

**Опубликовано в:** СКЭНАР-терапия, СКЭНАР-экспертиза: Сборник статей. Вып. 5. – Таганрог: издательство ТРТУ, 1999. – С. 7 – 14.

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

**Название статьи:** Концепция электротерапии

**Ключевые слова:** пептидный континуум, концепция электролечения, TENS противоречия электротерапии

**Аннотация:** В статье говорится, что принятые концепции электротерапии не дают общего подхода для сравнения методов и методик между собой, а также не решают проблемы дозирования. Для решения этой проблемы сформулирована концепция электротерапии, ведущим звеном которой является роль регуляторных пептидов. Автор делает вывод, что электровоздействие должно обеспечивать в организме необходимое накопление пептидов с полифункциональным спектром действия, минимизировав при этом повреждающие действия самого стимула, а это достигается путем воздействия на организм импульсами тока высокой плотности и устранением процесса привыкания. Реализация такого подхода исключает необходимость в разнообразии методов и методик электротерапии, объясняет имеющиеся теоретические и практические противоречия, позволяет продвинуть решение проблемы «доза-эффект», открывает возможности существенного повышения эффективности электротерапии и расширения спектра показаний к применению. Именно в указанном направлении ведется разработка приборов серии СКЭНАР.

## КОНЦЕПЦИЯ ЭЛЕКТРОТЕРАПИИ

Проблема электротерапии представляется во многом решённой. Достаточно обратиться к монографиям [1, 2], учебнику [3], каталогам ведущих фирм [4], обзору [5].

Основой терапевтического, обезболивающего и других эффектов при электролечении является нервно-рефлекторный механизм с участием нейрогуморального звена, опосредованный местными, сегментарными и генерализованными реакциями [1, 2]. Различные теории купирования боли (воротного контроля, эндогенные, опиатные и другие [5]) фактически являются интерпретациями вышеуказанного механизма действия.

Описанный подход позволяет использовать практически любое (ограниченное лишь рамками обычно эмпирически определяемых допустимых доз), электрическое воздействие для лечения.

Их многообразие оправдывается концепцией специфичности воздействия физических факторов на организм.

Считается, что зависимость реакций организма от специфических черт физических факторов позволяет дифференцированно использовать их для целенаправленного управления физиологическими функциями или для их нормализации в случае нарушений при патологических процессах.

Соответственно, рекомендовано к применению большое количество методов (и аппаратных средств), а для выбранного метода предлагаются многообразные формы воздействия при конкретных нозологиях. Например, в аппаратах для электротерапии [4] предлагается до 18 разновидностей воздействующих токов. Аналогично оправдывается многообразие чрескожных стимуляторов [5].

В то же время тенденции развития электролечения, а также рекомендации по повышению его эффективности, в значительной степени не соответствуют описанному многообразию. Например, рекомендуется *импульсное* воздействие.

Это обосновывается лабильностью нервных клеток, необходимостью концентрации энергии в импульсе, обеспечением неповреждающего воздействия [2, 6]. Не соответствуют приведённым требованиям ни гальванический ток, ни токи Бернара, ни интерференционные токи, ни токи амплипульстерапии.

Развитие методов электролечения демонстрирует тенденцию достижения всё большего терапевтического эффекта при наименьшем воздействии, с увеличением «информационного» и уменьшением «энергетического» компонентов воздействия (принцип «малых доз»). Перечисленные выше токи (гальванический и др.) не соответствуют и этому.

В то же время, низкоэнергетические методы рефлексотерапии (не обязательно электрические) позволяют получить хорошие результаты для многих заболеваний [7] при близких механизмах реализации лечебного эффекта [7, 8, 9].

По сути, принятые концепции электротерапии не дают общего подхода для сравнения методов и методик между собой, не решают проблемы дозирования, ориентируя на эмпирический подход и имеют достаточно условный характер [5].

Основная задача настоящей работы - устранить противоречия между теорией и практикой, объяснить их причины, предложить подход, позволяющий проводить сравнение методов между собой, продвинуть решение проблемы «доза-эффект». При этом мы остаемся в рамках нервно-рефлекторного механизма действия физических факторов с участием нейрогуморального звена.

С учётом современных концепций будем рассматривать как единую нейроэндокринную (нейроиммунноэндокринную) систему и учитывать, что нейросекреторные клетки рассеяны по различным отделам мозга, локализованы как в ЦНС, так и в периферийной НС. Соответственно, один стимул способен размножиться на десятки эндокринных сигналов, имеющих мишени практически в любой части организма.

Физическое воздействие, (в рассматриваемом случае электровоздействие), есть всегда нарушение гомеостаза, возможно локальное. Среди нейроэндокринных механизмов регуляции существует своя иерархия, тесно связанная со скоростью развития и гашения гормональных сигналов, а также с молекулярными механизмами их действия (рис.1) [10].

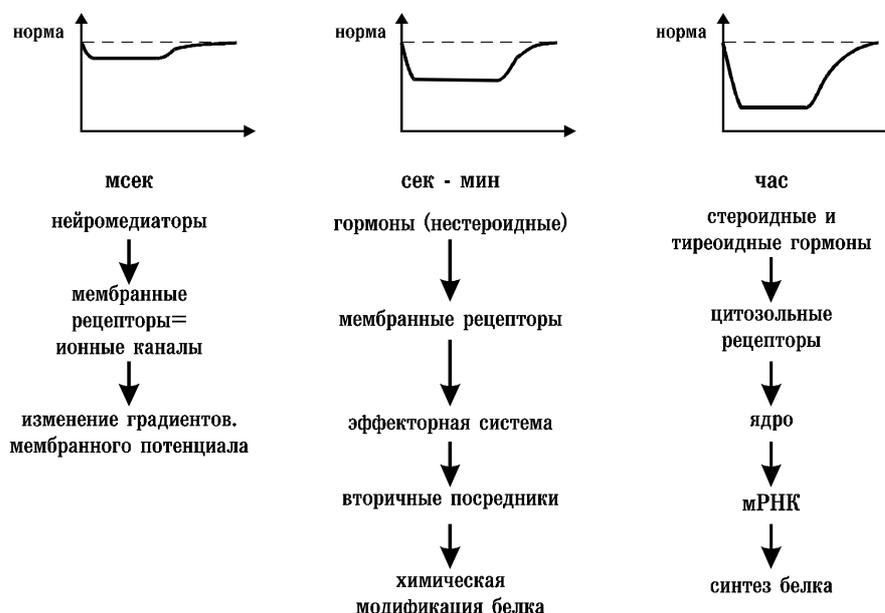


Рис.1

При отклонении от нормы того или иного процесса жизнедеятельности, первой включается нервная система регуляции, выделяются нейромедиаторы, которые, изменяя активность ионных каналов, вызывают гипер- или деполяризацию мембран. Эта регуляция клеточной активности происходит за счёт физических процессов, развивается и гасится за доли секунд.

Если она не в состоянии вернуть тот или иной фактор гомеостаза к норме, подключаются пептидные гормоны (нестероидные), действующие через мембранные рецепторы и системы вторичных посредников, стимулирующих химическую модификацию белков. Эта регуляция, происходящая за счёт химических процессов, развивается и гасится за минуты или десятки минут.

Если же отклонение того или иного процесса от нормы достигает опасных для организма величин, то подключаются стероидные и тиреоидные гормоны, которые, благодаря особенности своих рецепторов, влияют на экспрессию генов. Эта реакция реализуется спустя 3-6 часов и гасится спустя 6-12 часов после отклонения процесса от нормы.

Промежуточное положение занимают факторы роста, рецепторы которых способны проникать в ядро и приводить к пролиферации клеток.

Изучив возможные реакции организма (в принципе, измеряемые) на воздействие физического фактора, уместно поставить вопрос, а какую реакцию целесообразно вызвать для достижения терапевтического эффекта?

В основу предлагаемого подхода положено учение о регуляторном континууме [11, 9], согласно которому нейропептиды (регуляторные пептиды) совместно с другими гуморальными регуляторами обеспечивают любые совместимые биологические активности.

Пептидный континуум (среднемолекулярный фон) определяет физиологическое состояние при действии сильного стрессора в процессах шока, при нейрогуморальной регуляции сердечно-сосудистой, дыхательной систем, репродуктивной функции, желудочно-кишечного тракта [12-20]. Воспалительные процессы любого генеза, взаимоотношение опухоли и организма проходят при измененных состояниях пептидного континуума [21, 22].

Одновременно с разворачиванием пептидергического звена патогенеза формируется механизм саногенеза: накопление пептидов с полифункциональным спектром действия, повышение уровня жизнедеятельности. Максимальную актуальность этот механизм приобретает в тот период, когда «защита» (особенно при шоке) заходит слишком далеко (чрезмерное накопление или накопление «необычных» пептидов - резкое угнетение вегетативной деятельности, терминальный коллапс). Из сказанного следует, что **электролечение** (дополнительный физический фактор) **наиболее эффективно при изменении среднемолекулярного фона (пептидного континуума)**. Воздействие в своей основе должно обеспечить нарушение гомеостаза, соответствующее реакции 1б, хотя и другие локальные реакции, по-видимому, не исключены.

Приведённое позволяет провести сравнение методов.

Высокоэнергетические методы (прежде всего, непрерывные или близкие к ним), за счёт особенностей (специфичности) своего физического воздействия вызывают некоторый воспалительный процесс. Если уровень нарушения гомеостаза соответствует рис.1, возникает некоторое изменение среднемолекулярного фона, ориентированное, прежде всего, на купирование появившегося воспалительного процесса. Через кровь, межклеточную жидкость происходят соответствующие изменения на уровне организма. Если состав фона средних молекул и их концентрация достаточны для борьбы с патологией (для помощи организму в борьбе с патологией), электротерапия приводит к положительному результату.

В рамках описанной модели обратим внимание на 2 особенности.

1. Образовавшийся среднемолекулярный фон может быть достаточно специфичным, поскольку ориентирован, прежде всего, на купирование процесса, вызванного данным электрическим воздействием.

2. Изменение фона средних молекул в некотором смысле «порочно», т.к. вызвано повреждением - нарушением гомеостаза, не зависящим (или частично зависящим) от изменения концентрации средних молекул.

Ещё раз уточним последний пункт. Изменение концентрации средних молекул также является нарушением гомеостаза. Но в высокоэнергетических методах оно лишь следствие, так же, как и при любом патологическом процессе.

Соответственно, высокоэнергетические методы электролечения направлены как на

борьбу с патологическим процессом, так и на борьбу с собой, что во многом определяет их недостаточно высокую эффективность, специфичность и большое число противопоказаний.

Сформулируем теперь более точно концепцию электролечения: ***воздействие должно обеспечить требуемое повышение (накопление) пептидов с полифункциональным, стресс-лимитирующим спектром при минимизации повреждающего действия электрического сигнала.***

Неповреждающее воздействие, согласно электрофизиологическим исследованиям [23, 6], обеспечивается двуполярным импульсным сигналом, каждая фаза которого не превышает 100 мкс. Это во многом соответствует приборам короткоимпульсной анальгезии (ЧЭНС, TENS), параметры которых имеют близкие значения. Казалось бы, они должны оптимально решать поставленную задачу.

Однако, на практике этого не происходит. Причина относительно низкой терапевтической эффективности таких приборов – привыкание организма к воздействию. Этот факт, известный в электролечении [23, 24], становится здесь определяющим. Именно поэтому высокочастотные низкоинтенсивные TENS'ы уступили место низкочастотным высокоинтенсивным [5]. (Любопытно, что частота следования импульсов в низкочастотных TENS (1-4 Гц) соответствует порогу непривыкания, полученному в академическом эксперименте [25, 24]. Но! Проблема низкочастотных TENS состоит, по-видимому, именно в низкой частоте воздействия).

Поясним это на примере. Пусть удалось устранить привыкание на сигнал высокочастотного TENS и сделать его достаточно интенсивным (не менее, чем низкочастотный). На частоте 100 Гц при прочих равных условиях фон средних молекул возрастет в 20 раз больше, чем на частоте 5 Гц. Пусть для высокочастотного TENS (при отсутствии привыкания) необходимо воздействовать на 60 зон по 10 сек в каждой (10 минут). Тогда низкочастотным TENS придется работать 3 часа 20 минут.

Не случайно низкочастотный TENS конструируется для воздействия на точки акупунктуры (места повышенного содержания биоактивных элементов).

Не случайно используют Бурст-TENS (низкочастотный TENS, воздействующий пачками из 7 импульсов с внутренней частотой 100 Гц), что фактически позволяет повысить частоту воздействия и при этом устранить (уменьшить) привыкание.

На основании изложенного объясним имеющиеся противоречия электротерапии.

1. Высокоэнергетические методы электровоздействия сохранили свою актуальность, поскольку низкоэнергетические (короткоимпульсные) не всегда в состоянии обеспечить необходимое изменение среднемолекулярного фона.

2. Высокочастотные (50-100 Гц) TENS не дают должного терапевтического эффекта из-за наличия процесса привыкания, а низкочастотные (1-4 Гц) - именно из-за низкой частоты воздействия, не позволяющей в достаточной мере изменить среднемолекулярный фон (т.е. не позволяющей накопить достаточное количество нейропептидов с полифункциональным спектром действия).

3. Специфичность воздействия высокоэнергетических методов, их повреждающий характер, наличие привыкания (независимо от энергии воздействия), недостаточная активация нервных структур у низкоэнергетических методов, зависимость эффективности электролечения как от функционального состояния организма, так и от методических приёмов, сложность сравнения эффективности методов электровоздействия породили широкий спектр приборов и методик их применения.

Предложенная концепция позволяет не только сравнить методы и объяснить имеющиеся противоречия, но и предъявить общие требования к техническому и методическому обеспечению.

Технически: необходимо создать (пользуясь терминологией [5]), высокочастотный высокоинтенсивный TENS. «Высокочастотный» применяется здесь в обычном смысле - диапазон частот составляет 50-100 Гц и ограничивается параметрами лабильности нервных структур.

«Высокоинтенсивный» трактуется как способный выработать (помочь выработать) эффективную дозу средних молекул. Это определяется не только (и не столько) амплитудой тока (лучше сказать – плотностью тока), но и созданием «непривыкающего» сигнала. Высокоамплитудное и «непривыкающее» воздействие необходимо для активизации, в том числе, и тонких С-волокон. Они составляют большую часть нервной ткани, участвующей в выработке эффективной (достаточной) дозы средних молекул [24].

Методически: воздействие следует осуществлять на зоны повышенной иннервации, зоны проекции патологии (которые, как известно, аккумулируют большое число средних молекул) и ряд других зон, выявляемых в процессе воздействия [25]. Критериями завершения процедуры, в рамках этой концепции, является появление определённых реакций на процедуре, их отработка, изменение (динамика) состояния пациента .

Подведем итог изложенному.

**Электровоздействие должно обеспечить в организме необходимое накопление пептидов с полифункциональным спектром действия, минимизировав при этом повреждающие действия самого стимула.**

Эта задача решается путем воздействия на организм импульсами тока высокой плотности и устранением процесса привыкания. Реализация такого подхода **исключает необходимость в разнообразии методов и методик электротерапии, объясняет имеющиеся теоретические и практические противоречия, позволяет продвинуть решение проблемы доза-эффект, открывает возможности существенного повышения эффективности электротерапии и расширения спектра показаний к применению.**

Именно в указанном направлении ведется разработка приборов серии СКЭНАР производства ЗАО «ОКБ «РИТМ».

## Литература

1. Пономаренко Г.Н. Электротерапия и электролечение.- СПб.: Мир и семья-95, 1995. - 250с.
2. Улащик В.С. Очерки общей физиотерапии. - Минск: «Навука і Тэхніка», 1994. - 200с.
3. Боголюбов В.М., Пономаренко Г.Н. Общая физиотерапия. - М.; спб; слп.1996. - 480с.
4. Энраф-Нониус. Каталог электротерапевтического оборудования. RUS-5/97.
5. TENS. An Introduction To Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. U.S.DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES,USA, Maryland, August 1986.
6. Гринберг Я.З. СКЭНАР-терапия: эффективность с позиции методов электролечения // СКЭНАР-терапия, СКЭНАР-экспертиза. Сб. стат. - Таганрог. - 1996. - Вып. 2. - С.18-33.
7. Василенко А.М. Акупунктура и рефлексотерапия: эволюция методологии и теории. - Таганрог. - 1998. - 110 с.
8. Гринберг Я.З. Основы эффективности СКЭНАР-терапии и некоторые вопросы рефлексотерапии // Известия ТРТУ.
9. Гринберг Я.З. Эффективность СКЭНАР-терапии. Физиологические аспекты // СКЭНАР-терапия, СКЭНАР-экспертиза. Сб. стат. - Таганрог. - 1998. - Вып.4. - С.8-19.
10. Ткачук В.А. Физиология эндокринной системы. УФН. - 1994. - Т.25 -№2, - С.47-54.
11. Ашмарин И.П., Каменская М.А. Нейропептиды в синаптической передаче. // Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. Физиология человека и животных. - 1988. - Т.34. - С.1-184.
12. Волчегорский И.А. и др. Средние молекулы как эндогенные модуляторы стресса. - П.ФЭТ. - 1994. - №4. - С.23-26.
13. Тиняков Р.Л. и др. FMRFa и FMRFапсид подобные пептиды (FaRPs) в патогенезе шока // УФН. - 1998. - Т.29. - №3. - С.56-65.
14. Срапионян Р.М., Пароян З.Х., Саакян С.А. Новые биоактивные соединения мозгового слоя надпочечников // УФМ. - 1998. - Т.29. - №1. - С.3-10.
15. Осадчий О.Е., Покровский В.М. Пептидергические механизмы в парасимпатической регуляции ритма сердца // УФН. 1993. - Т.24. - №3. - С.71-85.

16. Мравян С.Р. Физиологические и молекулярные механизмы действия эндогенных опиоидных пептидов. // ПФ и ЭТ №3, 1993, С.58-60.
17. Беляков Н.А., Соловьева И.Е., Мешкова М.Е. Регуляторные пептиды в легком // УФН. - 1992. - Т.23. - № 2. - С.74-87.
18. Калюжный Л.В. Гетерогенность ноцицептивных и антиноцицептивных пептидных механизмов и их корреляция с генезом боли // УФН. - 1992. - Т.21. - №4. - С.68-84.
19. Логунов К.П. Патфизиология желудочных язв // ПФ и ЭТ. - 1997. - №4. - С.37-40.
20. Бабичев В.Н. Нейроэндокринная регуляция секреции гонадотропинов и профилактика и роль нейромедиаторов в ней // УФН. 1995. - Т.26. - №2. - С.44-59.
21. Малинский Д.Н. Проблемы хронического воспаления в современной патофизиологии // ПФ и ЭТ. - 1994. - №2. - С.51-55.
22. Терещенко И.П., Кашулина А.П. Состояние патофизиологических исследований в области онкологии // ПФ и ЭМ. - 1995. - №3. - С.10-15.
23. Сергеева С.С. Изменение импульсной активности нейрона Ретциуса пиявки при синаптической активации различной частоты // ЖВНД. -1990. - Т 40. - Вып.2. - С.393-395.
24. Гринберг Я.З. К вопросу обоснования эффективности СКЭНАР-терапии // СКЭНАР-терапия, СКЭНАР-экспертиза. Сб. стат. - Таганрог. - 1997. -Вып.3.- С.17-22.
25. Горфинкель Ю.В. Теоретические и практические основы повышения эффективности // СКЭНАР-терапия, СКЭНАР-экспертиза. Сб. стат. - Таганрог. - 1996. - Вып.2. - С.16-18.