

Опубликовано в: Рефлексология №3, 2005, с. 5-10.

Автор(ы): Гринберг Я.З.
ЗАО «ОКБ «Ритм», Таганрог

Название статьи: СКЭНАР–терапия и СКЭНАР-экспертиза. Некоторые аспекты

Ключевые слова: СКЭНАР-терапия, гипотезы, физические эффекты

Аннотация: Рассмотрены гипотезы, объясняющие эффективность СКЭНАР-терапии. Проведен анализ физических эффектов, сопровождающих СКЭНАР-терапию. Показано, что большая часть гипотез не имеет доказательного подтверждения. Описан ранее не известный при электростимуляции эффект – звучание кожи – и приведено его объяснение.

СКЭНАР-ТЕРАПИЯ И СКЭНАР-ЭКСПЕРТИЗА. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ

С момента появления направления, которое названо СКЭНАР-терапия и СКЭНАР-экспертиза, исследователей и практикующих врачей (которые и стимулировали развитие СКЭНАР-терапии) волновал вопрос: чем аппарат СКЭНАР отличается от своих многочисленных собратьев? Появилось несколько гипотез. Вначале это были работы сотрудников ЗАО «ОКБ «РИТМ» [1-6]. За последнее время к исследованиям подключился Федеральный научный клинико-экспериментальный центр традиционных методов диагностики и лечения МЗ РФ [7,8].

Успешные практические результаты требуют осмысления и, главное, ответа на вопрос: в чем причина эффективности терапии, чем аппараты СКЭНАР принципиально отличаются от других электростимуляторов.

Цель настоящей работы – критически осмыслить существующие (существовавшие) гипотезы, проанализировать некоторые физические эффекты, сопровождающие СКЭНАР-терапию, определить позицию автора по вопросу эффективности СКЭНАР-терапии, поставить задачи дальнейших исследований.

Гипотезы эффективности СКЭНАР-терапии и их обсуждение

Формирование функциональной патологической системы (ФПС, система организм - прибор). Гипотеза основана на следующей идее [3]. Функциональные системы гибкие, непрерывно рассыпаются и создаются вновь. Патологические системы жесткие. Для их ликвидации необходимо сформировать некоторую систему, способную ликвидировать возникшие нарушения. Это и есть ФПС. Ее формирование требует внешнего воздействия с определенными свойствами: информационный нейроподобный сигнал, изменяющий свои параметры в соответствии с реакцией организма на оказываемое воздействие.

Рассматриваемая гипотеза не имеет доказательного подтверждения. Не ясно, почему сигнал именно такого свойства способен создавать ФПС, а другой не способен. Нет и сравнительных исследований, подтверждающих создание ФПС, при воздействии на организм сигналами с определенными свойствами. В пользу указанной гипотезы свидетельствует удачное применение методик, построенных автором на ее основе. Однако и другие методические подходы, используемые в СКЭНАР-терапии, тоже дают неплохие практические результаты.

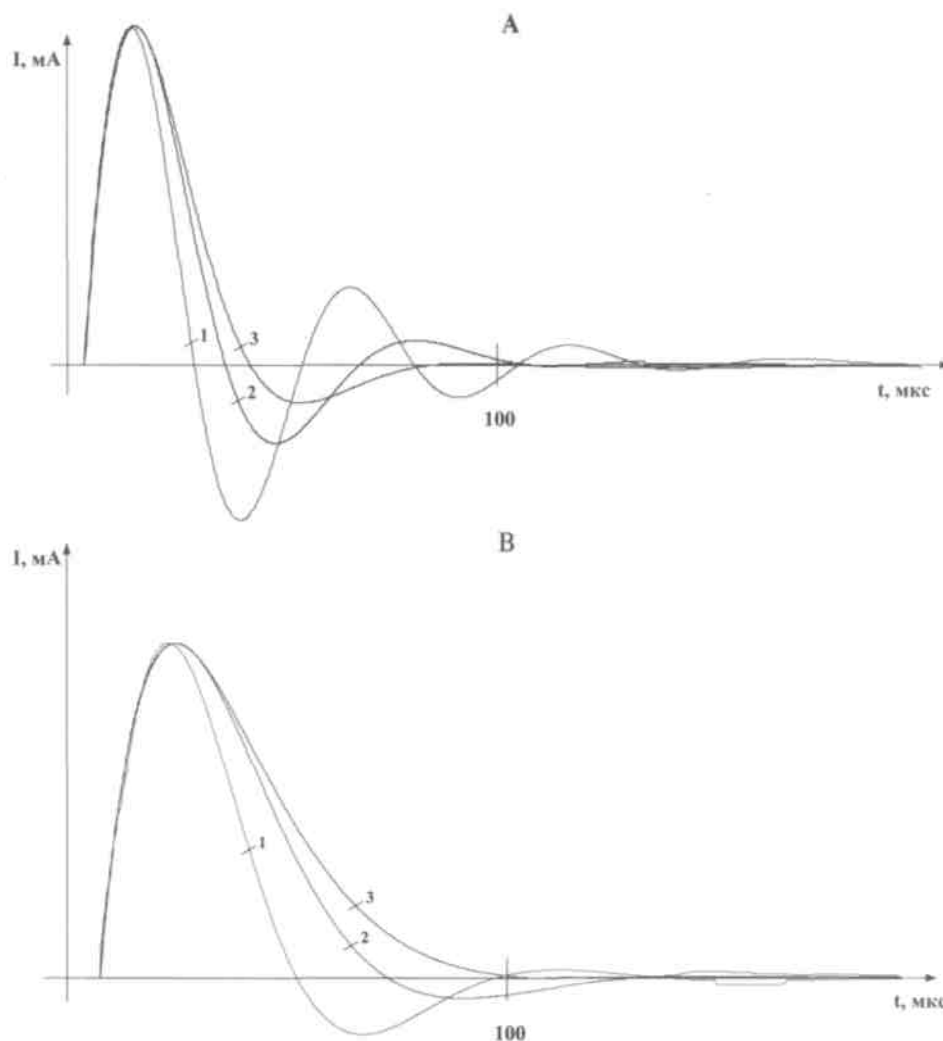
«Нейроподобный импульс. Гипотеза фактически появилась из вышеописанной (см. также [1,2]). В настоящее время активно эксплуатируется популяризаторами этого направления.

Известно, что в норме потенциал действия состоит из трех хорошо различимых компонентов: пика (спайка), отрицательного и положительного следовых потенциалов. Пик

намного больше остальных двух компонентов. Его восходящая фаза (передний фронт) составляет около одной трети общего времени, а нисходящая – остальные две трети. Минимальная длительность пика для А-волокон 0,5 мс. Длительность отрицательного следового потенциала 15 мс, а амплитуда примерно в 20 раз меньше амплитуды пика. Положительный следовый потенциал длится около 70 мс. Его амплитуда в 500 раз меньше амплитуды спайка. В В- и С- волокнах компоненты потенциала действия сохраняются, хотя соотношения между ними другие [9].

На рис. 1 (А,В,С) приведены эпюры тока при СКЭНАР-воздействии в различных анатомических зонах за определенный промежуток времени.

На рис.1 А наблюдается уменьшение числа колебаний со временем, причем через 10 сек. (а реально и дольше) одно колебание (переход через 0) сохраняется. Рис. 1В отличается тем, что начальный колебательный процесс переходит в аperiodический (эпюра 3 на рис. 1В). Именно этот импульс наиболее похож на спайк. И, наконец, на рис. 1С наблюдается совершенно иное: количество колебаний со временем увеличивается.



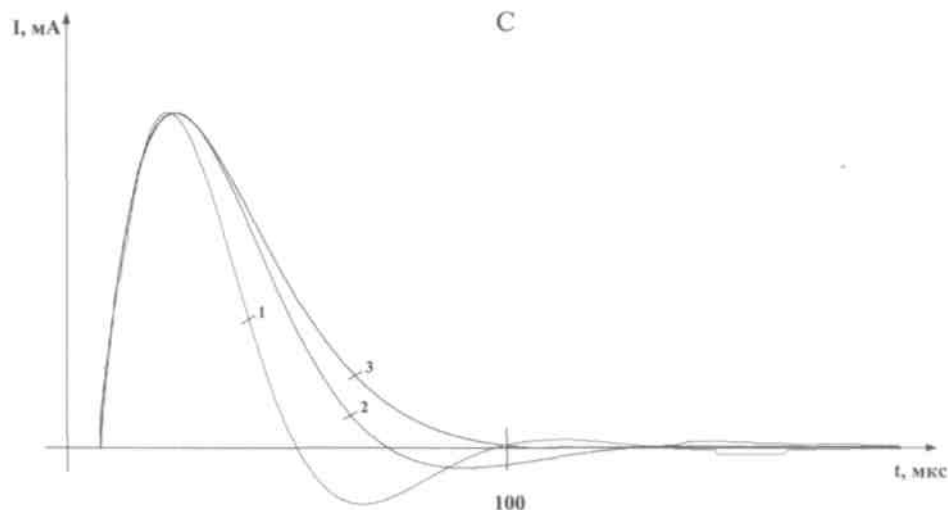


Рис.1 (А,В,С). Варианты эюр тока при СКЭНАР — воздействию.
 1 — сигнал через 0.22 сек. (13-й импульс);
 2 — сигнал через 1 сек. (60-й импульс);
 3 - сигнал через 10 сек. (600-й импульс).

Амплитуда сигнала на выходе СКЭНАРа (на поверхности кожи) примерно на 3 порядка больше, чем амплитуда спайка. Сигнал значительно уже (эюра 3 на рис. 1В, похожая на спайк, короче его на 1-3 порядка, в зависимости от критериев сравнения).

Даже если считать, что импульс нейроподобен (например, пренебечь количеством колебаний, учитывая, что их амплитуда со временем уменьшается, или рассматривать колебания как отрицательные и положительные следовые потенциалы), то следует отметить отсутствие доказательных подтверждений связи «нейроподобности» с успешностью лечения.

Тоже можно сказать о гипотезе – информационный сигнал. Нет работ, которые бы указывали, чем информационный сигнал отличается от не информационного. Однако, многие опытные врачи, проверяя воздействие аппарата на себе, «ощущают» его настройку. Это свидетельствует в пользу указанной гипотезы. Аппараты СКЭНАР по указанной причине имеют специальную настройку и существуют понятия – «настроен», «не настроен».

В [4,5,6] эффективность СКЭНАР-терапии объясняется следующими основными причинами:

- **высокоамплитудное** (мощное) и в тоже время **неповреждающее** (короткое) воздействие;
- **существенная переменность** сигнала, благодаря наличию биологической обратной связи (БОС), каждый последующий импульс отличается от предыдущего;
- **методические особенности**, свойственные СКЭНАР-терапии: перемещение аппарата при воздействии, активизация множества мест, выбор специальных зон и т. п.

Обратим внимание, что две последние особенности определили термин ДЭНС [8]: реакция аппарата на динамику изменения характера нагрузки в виде управления параметрами выходных импульсов стимуляции и возможность перемещения встроенных в аппараты электродов для воздействия на рефлексогенные поля большой площади.

Согласно [5,6] (см. также требование к сигналу для построения ФПС в [3]) из-за непрерывного изменения сигнала (существенная переменность) практически отсутствует адаптация организма к СКЭНАР-воздействию. Сам эффект связывался с биологической обратной связью – термин, который в [7] считается некорректным (об этом ниже).

Влияние адаптации организма к воздействию на эффективность лечения базировалось, в основном, на нескольких, взятых из литературных источников, данных. Известно, например, что из-за процесса привыкания высокочастотные (50–100 Гц)

нейростимуляторы уступили место низкочастотным (1–4 Гц) [10]. Само привыкание объясняется построением нервной системой модели внешнего стимула (нервная модель стимула) [11]. Кроме того, практическое применение аппаратов СКЭНАР часто приводит к усилению ощущения силы воздействия в процессе процедуры. Это трактовалось как процесс облегчения (процесс противоположный привыканию).

Дальнейший анализ показал, что увеличение силы воздействия в процессе процедуры существенно определяется техническими причинами. СКЭНАР – генератор тока, т. е. источник энергии (источник импульсов), амплитуда тока на выходе которого практически не зависит от нагрузки (рис. 1). Эквивалентом нагрузки (участка кожной поверхности, на которую оказывают воздействие) является параллельное соединение емкости и резистора. Емкость при этом соединена последовательно с другим резистором. В процессе процедуры емкость, как правило, возрастает, а параллельное сопротивление резистора чаще уменьшается. Оба эти фактора приводят к увеличению длительности (расширению) всех фаз импульса. Так как амплитуда не изменяется, энергия при расширении импульса увеличивается, что и приводит к усилению воздействия в процессе процедуры.

Несколько слов о БОС. Этот термин появился в связи с отчетливо выраженным влиянием взаимодействия электрод – кожа на изменение формы сигнала (что и определяет его вариабельность). Это видно из рисунков 1(А,В,С). При аналогичном воздействии на неживой объект изменение импульсов отсутствует.

Понятно, что СКЭНАР не относится к системам с БОС (Biofeedback), которые ориентированы на быстрое информирование человека о состоянии его физиологических функций с целью их сознательной регуляции.

Исследования показывают, что вариабельность сигнала определяется двумя процессами: образованием емкости двойного слоя и эффектом действия импульсов тока.

Соприкосновение электрода аппарата с кожей образует последовательное соединение проводников первого и второго рода. Металл находится в контакте со сложным комплексом водных растворов, включающих целый ряд как неорганических, так и органических электролитов. Возникающая при этом разность потенциалов (двойной электрический слой) на границе металл-раствор, называется электродным потенциалом. Его эквивалентная схема – параллельное соединение емкости (емкости двойного слоя) и сопротивления [12]. Далее между электродом и раствором возникают электрохимические реакции, связанные с местным метаболизмом. Это определяет последующую динамику (изменение) электродного потенциала и, соответственно, емкости двойного слоя (в [8] увеличение емкости связывается с перспирацией).

Рассмотрим далее указанные процессы в отношении к аппаратам СКЭНАР. Технические решения, применяемые в аппарате, таковы, что начальное формирование (установление) двойного электрического слоя (рис.2) определяет быструю фазу управления параметрами воздействующего сигнала (примерно 0.5–1 сек.).

При включении аппарата, на описанную выше картину накладываются эффекты действия импульсов тока. Они, зачастую (но не всегда), приводят к уменьшению (укорочению) колебательного процесса, присущего воздействующему сигналу.

Подводя итоги обсуждения гипотезы **«существенная вариабельность сигнала»** (уменьшение процесса привыкания, снижение процессов адаптации нервных элементов к электрическим стимулам [8]), следует отметить, что и она не имеет прямого доказательного экспериментального подтверждения.

Фактом является ее наличие и высокая эффективность лечения [13].

То же, хотя и в меньшей степени, относится к гипотезе **«методические особенности»** (перемещение аппарата при воздействии, активизация множества мест, выбор специальных зон и т. п.). Действительно, большинство клинических результатов получено при применении именно такой методологии. Однако существуют методики успешного лечения, при которых воздействие осуществляется стационарно. Обратим внимание, что при этом вариабельность сигнала присутствует лишь в начале воздействия.

Обсуждение гипотезы высокоамплитудное не повреждающее воздействие начнем со второго тезиса. Понятие «не повреждающее воздействие» взято из монографии [9], согласно которой таковым является двуполярный прямоугольный импульс с длительностью каждой фазы не более 100 мкс. Это в какой-то степени соответствует сигналу на выходе аппарата (рис. 1).

В работе [8] отмечен еще один аспект, который можно отнести к «не повреждаемости» – электробезопасность воздействия. Согласно [8] встроенный электрод исключает неконтролируемое растекание тока по тканям во время сеанса лечения и, соответственно, исключает «пространственную передозировку», благодаря локальной электростимуляции.

Вновь следует заметить отсутствие исследований подтверждающих, что, при длительности импульса (всех фаз воздействующего сигнала) меньше 200 мкс, терапия будет эффективней, чем при длительности всех фаз воздействующего сигнала больше 200 мкс. То же относится и к электробезопасности воздействия. В настоящее время проведены предварительные исследования и разработано ряд эффективных методик лечения разобщенными электродами (т.е. присутствует растекание тока).

В [14] отмечено, что сопротивление подкожной ткани переменному току (и, конечно, постоянному) для электродов небольшой площади значительно меньше, чем на границе электрод – кожа. Это подтверждает следующее исследование. Два разнесенных электрода площадью порядка 1.5 кв. см. каждый последовательно прикладывались:

1. Правая рука: ладонь – тыльная сторона ладони.
2. Левая рука: ладонь – тыльная сторона ладони.
3. Правая рука – ладонь, левая рука – тыльная сторона ладони.
4. Левая рука – ладонь, правая рука – тыльная сторона ладони.

Обратим внимание, что расстояние между электродами (путь прохождения тока) в первом и втором случаях составляет примерно два – три сантиметра, а в третьем и четвертом примерно полтора метра.

Результаты исследования показали: влияние расстояния практически отсутствует (иногда наблюдается незначительное влияние при повышенном потоотделении).

Это подтверждает, что большая часть энергии воздействия сосредоточена на границах электрод – кожа. Является ли опасным незначительное (по величине энергии) растекание тока требует специальных исследований.

Рассмотрим далее гипотезу, связывающую эффективность СКЭНАР-терапии с **высокоамплитудным** воздействием. Плотность тока при СКЭНАР-терапии превышает таковую, например, при синусоидальных модулированных токах в 150–500 раз (зависит от индивидуальной чувствительности пациентов). Амплитуда напряжения в момент прикосновения – 100–500 вольт. В режиме терапии (комфортное воздействие), в зависимости от места воздействия и индивидуальной чувствительности пациентов, величина напряжения 30–200 вольт. Возникает естественный вопрос: существуют ли прямые или косвенные подтверждения влияния такого воздействия на эффективность терапии?

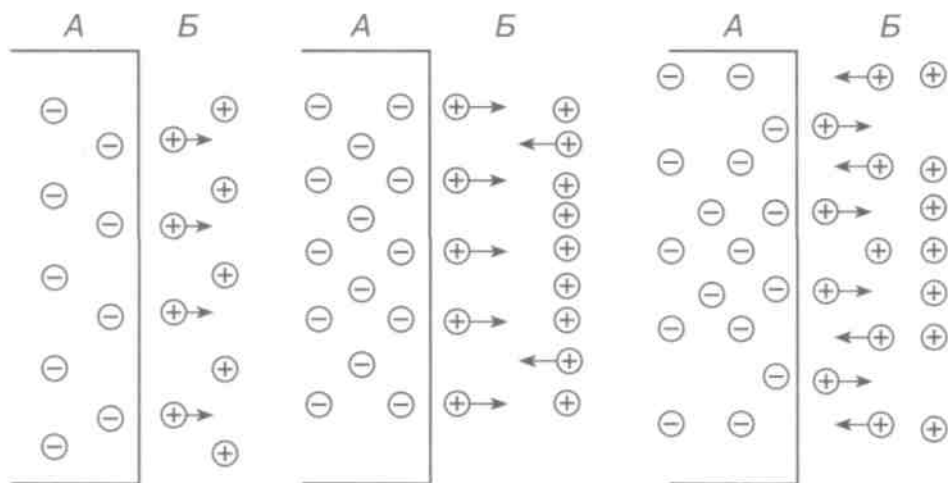


Рис. 2. Этапы образования двойного электрического слоя на электроде

На высокоамплитудном воздействии основана концепция **функционального континуума регуляторных пептидов** [6,15]. Эта концепция имеет подтверждение в исследованиях по опиоидным пептидам [16–19,] и провоспалительным цитокинам [ИЛ-1 β и TNF- α] (работа Л.В Боровковой с соавторами в настоящем выпуске). Косвенным подтверждением влияния высокоамплитудного воздействия является и высокий (по наблюдениям практиков значительно больший, чем при других методах) противоболевой эффект СКЭНАР-терапии. Следует, однако, иметь в виду, что активация опиоидэргической системы происходит и при других методах рефлекс- и электротерапии [20,21].

Одним из специфических эффектов, существующих при СКЭНАР-терапии является звук при перемещении аппарата по коже [22]. В [8] этот эффект рассматривается как виброакустическое воздействие, поскольку звучание зачастую сопровождается вибрацией, ощущаемой пациентом.

Однако, цитируемые авторы не задались вопросом: что является источником звука, по какой причине он появляется, как и почему прекращается.

Источником звука является кожа (звучит зачастую и катушка трансформатора в аппарате). Это **новое, ранее не описанное явление**, не наблюдаемое в других электростимуляторах и аппаратах для электротерапии

Проанализировано несколько гипотез звучания кожи. В [23] этот эффект связывается с пробоем рогового слоя эпидермиса (возможно точнее — рогового и блестящего слоев, хотя блестящий слой как отдельный под электронным микроскопом не выделяется [24]). Пробой вызывает колебания и, соответственно, звук. Аргументы в подтверждении этой гипотезы: максимальное звучание в момент установки аппарата (после пробоя амплитуда напряжения уменьшается, и звук затихает), большая громкость при перемещении (амплитуда напряжения сохраняется), гармоники звука повторяют в широком диапазоне гармоники воздействующих импульсов.

Согласно [23] пробой эпидермиса приводит к иным путям прохождения тока по сравнению с низковольтной стимуляцией, к активизации большего числа нервных волокон (рецепторных окончаний, клеток) и, соответственно, к большей эффективности терапии.

Другая гипотеза – обратный тактильный эффект (нервно-мышечная передача, рецепторно-кожная передача). Известно, что не существует строго специализированных (в смысле восприятия раздражения) нервных рецепторов кожи. Они являются лишь относительно специализированными структурами, т.е. все рецепторы содержат в той или иной степени тактильную чувствительность [24]. Непосредственное возбуждение нервных волокон при больших амплитудах напряжения приводит к обратному эффекту – вибрации кожи, соответственно, к ее звучанию. Аргументы в подтверждение гипотезы те же, что и выше, включая широкий диапазон частот звука. Последнее представляется логичным, если

учесть, что ушная мембрана колеблется в диапазоне до 20000 Гц.

Третья гипотеза связана с непосредственным влиянием высокого переменного электрического поля. Толщина рогового слоя у взрослых на большей части тела 13–15 микрон. Таков же порядок толщины блестящего слоя [24]. Соответственно, напряженность электрического поля в момент импульсного воздействия превышает 10^6 В/м, что приводит к притяжению (отталкиванию) ткани, а ее возврат осуществляется за счет собственной упругости. Непосредственное влияние высокого переменного электрического поля может притягивать (отталкивать) ионы межклеточной жидкости, которое передается эпидермису и приводит к вибрации и звучанию.

Итак, за счет высокоамплитудного воздействия возникает дополнительный или существенно усиленный (по сравнению с другими электростимуляторами) эффект вибрации. При этом происходит «высокочастотный массаж» подлежащих тканей (высокочастотный в пределах частоты воздействия импульсов и ее гармоник). Воздействие на интерстициальную (межклеточную) жидкость, возможно и на цитоплазму (внутриклеточную жидкость) стимулирует транспорт жидкости и ее компонентов (продуктов клеточного обмена, нейротрансмиттеров, нейромодуляторов и т.д.). Происходит ускорение рассасывания отеков (подтверждено практикой терапии), устранение застойных явлений, существенное улучшение трофики тканей, лимфодренажа, восстановление эластичности отдельных волокон и слоев. Перечисленное, учитывая решающую роль интерстициальных структур в накоплении, снабжении и транспорте питательной среды и продуктов метаболизма, вызывает дополнительные эффекты, определяющие общую эффективность СКЭНАР-терапии.

Заключение

1. Рассмотрены гипотезы, объясняющие эффективность СКЭНАР-терапии (нейроподобный импульс, информационный сигнал, переменный (динамический) сигнал). Показано, что в настоящее время большинство известных гипотез не имеют доказательного подтверждения и требует дополнительных исследований для их принятия или опровержения.
2. Рассмотрены физические эффекты, сопровождающие СКЭНАР-терапию: формирование (установление) двойного электрического слоя, влияющее на динамические свойства сигнала и увеличение силы воздействия в процессе процедуры; концентрация энергии сигнала на границах электрод – кожа, существенно определяющее электробезопасность воздействия.
3. Описан новый, ранее неизвестный эффект звучания кожи при импульсном высоковольтном воздействии, являющийся специфичным для СКЭНАР-терапии, отличающий ее от других методов электротерапии.
4. Определена связь звучания кожи с высокоамплитудным воздействием, характерным для СКЭНАР-терапии.
5. Рассмотрены возможные механизмы вибрации и звучания кожи и связанные с этим физиологические эффекты.
6. Эффективность СКЭНАР-терапии наиболее вероятно связана с высокоамплитудным (высоковольтным) воздействием в процессе ее реализации. В этом смысле СКЭНАР-терапия это Высоковольтная Импульсная Электротерапия – ВВИЭТ.
7. Необходимы дальнейшие исследования для проверки гипотез эффективности СКЭНАР-терапии.

Автор выражает благодарность Унакафому М.А., Старовойтову Ю.Ю. и Старовойтову В.Ю. за полезные обсуждения.

Литература

1. Карасев А.А., Киберев А.А., Ревенко А.Н. Прибор «СКЭНАР» для адаптационно-рецепторной терапии. // Медицинские информационные системы. Межведомственный тематический научный сборник. Выпуск 2 (IX), Таганрог 1990, с. 149-151.
2. Горфинкель Ю.В., Дубашев С.Л., Карасев А.А., Пак Л.Н. Применение прибора «СКЭНАР» в диагностике и лечении. // Медицинские информационные системы. Межведомственный тематический научный сборник. Выпуск 2 (IX), Таганрог 1990, с. 149-151.
3. Ревенко А.Н. Адаптационно — адаптивная регуляция (СКЭНАР). Теоретическое и практическое обоснование // СКЭНАР - терапия и СКЭНАР — экспертиза. Сборник статей. Выпуск 1.- 1995 г. - С. 16-27.
4. Гринберг Я.З. СКЭНАР — терапия: эффективность с позиции методов электролечения //СКЭНАР - терапия и СКЭНАР — экспертиза. Сборник статей. Выпуск 2.- 1996г. — С. 18-33.
5. Гринберг Я.З. К вопросу обоснования эффективности СКЭНАР - терапии. //СКЭНАР - терапия и СКЭНАР - экспертиза. Сборник статей. Выпуск 3.-1997 г. — С. 16-22.
6. Гринберг Я.З. Эффективность СКЭНАР — терапии. Физиологические аспекты //СКЭНАР - терапия и СКЭНАР — экспертиза. Сборник статей. Выпуск 4.- 1998г. — С. 8- 19.
7. Мейзеров Е.Е. Некоторые итоги и тенденции развития электрорефлексотерапии. //Итоги и перспективы развития традиционной медицины в России: сб. материалов Научной юбилейной конференции, посвященной 25-летию со дня открытия в Москве ЦНИИР (Москва, 1-2марта 2002г.), - М., Федеральный научный клинико-экспериментальный центр традиционных методов диагностики и лечения МЗ РФ, 2002. - С. 89-97
8. Мейзеров Е. Е. Динамическая электронейростимуляция в физио — и рефлексотерапии //Рефлексотерапия. -2003. -№4(7).-С. 20-24.
9. Бреже М. Электрическая активность нервной системы. М., Мир, 1979. -264 с.
10. TENS. An Introduction To Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. U.S.DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, USA, Maryland, August 1986.
11. Соколов Е.Н. Нервная модель стимула в рефлекторной дуге //ЖВНД, - 1994, т. 28, - С.227-238.
12. Методы клинической нейрофизиологии. Под ред. В. Б. Гречина.— Л, Наука, 1977,- 356с.
13. Гринберг Я.З. , Ревенко А.Н. СКЭНАР — терапия. Основы, результаты // Традиционные методы лечения — основные направления и перспективы развития. М., - 1998.- С 223-224.
14. Гринберг Я.З. Взаимодействие электрод — кожа в задачах терапии и диагностики //1-й Российский конгресс «Реабилитационная помощь населению в Российской Федерации». Сборник научных трудов. М., 2003. — С. 60-61.
15. Гринберг Я.З. Чрескожная электростимуляция: подход с позиции функционального континуумарегуляторных пептидов //Рефлексотерапия. -2002. -№1(1). -С. 29-32.
16. Маклецова М.Г., Мирзоян А., Гринберг Я.З. и др. Влияние интрацистернального введения налоксона на уровень аберраций хромосом при ожоговом стрессе с последующей СКЭНАР — терапией //III съезд биохимического общества. Тезисы научных докладов. Санкт — Петербург, 2002. — С. 90-91.
17. Покудина И.О., Маклецова М.Г., Гринберг Я.З. Влияние СКЭНАР обработки на генотоксичность плазмы крови животных после ожоговой травмы //СКЭНАР - терапия и СКЭНАР — экспертиза. Сборник статей. Выпуск 8.- 2002 г.- С. 24-25.
18. Кукушкин М.Л., Мейзеров Е.Е., Графова В.И и др. Особенности развития анальгетического эффекта при чр-скожной динамической электронейростимуляции //Бюль. Эксперим. Биол. - 2003. - №3 - С. 265-268.
19. Мейзеров Е.Е., Кукушкин М.Л., Графова В.Н и др. Динамическая электронейростимуляция при соматогенной и неврогенной боли. //Боль. - 2004.- №1 (2).

— С.30-33.

20. Рычкова СВ., Александрова В.А. Транскраниальная электростимуляция (механизм воздействия, анальгетический и сопряженные эффекты) //Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. — 1994. - № 6. — С.23-27.
21. Василенко А.М. Акупунктура и рефлексотерапия: эволюция методологии и теории. - Таганрог: издательство ТРТУ, 1998, -110 с.
22. Ревенко А.Н. Место СКЭНАР — терапии как технологии в современной медицине //СКЭНАР - терапия и СКЭНАР — экспертиза Сборник статей. Выпуск 4.- 1998г. — С. 19-30.
23. Гринберг. Я.З. Об одном эффекте СКЭНАР—воздействия. Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы научно— технической конференции Медицинские информационные системы - МИС-2004». - Таганрог: изд-во ТРТУ, 2004, «№ 6(41), -С. 100-105.
24. Кожа (строение, функция, общая патология и терапия). Под ред. А.М. Чернуха, Е.П. Фролова.- М., Медицина, 1982,-336с.