

К ДИНАМИКЕ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕЗЕРВОВ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА МЕТОДОМ ТРЕНИРУЮЩЕЙ СТРЕСС-ТЕРАПИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЛАБОГО НИЗКОЧАСТОТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Л.В. Дубовой, В.А. Ефремов
НИНПСЗ «МЕДИКАНА», СПб.

В работах [1,2] подробно освещаются результаты модельного рассмотрения одной из разновидностей системы восстановительной медицины, использующей в качестве базового лечебного фактора низкочастотное магнитное поле, НЧ МП. В обсуждаемой схеме лечения применяется НЧ МП малой амплитуды $B_m < 0,1$ мТл, удовлетворяющее требованиям безопасности для здоровья, рекомендуемым Международным Комитетом ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection).

Выполненный в [1,2] численный анализ работы предлагаемой здесь лечебной схемы показал удовлетворительное согласие динамических характеристик процесса магнитной терапии, полученных в расчетах, с предсказаниями общей теории стресса Г.Селье [3]. При этом функциональное состояние организма характеризовалось интегральным фактором здоровья (« S_{LD} – тест» [1]):

$$S_{LD} = t[\exp(-t + 1)] \quad (1)$$

Здесь $S_{LD} = 1$ соответствует идеальному состоянию здоровью, $S_{LD} < 0,1$ - случаю, близкому к критическому (предлетальному) состоянию, а безразмерное время t равно отношению $t = \underline{t}/t_0$, где \underline{t} – реальное время, $t_0 \approx 5$ часов – найденное в опытах суммарное среднестатистическое время лечебного воздействия магнитным полем на организм в оптимальных условиях. Кроме того, для удобства вычислений функция S_{LD} формула (1) нормирована на единицу в точке своего максимального значения $S_{LD} = 1$, соответствующего моменту времени $t = 1$. Как нетрудно заметить, в записи формулы (1) условие $t = 1$ соответствует выбору оптимального значения суммарной продолжительности процедур лечебного воздействия НЧ МП в течение курса магнитной терапии.

Далее, « S_{LD} – тест», применявшийся в качестве базовой диагностики в наших клинических исследованиях, основан на измерении индекса SDANN, взятого из теории процесса дыхательной аритмии кардио-респираторного комплекса организма [1]. В свою очередь, величина SDANN в международной классификации соответствует значению среднеквадратичного отклонения R-R интервалов пятиминутного отрезка кардиограммы от их среднего значения M_0 . В целях удобства написания математических формул в наших публикациях аббревиатура SDANN обозначается буквой D. Используемая в настоящей работе терминология и принятые обозначения более детально представлены в [1, 2] и реферируемых там литературных ссылках.

В дальнейшем, сопоставление полученных результатов расчета с результатами клинических испытаний указало на необходимость существенной детализации понятия функционального состояния, использованного в ранее [1, 2], и целесообразность его замены более строгим понятием функциональной системы.

Общие научные основы функциональной системы человека детально изучены в монографии [4]. По уровню ответной реакции теплокровных организмов на воздействие низкочастотным магнитным полем выделяют не менее десяти (обозначим их общее количество числом ℓ) важнейших систем, которые обеспечивают различные стороны нормальной жизнедеятельности организма. На основании многочисленных экспериментов и клинических исследований в этом случае сюда включают: 1) нервную, 2) эндокринную, 3) иммунную, 4) кровеносную, 5) дыхательную, 6) пищеварительную, 7) выделительную, 8) покровную, 9) мышечную, 10) костную функции регулирования, а также органы чувств [5,6]. Приведенный порядок представления выше обозначенных функций (ряд Ю.А.Холодова) соответствует постепенному снижению величины их ответной реакции на воздействие низкочастотным магнитным полем по мере роста их порядкового номера $\ell = 1, 2, 3 \dots$.

В соответствии с теорией функциональной системы организма, например, при анализе процесса гомеостаза, чаще всего достаточно принимать во внимание лишь ряд наиболее активных процессов регуляции, характеризуемый неравенством $\ell_C \leq (5 - 6)$. Здесь буквой ℓ_C обозначено принимаемое в расчетах количество первых членов “укороченного” ряда Ю.А.Холодова.

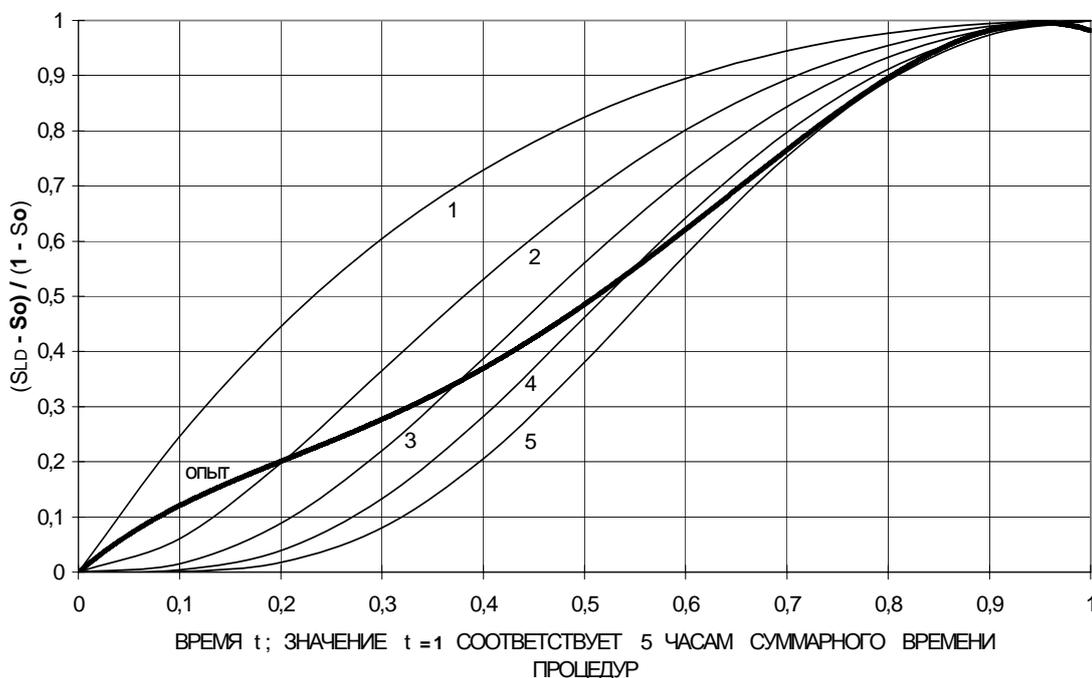
Общая функциональная система предназначена для стабильного поддержания организма в состоянии оптимума здоровья. Сбой работы системы под воздействием стрессоров чрезмерно высокого уровня приводит к появлению патологических процессов. В последнем случае активизация функциональной системы, например, с помощью НЧ МП, способна привести к снижению уровня патологии [1,2], вплоть до полного выздоровления пациента, за счет процесса восстановления внутренних резервов организма.

Каждая функция ряда Ю.А.Холодова с порядковым номером ℓ общей системы регулирования организма обладает относительной самостоятельностью. Поэтому, в оценочных расчетах в качестве первого приближения для любой из них допустимо воспользоваться формой математического выражения, аналогичной (1). Тогда, в соответствии с законами теории вероятностей, совместная ожидаемость компактного включения последовательности всех функций регулирования с момента начала действия внутреннего или внешнего стрессора, пропорциональна произведению вероятностей проявления каждой из них:

$$S_{LD} = \prod_{\ell=1}^{\ell=R} \{S_{LD}[\ell(t)]\} = t^R [\exp(-Rt + R)] \quad (2)$$

Современное состояние теории функциональных систем человека не в состоянии строго предсказать порядок включения наиболее значимых процессов, определяющих интегральный процесс регуляции гомеостаза в организме в конкретных условиях воздействия того или иного типа стрессора. Вместе с тем, фундаментальный характер многолетних исследований группы Ю.А.Холодова позволяет считать, что порядок включения указанной последовательности регуляторных функций ряда в процесс восстановления резервов здоровья организма соответствует их порядку следования ℓ . Полученные из модельных расчетов с помощью формулы (2) кривые $S_{LD}(R)$ для $R = 1, 2, 3, 4, 5$ приведены на Рис.1.

РИС. 1. РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ $S_{LD}(t)$ ПРИ $R=1, 2, 3, 4, 5$ И $S_{LD}(t)$ В ОПЫТЕ

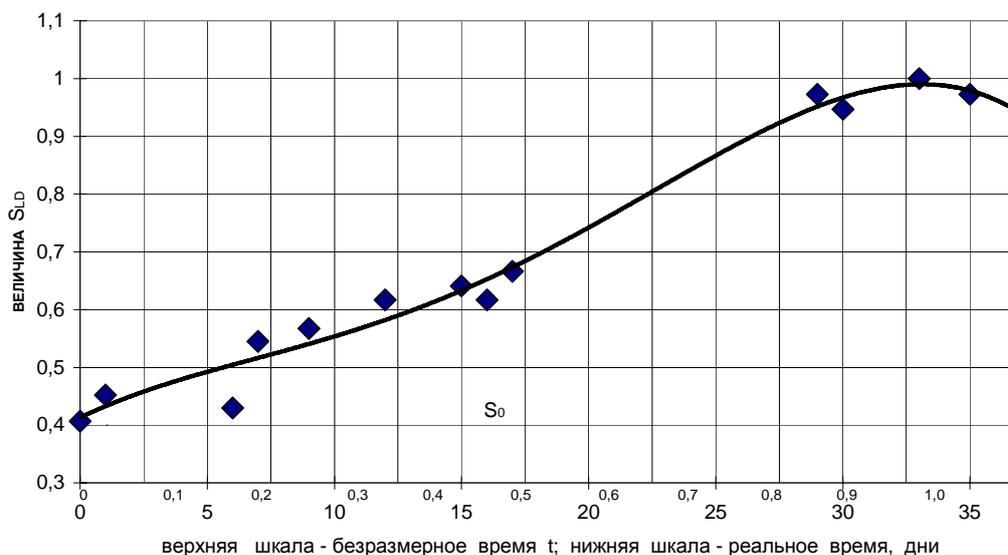


Теперь становится ясным, что в принятых обозначениях формула (1) соответствует простейшему случаю $\ell = R = 1$, а формула (2) – общему случаю $R > 1$.

Далее, для сопоставления полученных расчетных данных Рис.1 с результатами опыта, там же, в качестве примера, приведены данные клинических испытаний лечебной эффективности НЧ магнитного поля [1]. Для большей наглядности обсуждаемой в настоящей работе картины результаты

опыта [1] воспроизведены на Рис. 2. Следует отметить, что в дополнение к данным работы [2] Рис. 2 дополнен шкалой безразмерного времени $t = t/t_0$.

РИС. 2. ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ S_{LD} В ТЕЧЕНИЕ КУРСА МАГНИТНОЙ ТЕРАПИИ



Данные Рис. 2 получены в процессе курса магнитной терапии пациента, страдавшего в течение многих лет классической формой синдрома хронической усталости, СХУ. Для удобства обсуждения полученных результатов на Рис. 2 по оси абсцисс использованы две шкалы времени. Нижняя шкала, основная, соответствует реальному времени t в днях. В случае верхней, вспомогательной, шкалы, использовано значение безразмерного времени t .

Полезно подчеркнуть ряд особенностей в организации процесса клинического лечения. Точками на Рис. 2 показаны контрольные значения $S_{LD}(t)$, зарегистрированные в дни выполнения магнитных процедур (нижняя шкала оси абсцисс). Сплошная кривая на рисунке – тренд опытной зависимости $S_{LD}(t)$, полученный с применением программы Excel 2000 (полиномиальная аппроксимация 4 степени). Отсутствие точек в промежутке между 14 - м и 28 - м днем курса ($0,5 < t < 0,8$) соответствует перерыву в процессе лечения. С целью сопряжения данных модельного расчета и опыта результаты клинических испытаний на Рис.1 представлены в виде нормированной кривой $S_{LD}(t) = (S - S_0) / (1 - S_0)$.

Как и ранее, использованы обозначения [1, 2]. Так индексом S_0 традиционно обозначено значение величины $S_{LD}(t) = S_{LD}(0)$ в исходном патологическом состоянии пациента до начала лечебного воздействия магнитным полем.

Из сводных данных Рис.1 следует ряд важных выводов.

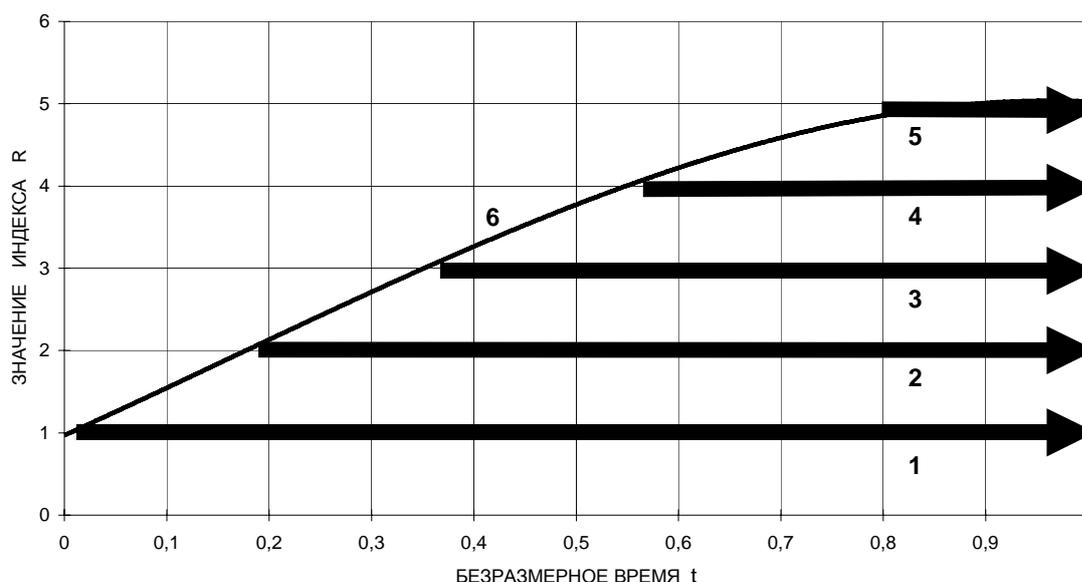
1. Тренд опытной кривой с наличием перегиба в области $t \approx (0,4 - 0,6)$ существенно отличается от расчетной кривой $S_{LD}(t)$, полученной на основании формулы (2) для $\ell = 1$. Полезно отметить, что значение $\ell = 1$ соответствует простейшей записи формулы (2) в виде выражения (1), когда учитывается только первый компонент ряда Ю.А.Холодова.
2. S – образная форма опытной кривой $S_{LD}(t)$ рисунка 2, по крайней мере качественно (монотонный рост с насыщением в точке $t = 1$), соответствует типичному характеру поведения расчетных кривых $S_{LD}[R(t)]$ для $R > 2$.
3. Неожиданной особенностью тренда опытной кривой $S_{LD}(t)$, представленной на рис.2, является сохранение процесса монотонного роста, несмотря отсутствие магнитного воздействия в период с 14 по 28 день курса лечения.
4. Наконец следует отметить важную особенность данных рис. 2. Так характерно, что в интервале значений $0 \leq t \leq 1$ опытная кривая $S_{LD}(t)$ последовательно пересекает расчетные кривые $S_{LD}[R(t)]$, найденные для значений индекса $R = 1, 2, 3, 4, 5$. Точки пересечения опытной кривой с расчетными значениями кривых $S_{LD}[R(t)]$ приведены в Таблице.

Таблица

R	1	2	3	4	5	5	5
t	0	0,2	0,3	0,56	0,8	0,9	1,0

Перейдем к анализу полученных в наших исследованиях результатов. Отметим, прежде всего, что в рамках представлений настоящей работы точки пересечения опытной кривой и кривых $S_{LD} [R(t)]$ соответствуют моменту включения (активизации) очередной функции регуляции с порядковым номером ℓ ряда Ю.А.Холодова. Иллюстрирующая динамику этого процесса диаграмма изображена на Рис.3.

РИС.3. ДИАГРАММА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВКЛЮЧЕНИЯ КАЖДОЙ ИЗ $R = 1, 2, 3, 4, 5$ ФУНКЦИЙ РЕГУЛЯЦИИ ВО ВРЕМЕНИ



На этом рисунке каждая пронумерованная стрелка с индексом $R = 1, 2, 3, 4, 5$ соответствует длительности активного состояния каждой из 5 рассмотренных функций регуляции в условиях опыта Рис.2 для интервала времени $0 \leq t \leq 1$. Начало каждой стрелки фиксирует момент включения (активизации) очередной функции с порядковым индексом ℓ .

Из данных Рис. 3 следует, что к моменту $t \approx 0,5$ возникновения перерыва в процессе магнитного воздействия (Рис. 2) в управлении физиологическим состоянием организма пациента уже задействовано не менее 3 – х функций системы регуляции. Наблюдающийся при этом уверенный рост опытной величины $S_{LD}(t)$ в отсутствие внешнего магнитного воздействия (активного стрессора) свидетельствует о способности собственных систем регуляции организма в патологическом состоянии эффективно способствовать снижению уровня патологии вплоть до полного выздоровления за счет внутренних резервов организма человека. Как видим, роль магнитной терапии в наблюдаемом нами лечебном процессе сводится к активизации системы регуляторных функций до индивидуального для каждой порогового значения. Теперь, начиная с момента активизации каждой из функций регуляции, в действие вступает новый процесс стабильного поддержания их нормализующей физиологическое состояние деятельности за счет собственных резервных возможностей организма.

В конечном итоге, анализ приведенных в настоящей работе результатов позволяет предположить следующую схему процесса тренирующей терапии с применением низкочастотного магнитного поля малой амплитуды.

Прежде всего, следует отметить, что рассматриваемая схема терапевтического использования НЧ МП малой амплитуды может служить эффективным фактором лечебного воздействия на организм в патологическом состоянии. При этом динамика процесса в течение лечебного курса характеризуется монотонным ростом верхней границы гомеостаза S_0 организма от значений $S_{LD} = S_0 < 1$ (состояние

патологии) до уровня, соответствующего практически полному выздоровлению ($S_{LD} \approx 1$). В свою очередь, процесс выздоровления характеризуется последовательным вовлечением базовых регулирующих функций системы организма в процесс восстановления (нормализации) его резервных возможностей.

Как уже отмечалось выше, уровень наших знаний и имеющихся литературных данных других авторов о динамике функциональных систем организма в процессах тренирующей терапии магнитным полем нельзя считать окончательно установленным, например, для выявления последовательности включения в процесс лечебного курса различных компонентов функциональных (регулирующих) систем. Указанная проблема требует дополнительных теоретических и клинических исследований. По мнению авторов именно это направление является одной из актуальных задач восстановительной медицины ближайшего будущего.

В то же время, уже имеющиеся представления об изучаемых здесь процессах могут и должны быть использованы в практических задачах современной медицины. В этом случае курс тренирующей стресс – терапии может быть сведен к чисто эмпирической схеме пошаговой работы, предложенной в [2]. В рассматриваемом случае лечебный курс сводится к определению исходного значения $S_{LD}(t) = S_{LD}(0) = S_0$ и последующему скачкообразному наращиванию уровня интенсивности магнитного поля h_{p+1} [2] перед каждой очередной лечебной процедурой по мере роста $S_{LD}(t)$ в соответствии с рекуррентной формулой $h_{p+1} = S_p(1 + 0.1)$. Здесь $p = 0 \dots N$, 0 – состояние системы в момент $t = 0$, $N(S_{LD}) \leq 10$ – оптимальное число процедур лечебного курса в интервале $S_0 \leq S_{LD} \leq 1$.

Детальный анализ результатов, полученных в настоящем исследовании и в работах [1, 2, 3, 5, 6, 7] свидетельствует о неспецифическом характере лечебного воздействия НЧ МП в изучавшихся условиях. Поэтому рассмотренная здесь модификация системы восстановления резервов здоровья человека с применением НЧ МП малой амплитуды предназначена для повышения эффективности работы оздоровительных центров или их подразделений, специализирующихся в области лечения широкого спектра психосоматических патологий, в частности, сердечно-сосудистых, онкологических и инфекционных заболеваний, гериатрии, выраженных стрессовых ситуаций.

DYNAMICAL EFFECTS OF ELF MAGNETIC FIELDS ON HUMAN HEALTH RESERVE RESTORATION PROCESSES

L.Dubovoi. V.Efremov

Research Center «MEDICANA», Ltd., S.Pb.

ephr@mail.ru

Литература:

1. Л.В.Дубовой, В.А.Ефремов. Экспресс – тест адаптивности организма в норме и патологическом состоянии. Международный Конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине»/Труды Междисциплинарного семинара «Биофизика онкологических процессов». Санкт – Петербург, 7 – 8 декабря 2004 г.; Л.В.Дубовой. – Современные технологии в здравоохранении, 2004, № 1 (7), 17.
2. Л.В.Дубовой, В.А.Ефремов. Тренирующая стресс – терапия на основе использования экологических факторов, близких к нормальным условиям жизнеобеспечения. Международный Конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине»/Труды Междисциплинарного семинара «Биофизика онкологических процессов». Санкт – Петербург, 7 – 8 декабря 2004 г.; Л.В.Дубовой. – Современные технологии в здравоохранении, 2004, № 2(8), 18.; Л.В.Дубовой, В.А.Ефремов. – Современные технологии в здравоохранении, 2005, №4(14), 24.
3. Г.Селье. Стресс без дистресса. – Рига: ВИЕДА, 1992. – 110 с.
4. Функциональные системы организма: Руководство/Под ред. К.В.Судакова. – М.: МЕДИЦИНА, 1987. – 432 с.
5. Ю.И.Холодов. Человек в магнитной паутине. – М.: ЗНАНИЕ, 1972. – 144 с.
6. Yu.A.Kholodov. Nonionizing Radiation and Neuroscience. Biological effects of electric and magnetic fields, Vol.I / edited by David O. Carpenter, Sineric Ayrapetyan. 1994. ACADEMIC PRESS, INC, N.Y. p.195.
7. Ю.Г.Мизун. Магнитные бури и здоровье. – М.: НПЦ ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ, 1994. – 176 С.