университета
МВД России) МСЧ МВД по Рязанской области (3)

В статье было проведено изучение локального действия переменного магнитного поля на неспецифические механизмы адаптации человека. Показано, что реакция организма на электромагнитное воздействие представляет собой сложный системный феномен, включающий механизмы разных уровней и имеющий собственную функциональную организацию. Параметры локальных воздействий ПеМП необходимо оптимизировать исходя из динамики неспецифических адаптационных механизмов: пространственно-временные показатели локальной магнитотерапии должны обеспечивать минимальную активацию стресс-реализующих механизмов и в наибольшей степени включать стресс-лимитирующие механизмы.

Ключевые слова: адаптация, механизмы, магнитное поле, электромагнитное воздействие.

Разработка и внедрение немедикаментозных методов воздействия – одна из проблем адаптационной медицины [7]. Исследованиями установлено, что различные системы организма обладают разной чувствительностью к магнитным полям [1, 3, 8, 14].

Цель исследования – изучение локального действия переменного магнитного поля на неспецифические механизмы адаптации человека.

Материалы и методы

В исследованиях участвовало 119 человек мужского пола в возрасте от 18 до 22 лет. Использованы физиотерапевтические аппараты импульсной магнитотерапии АЛМАГ-01 и ПОЛИМАГ-01. В группах испытуемых применялись следующие параметры локального воздействия переменным магнитным полем (ПеМП). АЛМАГ-01: локализация индукторов – область проекции надпочечников; экспозиция – 3, 7, 14 и 21 мин., частота ПеМП – 6 Гц; амплитудное значение магнитной индукции – 20 мТл. ПОЛИМАГ-01: локализация индукторов – область проекции

надпочечников; экспозиция – 7 мин.; частота ПеМП – 3 Гц; амплитудное значение магнитной индукции – 20 мТл. Эффект влияния ПеМП на состояние неспецифических адаптационных механизмов оценивался по результатам математического анализа ритма сердца аппаратно-программным комплексом Варикард-1.41 [11]. Для оценки изменений, вызванных воздействием ПеМП, анализировались корреляционные связи параметров функционального состояния [5, 6].

Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 приведена динамика корреляционных связей между частотой сердечных сокращений (HR) и волновыми параметрами сердечного ритма (HF, LF, VLF) при разной экспозиции ПеМП.

На рисунке 2 – структура корреляционных связей между показателями вариабельности сердечного ритма (ВСР) и биохимического исследования крови в фоновых условиях, и после воздействия на надпочечники ПеМП аппарата ПОЛИМАГ-01.

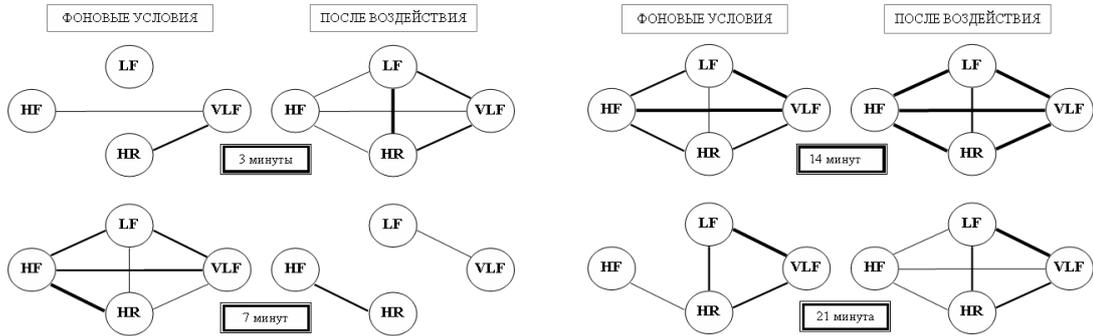


Рис. 1. Корреляционные плеяды в группах с разной длительностью воздействия ПеМП

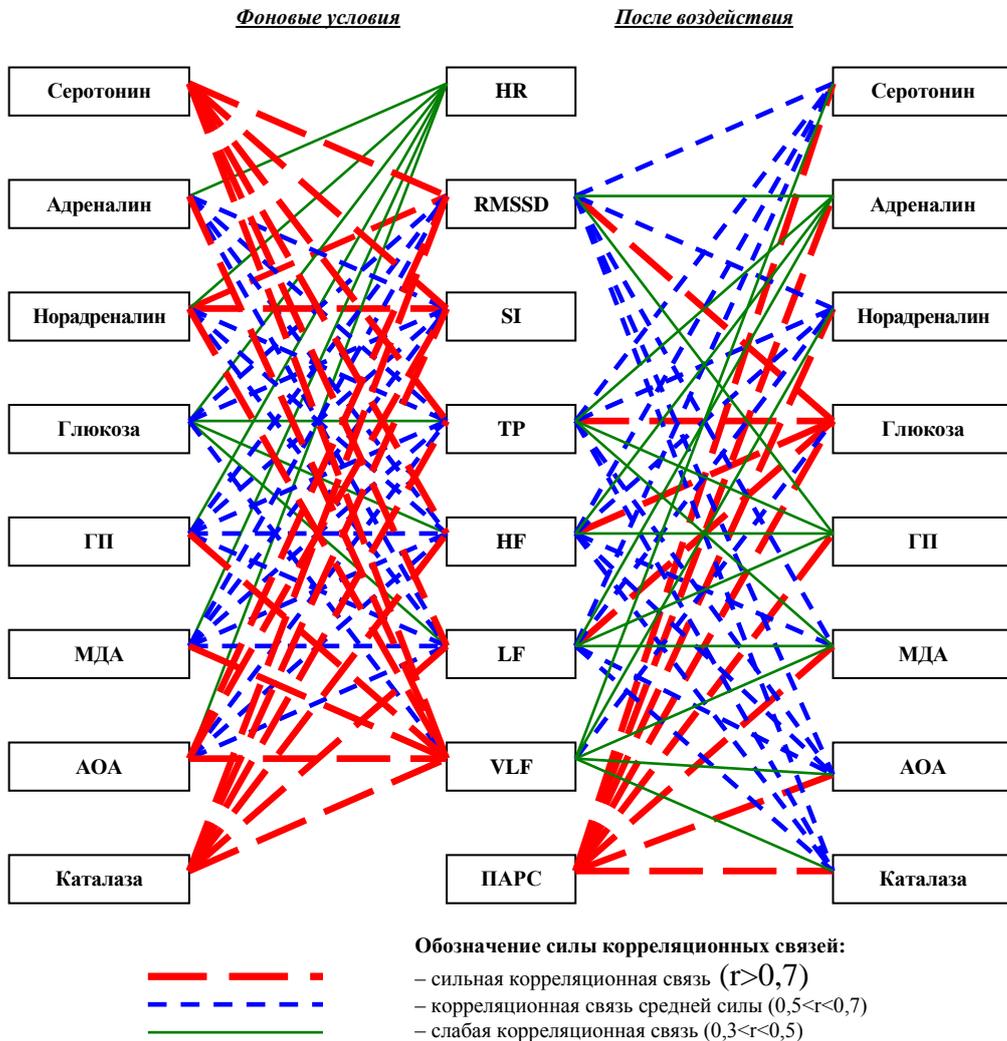


Рис. 2. Динамика корреляционных взаимоотношений между биохимическими показателями крови и показателями ВСП

Исследование биохимических показателей крови показало, что воздействие ПеМП аппарата ПОЛИМАГ-01 вызвало увеличение уровня стресс-лимитирующего медиатора (серотонин) с $0,56 \pm 0,05$ до $0,98 \pm 0,16$ мкмоль/л и снижение уровня стресс-реализующих гормонов – адреналина с $2,55 \pm 0,43$ до $2,08 \pm 0,08$ нмоль/л и норадреналина с $44,25 \pm 2,55$ до $35,35 \pm 4,85$ нмоль/л. ПеМП вызвало снижение содержания глюкозы в крови с $4,3 \pm 0,1$ до $3,4 \pm 0,1$ ммоль/л и активности перекисного окисления липидов – уменьшение гидроперекиси липидов (ГП) с $1,40 \pm 0,1$ до $1,05 \pm 0,05$ ОЕ/мл и малонового диальдегида (МДА) с $4,55 \pm 0,15$ до $3,70 \pm 0,3$ мкмоль/л, в то же время возрастала антиокислительная активность – увеличение значений антиокислительной активности плазмы (АОА) с $31,3 \pm 1,3$ до $35,7 \pm 1,7$ % и каталазы с $9,90 \pm 0,10$ до $13,75 \pm 0,85$ мкат/л. Полученные в исследовании данные крови свидетельствуют о повышении активности механизмов противосвертывающей системы крови – увеличение концентраций гепарина с $0,590 \pm 0,01$ до $0,765 \pm 0,01$ Е/мл и антитромбина III с $91,25 \pm 1,05$ до $104,55 \pm 3,55$ % и торможении механизмов свертывания. Кроме того, происходило уменьшение концентрации α_2 -макроглобулина с $3,65 \pm 0,05$ до $2,9 \pm 0,1$ мкмоль/л и α_1 -антитрипсина с $35,35 \pm 2,65$ до $28,25 \pm 0,75$ мкмоль/л, что с увеличением концентрации плазмينا с $12,0 \pm 0,2$ до $18,0 \pm 2,0$ мм² является свидетельством активации системы фибринолиза. При этих параметрах ПеМП также был выявлен рост супрессорной и снижение хелперной активности. Эти изменения сопровождалось снижением активности механизмов неспецифической резистентности. Очень важным обстоятельством являлось то, что реакция системы гемостаза на магнитное воздействие не сопровождалась потреблением прокоагулянтов, что указывает на функциональный (регуляторный) характер возникающих изменений. Стимулирующий характер реакции со стороны иммун-

ной системы подтверждался и отсутствием каких-либо изменений со стороны концентрации основных классов иммуноглобулинов крови.

ВСП представляет собой особую специфическую биологическую форму движения [4], связанную с процессами регуляции, приспособления и компенсации. Волновые диапазоны ВСП являются производными процессов информации, регуляции, метаболизма и функциональной деятельности гемодинамики и, в конечном итоге, определяют процессы ауторегуляции. Мощность соответствующего частотного диапазона указывает уровень расхода энергии на информационно-регуляторные процессы при реализации приспособительных реакций сердечно-сосудистой системы (всего организма) и может быть рассмотрена как цена адаптации и компенсации в системе информации и регуляции.

Возведение Э. Бауэром [2] состояния устойчивого неравновесия в природе в ранг основного закона теоретической биологии предполагает рассмотрение эволюции живых систем в направлении возрастания потенциальной возможности системы к увеличению диссипации структур и энергии, т.е. возможности выполнения системой максимума внешней работы и совершенствования механизмов минимизации энерготрат. Анализ корреляционных плед при действии ПеМП аппарата АЛМАГ-01 показал, что 21-минутное магнитное воздействие вызвало увеличение числа, а 3-минутное – числа и силы корреляционных связей. То есть, при данных временных параметрах в сопряженный процесс взаимодействия вовлекаются новые показатели ВСП, что свидетельствует об уменьшении степеней свободы, «более жесткой» запрограммированности работы системы, а так же о возрастании замещающей (компенсаторной) нагрузки на элементы смежных систем. 14-минутное действие ПеМП привело к возрастанию силы корреляционных связей при неизменном состоянии степеней свободы, что так же обусловлено увеличением адаптационного напряжения. 7-минутная экспо-

зияция инициировала увеличение количества степеней свободы, что свидетельствует о снижении напряжения в системе (в данном случае – в системе регуляции ритма сердца), когда отдельные элементы мало взаимодействуют друг другом в результате повышения функциональных резервов [6,9] и соответствует результатам других авторов, согласно которым оптимизационные мероприятия должны быть направлены на увеличение количества степеней свободы организма [10,12].

В свою очередь, результаты, полученные при той же 7-минутной экспозиции ПеМП аппарата ПОЛИМАГ-01, свидетельствуют о реакции организма на электромагнитное воздействие. Корреляционная плеяда до предъявления магнитной нагрузки характеризовалась наличием значительного количества корреляционных связей, преимущественно между показателями биогенных аминов, перекисного окисления липидов и показателями ВСП. Можно предположить, что подобное распределение связей свидетельствует о существовании некоторого адаптационного напряжения в исходном фоне испытуемых, когда отдельные элементы системы достаточно жестко взаимодействуют друг с другом для обеспечения приспособительной деятельности. После воздействия ПеМП наблюдалось «облегчение» плеяды как за счет снижения общего количества корреляционных связей (с 54 до 46), так и за счет уменьшения количества сильных связей (с 21 до 12) и связей средней силы (с 24 до 19) при некотором увеличении количества слабых связей (с 9 до 15). Следовательно, реализация магнитной нагрузки при данных параметрах воздействия ПеМП существенно уменьшает адаптационное напряжение испытуемых, оцениваемое по критерию плотности формируемых корреляционных плеяд.

Гомеостатические результаты, достигаемые в ходе адаптивной деятельности, определяют оптимальное для нормальной жизнедеятельности течение различных метаболических процессов в тканях организма [13]. В нашем исследовании после локального воздействия ПеМП выявлена динамика в сторону повышения уровня стресс-

лимитирующего медиатора (серотонин), супрессорной активности, активация системы фибринолиза, антиоксидантов, показателей противосвертывающей системы крови. При этом происходило снижение уровня стресс-реализующих гормонов (адреналин, норадреналин), хелперной активности, прооксидантов, показателей свертывающей системы крови. Эти изменения сопровождались депрессией иммунных механизмов и снижением активности механизмов неспецифической резистентности. Полученные при данных параметра воздействия ПеМП результаты свидетельствуют об увеличении активности неспецифических адаптационных механизмов синтаксической (стресс-лимитирующей) направленности и активизации «сохранительных» функциональных систем.

Выводы

1. Реакция организма на электромагнитное воздействие представляет собой сложный системный феномен, включающий механизмы разных уровней и имеющий собственную функциональную организацию.
2. Параметры локальных воздействий ПеМП необходимо оптимизировать исходя из динамики неспецифических адаптационных механизмов: пространственно-временные показатели локальной магнитотерапии должны обеспечивать минимальную активацию стресс-реализующих механизмов и в наибольшей степени включать стресс-лимитирующие механизмы.

Литература

1. Взаимодействие импульсных высокочастотных токов с биотканями / Н.В. Бабури [и др.] // Мед. физика. – 2008. – № 2 (38). – С. 98-109.
2. Бауэр Э. Теоретическая биология / Э. Бауэр. – Л.: ВНИИЭМ, 1935. – 207 с.
3. Экспериментальная магнитобиология: воздействие полей сложной структуры: монография / М.В. Грязев [и др.]. – Тверь; Тула: ООО Изд-во «Триада», 2007. – 112 с.
4. Использование метода экспресс-анализа медленных колебаний гемодинамики в акушерстве и акушерской анестезиологии (общие принципы) / В.Ф. Гулик [и

- др.] // Медленные колебательные процессы в организме человека: теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике. – Новокузнецк, 1997. – С. 72-74.
5. Жаднов, В.А. Системные основы синдромаобразования в неврологии на примере эпилепсии / В.А. Жаднов, М.М. Лапкин, А.С. Стариков // Вестн. новых мед. технологий. – 2002. – Т. IX, № 1. – С. 40-44.
 6. Завьялов, А.В. Соотношение функций организма / А.В. Завьялов. – М.: Медицина, 1990. – 160 с.
 7. Зубкова, С.М. Современные аспекты физиотерапии / С.М. Зубкова // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2004. – № 2. – С. 3-10.
 8. Малиновская, С.Л. Влияние низкоинтенсивных электромагнитных излучений на функциональную активность биологических объектов разного уровня организации: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / С.Л. Василевская. – Н. Новгород, 2008. – 48 с.
 9. Компоненты адаптационного процесса / В.И. Медведев [и др.]; под ред. В.И. Медведева. – Л.: Наука, 1984. – 111 с.
 10. Набиулин, М.С. Оптимизация тренирующих нагрузок в реабилитологии. Концептуальные подходы и практическое применение / М.С. Набиулин, В.Г. Лычев. – Н. Новгород: Изд-во НГМА, 1999. – 192 с.
 11. Семёнов Ю.Н. Аппаратно-программный комплекс «Варикард» для анализа variability сердечного ритма и перспективы его развития / Ю.Н. Семёнов, Р.М. Баевский // Материалы Международ. симпоз. «Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий»: тез. докл. – М., 1999. – С. 172-174.
 12. Динамика системы корреляционных взаимосвязей между физиологическими параметрами больных инфарктом миокарда / С.О. Стрыгина [и др.] // Математика. Компьютер. Образование. – 2000. – Вып. 7. – С. 685-689.
 13. Судаков, К.В. Функциональные системы / К.В. Судаков. – М.: Изд-во РАМН, 2011. – 320 с.
 14. Щукин С.И. Механизмы биологического действия низкочастотных электромагнитных полей / С.И. Щукин // Технологии живых систем. – 2005. – Т. 2, № 6. – С. 6-15.

DYNAMICS OF ADAPTIVE MECHANISMS SUCH AS THE OPTIMIZATION CRITERIA MAGNETIC INTERFERENCE

S.V. Bulatetsky, Yu. Yu. Byalovsky, E.P. Glushkova

This article has studied the local action of the alternating magnetic field on the non-specific mechanisms of human adaptation. It is shown that the body's response to the electromagnetic effect is a complex phenomenon system, including mechanisms at various levels and has its own functional organization. Parameters of local influences AMF must be optimized based on the dynamics of adaptive mechanisms: the spatio-temporal local magnetic therapy must maintain a minimum activation of stress mechanisms and implement the most include stress-limiting mechanisms

Key words: adaptation mechanisms, magnetic field, electromagnetic effect.

Бяловский Юрий Юльевич – д-р мед. наук, проф., заведующий кафедрой патофизиологии ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России, действительный член Академии естествознания, Заслуженный деятель науки и образования, член-корреспондент международной академии высшей школы (МАНВШ).

E-mail: rzgmu@rzgmu.ru.