

СРАВНЕНИЕ СКЭНАР С ДРУГИМИ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОТЕРАПИИ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ



Б.П. Кулижский,

ведущий специалист по клиническому наблюдению ЗАО «ОКБ «РИТМ»

М.А. Унакафов,

к.т.н., ЗАО «ОКБ «РИТМ»

Резюме

В статье проводится сравнение аппарата СКЭНАР с другими распространёнными методами электротерапии, а также с не вполне обычными для сравнения методами, такими как электростатический массаж NIVAMAT® (Deep Oscillation®), электропорация и дарсонвализация. Авторы анализируют технические и медицинские аспекты каждого метода, выделяя ключевые параметры, такие как форма сигнала, частотные характеристики, выходное напряжение и ток, переменность сигнала и наличие обратных связей.

Статья рассматривает уникальные особенности СКЭНАР, включая высокую вариативность его сигнала, широкий частотный диапазон, возможность генерации высокого напряжения и тока, а также наличие многоуровневых механизмов обратной связи, обеспечивающих адаптацию сигнала в реальном времени. Эти свойства делают СКЭНАР более физиологичным и эффективным методом электротерапии по сравнению с другими, особенно при лечении отеков, болей и нарушений микроциркуляции. Авторы также обсуждают возможности применения СКЭНАР в качестве эффективной альтернативы множеству других устройств электротерапии, что делает его универсальным инструментом в руках врача.

Ключевые слова: СКЭНАР, электроды, электротерапия, электростатический массаж, электропорация, нервно-мышечная стимуляция, TENS, ЧЭНС.

ВВЕДЕНИЕ

Электротерапия является одним из ключевых методов физиотерапии, используемых для лечения различных заболеваний и реабилитации пациентов. Среди множества таких методов особое место занимает СКЭНАР (СамоКонтролируемый Энерго-Нейро-Адаптивный Регулятор), который является результатом оригинальной идеи – автоматической адаптации параметров воздействия непосредственно в процессе электротерапии. Мы сопоставили СКЭНАР с другими распространёнными методами электротерапии, а также с электростатическим массажем NIVAMAT® (Deep Oscillation®), электропорацией и дарсонвализацией.

Сравнение СКЭНАР-терапии и методов электролечения с акцентом на показания и противопоказания было проведено Гринбергом Я.З. ещё в 1996 году [1], а обоснование эффективности СКЭНАР-терапии – в 1997 [2]. В настоящей работе основное внимание уделено техническим параметрам сравниваемых методов.

Методы электротерапии

Для сравнения были выбраны:

- **Чрескожная электронейростимуляция (TENS):** использует короткие импульсы для стимуляции нервных волокон.
- **Микроотоковая терапия (MT):** импульсные токи очень низкой силы (до 1 мА).
- **Диадинамические токи (ДДТ):** токи Бернара, которые представляют собой одно-полупериодные токи с амплитудной модуляцией.
- **Интерференц-терапия (ИФТ):** воздействие двумя разными синусоидальными токами низкой или средней частоты, биение которых создаёт низкочастотные интерференционные токи в тканях.
- **Нейромышечная электростимуляция (НМЭС):** стимуляция мышц с помощью импульсов, сходных с TENS, но более длительных, с меньшим напряжением и большей силой тока.
- **Амплипульс (СМТ):** синусоидальные средне-частотные токи с амплитудной модуляцией.

• **Импульсные токи высокого напряжения (HVPC):** короткие импульсы высокого напряжения.

• **HIVAMAT® (Deep Oscillation®):** метод, вызывающий осцилляции тканей с помощью переменного электрического поля, ошибочно называемого авторами электростатическим.

• **Электропорация (обратимая):** для увеличения проницаемости клеточных мембран и тканей используются электрические импульсы высокой амплитуды, что позволяет обеспечить чрескожный транспорт лекарственных веществ.

• **Дарсонвализация:** для воздействия на поверхностные ткани используются высокочастотные токи высокого напряжения.

Параметры сравнения

Для сравнения методов электротерапии были выбраны следующие параметры:

• **Форма сигнала:** форма электрических импульсов, используемых в каждом методе.

• **Частотные характеристики:** спектральный диапазон частот самого воздействующего сигнала и частота следования импульсов или несущей, которую использует каждый метод.

• **Выходное напряжение и ток:** электрические параметры сигнала, подаваемого на ткани.

• **Вариабельность формы сигнала:** возможность управления формой сигнала в тех или иных пределах.

• **Обратные связи:** наличие механизмов обратной связи, позволяющих автоматически изменять параметры воздействия, поскольку биологические ткани имеют изменяющиеся в широком диапазоне физические характеристики.

• **Тип электродов:** тип электродов, используемых для подачи сигнала на ткани.

Мы не проводили сопоставление площади электродов, поскольку в СКЭНАР-терапии она варьируется от долей мм² (точечный электрод) до десятков и сотен см², что с запасом перекрывает значения площадей электродов всех остальных методов.

Сравнение СКЭНАР с другими методами электротерапии

СКЭНАР представляет собой уникальный метод электротерапии, который значительно отличается от других благодаря следующим характеристикам:

• **Высокая вариативность сигнала:** СКЭНАР использует сложный биполярный двухфазный сигнал с колебательной составляющей, который динамически меняется в зависимости от состояния тканей. Это позволяет аппарату адаптироваться к конкретным условиям воздействия. Форма и па-

раметры воздействующих стимулов существенно меняются в зависимости как от места аппликации (Рис.1), так и в течение воздействия (Рис.2). Управление формой производят на четырёх уровнях:

- о параметрическое управление контуром ударного возбуждения,
- о управление путём подключения к индуктивному накопителю демпфирующих RC-цепей,
- о изменение параметров пачек стимулов (числа стимулов в пачке, расстояния между стимулами и частоты следования пачек),
- о управление моментом формирования очередного стимула в зависимости от реакции организма на предыдущий.

• **Широкий частотный диапазон:** Частота следования стимулов управляется от 0,6 до 500 Гц, а спектр единичного стимула может меняться в диапазоне от 500 Гц до 50 кГц, что охватывает как средние, так и высокие (для контактной электротерапии) частоты.

• **Высокие напряжение и ток:** СКЭНАР способен генерировать на коже напряжение до 350 В (сухие металлические электроды), а сила тока может достигать 140 мА (при использовании электропроводящих перчаток и самоклеящихся электродов большой площади).

• **Обратные связи:** СКЭНАР использует несколько обратных связей, которые в реальном времени позволяют аппарату адаптировать воздействие в зависимости от реакции тканей.

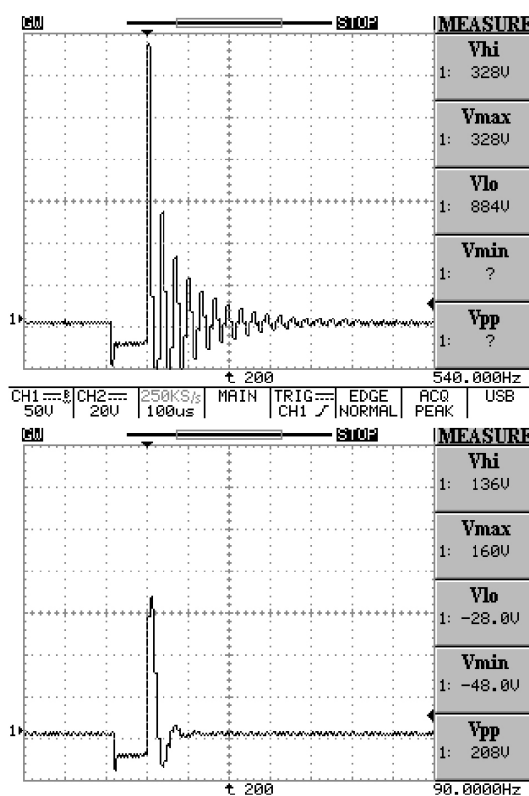


Рисунок 1. Форма сигнала СКЭНАР на разных участках кожных покровов

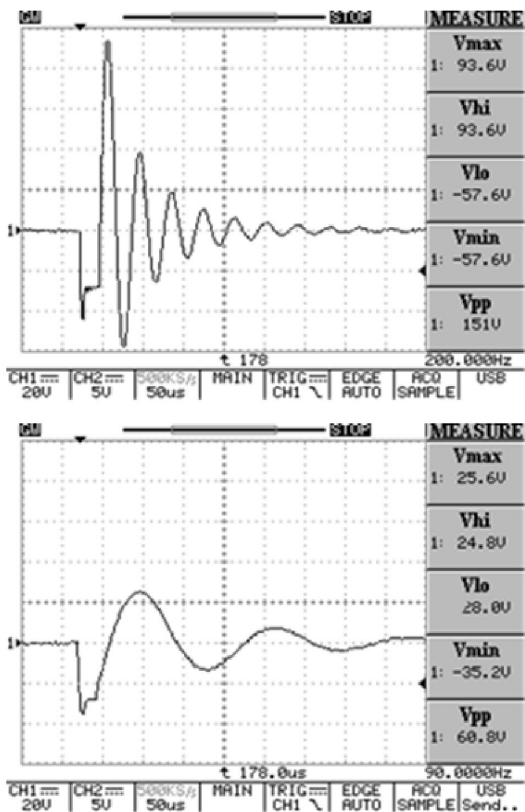


Рисунок 2. Изменение сигнала СКЭНАР в течение 30 секунд на одном месте

• Встроенные электроды аппарата СКЭНАР и большинство выносных – металлические, не требующие изменения контактной среды и воздействующие на сухую неподготовленную кожу. Также могут использоваться другие виды электродов, такие, как самоклеящиеся и электропроводящие перчатки.

СРАВНЕНИЕ С ДРУГИМИ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОТЕРАПИИ

TENS:

• **Форма сигнала:** TENS использует импульсы, состоящие из одной или двух фаз. Это прямоугольные, полупрямоугольные, изредка треугольные импульсы, форма которых не изменяется во время воздействия (Рис.3) [3, 4].

• **Частотные характеристики:**

- o частота следования импульсов 2-400 Гц,
- o длительность импульса Conventional TENS 20 мкс-100 мкс,
- o длительность импульса Low Rate TENS 100-600 мкс.

• **Напряжение:** 1-50 В.

• **Ток:** 5-50 мА.

• **Вариабельность сигнала:** низкая.

• **Обратные связи:** отсутствуют.

• **Тип электродов:** самоклеящиеся, влажные, токопроводящая резина.

• **Сравнение со СКЭНАР:** TENS использует импульсы простой, наперед заданной формы с низкой

вариабельностью и отсутствием обратных связей. Частотный диапазон TENS частично совпадает со СКЭНАР.

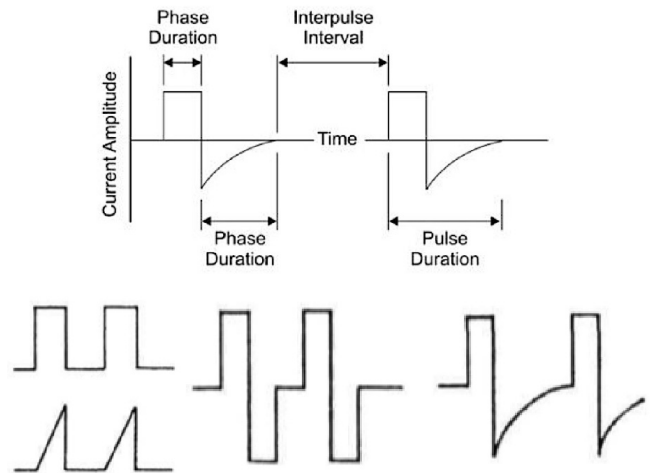


Рисунок 3. Форма сигнала TENS

Микротоковая терапия (МТ):

• **Форма сигнала:** прямоугольные и полупрямоугольные импульсы, двухфазные или однофазные полностью аналогичны TENS (Рис. 3) [5, 6, 7].

• **Частотные характеристики:**

- o частота следования стимулов 0,3-100,0 Гц,
- o длительность импульса 20 мкс-1 мс.

• **Напряжение:** 12-36 В.

• **Ток:** до 1 мА.

• **Вариабельность сигнала:** низкая.

• **Обратные связи:** отсутствуют.

• **Тип электродов:** металлические, самоклеящиеся, влажные, токопроводящая резина.

• **Сравнение со СКЭНАР:** МТ использует токи очень низкой интенсивности (до 1 мА), импульсы простые, аналогичные TENS, с низкой вариабельностью и отсутствием обратных связей. Частотный диапазон частично совпадает со СКЭНАР. Очень часто МТ в качестве основного использует металлический электрод, чем тоже похожа на СКЭНАР.

Диадинамические токи (ДДТ):

• **Форма сигнала:** однополупериодные токи с амплитудной модуляцией (токи Бернара), полученные выпрямлением синусоидального сигнала (Рис.4). Ток однополярный. Используется амплитудная модуляция [8, 9].

• **Частотные характеристики:**

- o частота несущей 50-100 Hz (период 10-20 мс),
- o амплитудная модуляция 0,2-4,0 Гц.

• **Напряжение:** 10-50 В.

• **Ток:** 10-80 мА.

• **Вариабельность сигнала:** низкая.

• **Обратные связи:** отсутствуют.

• **Тип электродов:** самоклеящиеся, влажные, токопроводящая резина.

• **Сравнение с СКЭНАР:** ДДТ использует однополупериодные токи с амплитудной модуляцией, что очень далеко от СКЭНАР.

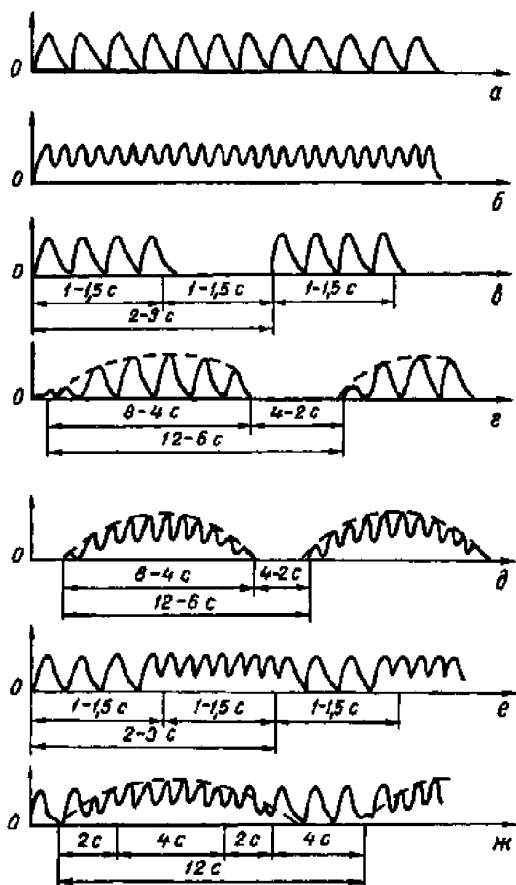


Рисунок 4. Форма сигнала диадинамических токов

Интерференц-терапия (ИФТ):

• **Форма сигнала:** Синусоидальный двухфазный, используют две пары электродов, через них подаются две частоты, которые при одновременном воздействии на ткани создают результирующий интерференционный ток (Рис.5) [10, 11, 12].

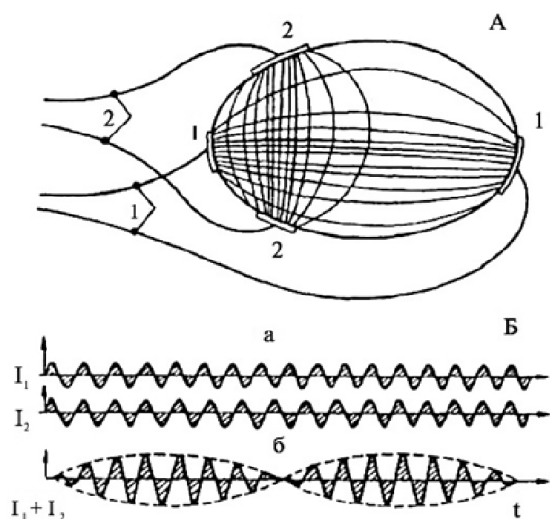


Рисунок 5. Интерференц-терапия

• **Частотные характеристики:**

- о частоты несущих 3-5 кГц (с разницей в пределах до ± 200 Гц),
- о частота результирующих интерференционных колебаний 4080-4000 = 80 биений в секунду.

• **Напряжение:** 12-20 В.

• **Ток:** 0-50 мА.

• **Вариабельность сигнала:** низкая.

• **Обратные связи:** отсутствуют.

• **Тип электродов:** самоклеящиеся, влажные, токопроводящая резина.

• **Сравнение со СКЭНАР:** ИФТ создаёт интерференционные токи, не имеет обратных связей и не адаптируется к изменяющимся условиям.

Нейромышечная электростимуляция (НМЭС):

• **Форма сигнала:** прямоугольные и полупрямоугольные импульсы, двухфазные или однофазные, полностью аналогичны TENS (Рис.3) [13].

• **Частотные характеристики:**

- о частота следования импульсов 10-100 Гц,
- о длительность импульса 300-400 мкс.

• **Напряжение:** 2-5 В.

• **Ток:** 10-120 мА.

• **Вариабельность сигнала:** низкая.

• **Обратные связи:** отсутствуют.

• **Тип электродов:** самоклеящиеся, влажные, токопроводящая резина.

• **Сравнение со СКЭНАР:** НМЭС похожа на TENS, также не имеет обратных связей и использует меньшее напряжение. Частотный диапазон похож на используемый в СКЭНАР.

Синусоидально-модулированный ток (СМТ, Амплипульс, Русская стимуляция):

• **Форма сигнала:** среднечастотные двухфазный синусоидальный ток с амплитудной модуляцией (Рис.6) [14, 15].

• **Частотные характеристики:** частота несущей 2-5 кГц.

• **Напряжение:** 3-24 В.

• **Ток:** 5-50 мА.

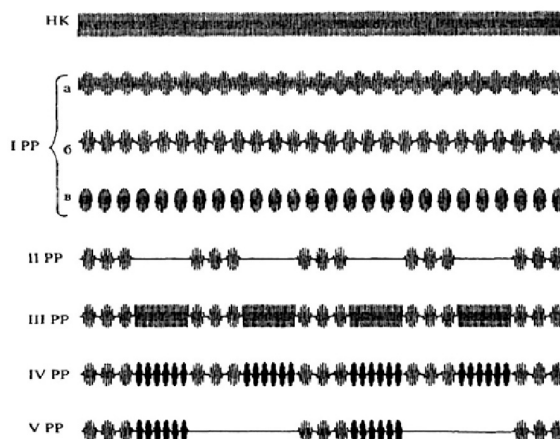


Рисунок 6. Синусоидально-модулированный ток

- **Вариабельность сигнала:** незначительная.
- **Обратные связи:** отсутствуют.
- **Тип электродов:** самоклеящиеся, влажные, токопроводящая резина.
- **Сравнение со СКЭНАР:** СМТ использует среднечастотные токи с амплитудной модуляцией, не похожие на СКЭНАР

Импульсные токи высокого напряжения (HVPC):

- **Форма сигнала:** короткие острые однофазные импульсы высокого напряжения (спайки), часто объединяются в пачки импульсов (Рис.7) [16, 17].

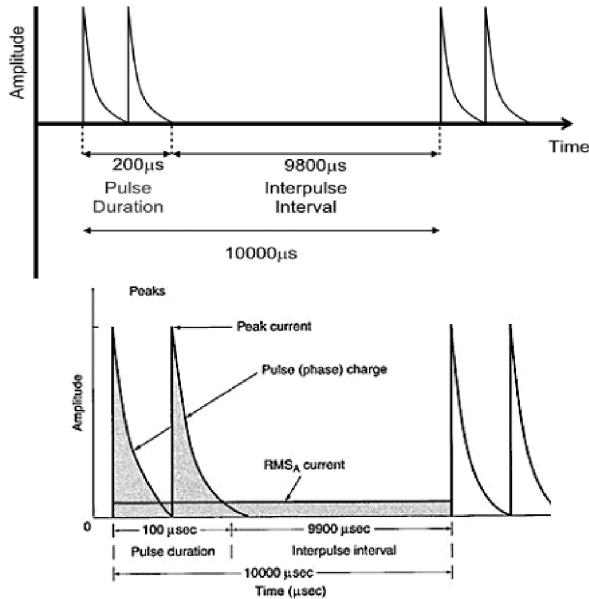


Рисунок 7. Импульсные токи высокого напряжения

- **Частотные характеристики:**
 - о частота следования импульсов 50-500 Гц,
 - о длительность импульса 10-100 мкс.
- **Напряжение:** 100-500 В (в среднем $175 \pm 20 \%$).
- **Ток:** 10-50 мА.
- **Вариабельность сигнала:** низкая.
- **Обратные связи:** отсутствуют.
- **Тип электродов:** металлические, самоклеящиеся, влажные, токопроводящая резина.
- **Сравнение со СКЭНАР:** HVPC использует короткие импульсы высокого напряжения, что делает его наиболее похожим на СКЭНАР из всех методов контактной электротерапии. Но импульсы HVPC в основном однофазные однополярные, в отличие от биполярных двухфазных стимулов СКЭНАР. HVPC в качестве основного использует металлический электрод, чем тоже похож на СКЭНАР, но он уступает по вариабельности – адаптивности и наличию обратных связей.

Наряду с конвенциональными методами электротерапии мы решили сравнить со СКЭНАР методы, обычно не рассматриваемые совместно с контактной электротерапией и, на первый взгляд, несопоставимые с ней.

Как уже было сказано выше, аппараты СКЭНАР для адаптации формы стимулов используют параметрическое

управление в контуре ударного возбуждения [18], где индуктивный накопитель (катушка) находится в аппарате, а емкостной компонентой является подэлектродное пространство (биологическая ткань). Более того, большинство эффектов СКЭНАР-воздействия связано с влиянием емкостной составляющей межэлектродных тканей. Фактически, электроды СКЭНАР являются обкладками конденсатора, передающими воздействие на кожу [19]. И одним из воздействующих факторов служит электрическое поле. Поэтому, наряду с традиционной электротерапией, имеет смысл рассмотреть и устройства, воздействующие электрическим полем.

- **Дарсонвализация:** воздействие на кожу без гальванического контакта с ней (через изолированные электроды) очень высоким напряжением, эффективно для лечения поверхностных воспалений и улучшает кровообращение, что делает этот метод полезным дополнением к контактной электротерапии при лечении кожных заболеваний и поверхностных ран.

- **HIVAMAT (Deep Oscillation®):** высокое напряжение стимулов вызывает вибрации тканей, эффективно воздействуя на отёки и улучшая лимфодренаж, что делает его полезным дополнением к контактной электротерапии, особенно при лечении пациентов с лимфатическими нарушениями.

- **Электропорация:** за счёт высокого напряжения стимулов увеличивает проницаемость клеточных мембран, что позволяет улучшить транспорт лекарственных веществ. Это особенно полезно при лечении заболеваний, требующих локальной доставки лекарств.

Три указанных метода включены в обзор в связи с тем, что их физические характеристики и воздействующие факторы гораздо ближе к СКЭНАР, чем у многих конвенциональных методов.

Дарсонвализация:

- **Форма сигнала:** Биполярный синусоидальный затухающий импульс [20] или «колоколообразно-модулированный» сигнал с несущей 110 кГц (Рис. 8). Рассматривается «безыскровая дарсонвализация» [21].

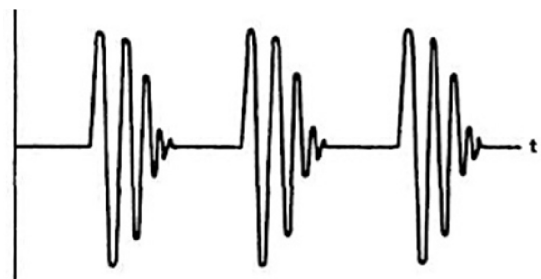


Рисунок 8. Дарсонвализация

- **Частотные характеристики:**
 - о частота следования импульсов 50-110 Гц,
 - о длительность импульса 100 мкс,
- **Напряжение:**
 - о в электроде 10-20 кВ,
 - о на коже 40-120 В.

- **Ток:** 0,02 мА.
- **Вариабельность сигнала:** низкая.
- **Обратные связи:** отсутствуют.
- **Тип электродов:** газонаполненные стеклянные «конденсаторные».

• **Сравнение со СКЭНАР:** Процедура дарсонвализации несколько напоминает СКЭНАР-воздействие на биологический объект в значительной степени происходит через ёмкостную связь. СКЭНАР обеспечивает и гальваническую, контактную связь с кожей. При перемещении электродов СКЭНАР на высокой энергии сигнал СКЭНАР весьма близок к безыскровой дарсонвализации. В то же время дарсонвализация не имеет обратных связей и не может адаптироваться к изменяющемуся состоянию тканей.

HIVAMAT® (Deep Oscillation®) [22]:

• **Форма сигнала:** прямоугольные биполярные или однополярные импульсы [23]. Воздействующий фактор – электрическое поле.

• **Частотные характеристики:** частота следования импульсов 5-250 Гц.

• **Напряжение:** до 400 В.

• **Ток:** до 40 мкА.

• **Вариабельность сигнала:** средняя.

• **Обратные связи:** отсутствуют.

• **Тип электродов:** активный электрод – металлический цилиндр или пластина, покрытая диэлектрической плёнкой или руки оператора в диэлектрических перчатках, пассивный электрод – металлический цилиндр в руке пациента (Рис. 9).

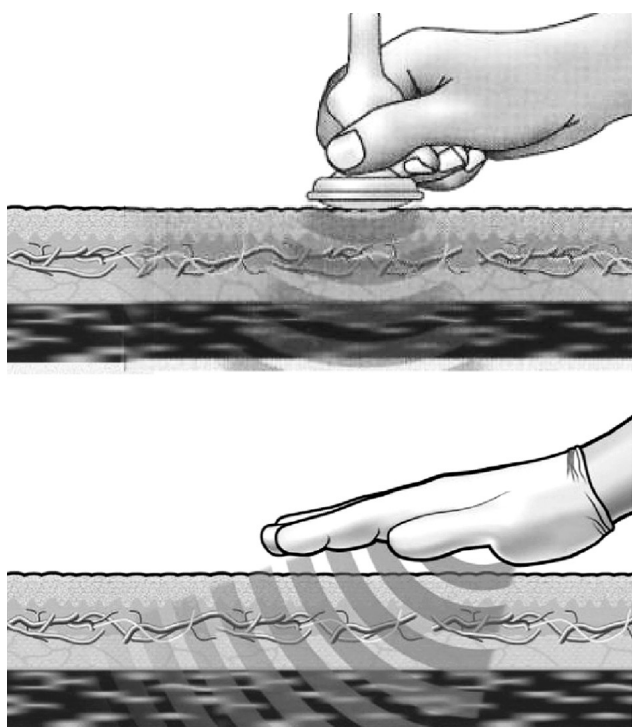


Рисунок 9. Воздействие устройством DeepOscillation (Hivamat)

• **Сравнение со СКЭНАР:** Если к аппарату СКЭНАР подключить разнесённые электроды типа «Пешки» и установить их на кожу пациента, покрыв один из них тонкой диэлектрической плёнкой (например, нитрилом), то на высоких энергиях можно получить «хиваматоподобное» воздействие. Пациент ощущает электрический ток даже под изолированным электродом и нередко в месте воздействия возникает кожная гиперемия. То же происходит при замене «Пешек» на руки оператора в диэлектрических перчатках. Во всех этих случаях обычно наблюдаются звуковые эффекты, аналогичные обычному СКЭНАР-воздействию (с полным гальваническим контактом) [24].

Электропорация (обратимая)/электропермебилизация:

• **Форма сигнала:** прямоугольные однофазные или симметричные двухфазные импульсы (см. Рис. 3). Воздействующий фактор – электрическое поле [25].

• **Частотные характеристики:**

o частота следования 1-100 Гц,

o длительность импульса 10-100 мкс.

• **Напряжение:** 20-300 В.

• **Ток:** до 1-50 мА.

• **Вариабельность сигнала:** отсутствует.

• **Обратные связи:** отсутствуют.

• **Тип электродов:** металлические.

• **Сравнение со СКЭНАР:** Электропорация (см. Рис. 10), несмотря на то, что является совершенно нетрадиционным видом электровоздействия, весьма близка по частотным и вольт-амперным характеристикам к аппаратам СКЭНАР. Разработчики устройств биоуправляемой электротерапии находят [26, 27],

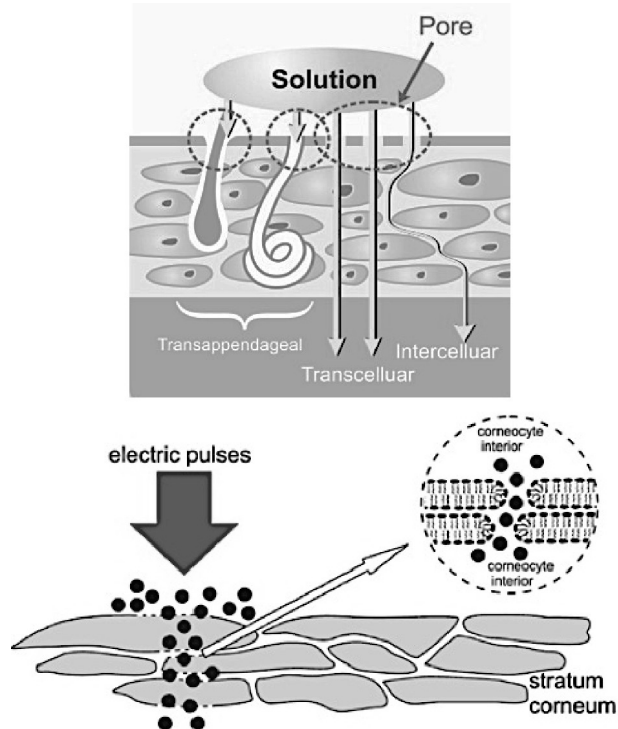


Рисунок 10. Электропорация

что СКЭНАР, с большой вероятностью, также обладает эффектом электропорации. Для выявления этого эффекта необходимо проведение соответствующих экспериментальных и клинических исследований.

Преимущества СКЭНАР

СКЭНАР обладает рядом уникальных преимуществ, которые делают его эффективным инструментом электротерапии:

1. Физиологичный динамически меняющийся импульс: СКЭНАР адаптирует сигнал в зависимости от состояния тканей, что делает его воздействие более физиологичным.

2. Адаптивная терапия: СКЭНАР использует обратные связи для адаптации сигнала в реальном времени, что позволяет ему эффективно работать в различных условиях.

3. Широкий частотный диапазон: СКЭНАР работает в широком диапазоне частот, что позволяет ему воздействовать на различные типы тканей.

4. Высокоамплитудное воздействие: СКЭНАР способен генерировать высокие импульсные напряжения и токи, которые, в силу своих временных характеристик, остаются неповреждающими и безопасными для пациентов.

5. Эффект тканевой вибрации: СКЭНАР вызывает вибрацию клеток и улучшает микроциркуляцию, что делает его эффективным для воздействия на глубокие ткани и способствует ускорению процессов заживления.

Помимо сравниваемых параметров, есть ещё два крайне важных отличия, присущих только аппаратам СКЭНАР:

6. Автоматизированный дозированный режим: СКЭНАР отслеживает изменения сигнала и может автоматически определить достаточность воздействия (дозу).

7. СКЭНАР имеет цифровую визуализацию обратной связи: Оператор может отслеживать в цифровом виде параметры стимулов аппарата и их изменения во времени, что позволяет проводить экспертизу – оценку электрической однородности кожных покровов с целью оптимизации процедуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СКЭНАР представляет собой уникальный метод электротерапии, который значительно отличается от других методов не только параметрами воздействующих стимулов, но и благодаря своей адаптивности, широкому диапазону частот и напряжений, а также наличию нескольких механизмов обратной связи. СКЭНАР может эффективно использоваться для лечения широкого спектра заболеваний, включая отеки,

боли и нарушения микроциркуляции. Благодаря своим уникальным характеристикам, СКЭНАР может заменить множество других устройств электротерапии, что делает его универсальным инструментом в руках врача.

За рамками настоящей статьи остались такие важные преимущества СКЭНАР-терапии, как хорошо разработанное методическое обеспечение и индивидуализированный подход к лечению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гринберг, Я. З. СКЭНАР-терапия: эффективность с позиций методов электролечения // СКЭНАР-терапия и СКЭНАР-экспертиза. Сборник статей. Выпуск 2.– 1996 г. – С.18-31.
2. Гринберг, Я. З. К вопросу обоснования эффективности СКЭНАР-терапии // СКЭНАР-терапия и СКЭНАР-экспертиза. Сборник статей. Выпуск 3.– 1997 г. – С.16-22.
3. Prentice, W. E. (ред.). Therapeutic modalities: for sports medicine and athletic training. – 6-е изд. – 2009. – С. 110-115.
4. Ottoson, D., Lundeberg, T. Pain Treatment by Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS): A Practical Manual. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1988. – С. 24–26.
5. Пономаренко, Г. Н., Турковский, И. И. Биофизические основы физиотерапии: Учебное пособие. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2006.
6. Wolcot, C. et al. A comparison of the effects of high volt and microcurrent stimulation on delayed onset muscle soreness. – Phys Ther, 71 (1991). – S. 117.
7. Prentice, W. E. (ред.). Therapeutic modalities: for sports medicine and athletic training. – 6-е изд. – 2009. – С. 138-139.
8. Bernard, P. Динамическая терапия. – Пер. с фр. – М., 1961.
9. Клячкин, Л. М., Виноградова, М. Н. Физиотерапия: Учебник. – М., 1995. – С. 31-32.
10. Улащик, Б. С. Физиотерапия. Универсальная медицинская энциклопедия. – Мн.: Книжный Дом, 2008. – С. 242.
11. Пономаренко, Г. Н. Физические методы лечения: Справочник. – СПб., 2002.
12. Palmer, S. T., Martin D. J., Steedman W. M. et al. Alteration of interferential current and transcutaneous electrical nerve stimulation frequency: Effects on nerve excitation. – Arch Phys Med Rehabil, 80 (1999). – С. 1065.
13. Starkey, C. (ред.). Therapeutic modalities. – 4-е изд. – 2013. – С. 276-278.
14. Клячкин, Л. М., Виноградова, М. Н. Физиотерапия: Учебник. – М., 1995.
15. Ward, A. R., Robertson, V. J., Makowski, R. J. Optimal frequencies for electric stimulation using medium-frequency alternating current. – Arch Phys Med Rehabil, 83 (2002). – С. 1024.
16. Holcomb, W. R., Kleiner, D. M. Versatile electrotherapy with the high-voltage pulsed stimulator. – Athl Ther Today, 1998. – С. 37.
17. Newton, R. High-voltage pulsed galvanic stimulation: Theoretical bases and clinical application. – В: Clinical Electrotherapy. – Eds. Nelson, R. M., Currier, D. P. – Appleton & Lange, Norwalk, CT, 1987. – С. 165–182.
18. Гринберг, Я. З., Старовойтов, Ю. Ю., Унакафов, М. А. Способ поиска зон, оптимальных для электроимпульсной терапии (варианты). Описание изобретения к патенту Российской Федерации № 2633632, опубликованное 16.10.2017, Бюл. № 29 / Я. З. Гринберг, Ю. Ю. Старовойтов, М. А. Унакафов; заявитель Закрытое акционерное общество «ОКБ «РИТМ». – EDN TQIDUU
19. Унакафов, М. А. Секреты эффективности СКЭНАР-терапии. – Доклад на конференции «СКЭНАР-терапия СКЭНАР-экспертиза». – Таганрог, 2014. – URL: https://youtu.be/HHKap_sYRuQ?si=P5SjDRgIXIsDuNQ5 (дата обращения: 10.10.2023). – Текст: электронный.
20. D'Arsonval, A. Remarques a propos de la communication de M. Dubois. – С. r. 1886 Soc. biol., 1886. – Т. 8, № 3. – С. 128.

21. Боголюбов, В. М., Пономаренко, Г. Н. Общая физиотерапия: учебник для студентов медицинских вузов. – С-Пб, 1997. – С. 130-132.
22. PHYSIOMED Elektromedizin AG. Пособие по медицинскому применению аппарата HIVAMAT® 200. – Schnaittach-Laipersdorf, Germany, 2001. – С. 34.
23. Орехова, Э. М., Миненков, А. А., Портнов, В. В., Корчажина, Н. Б., Кончугова, Т. В., Забелина, Е. И., Солоденина, М. О., Спичак Л. Е. Применение системы «Хивамат-200» в клинической практике: Пособие для врачей. – М., РНЦВМиК, 2002. – С. 16.
24. Гринберг, Я. З. Об одном эффекте СКЭНАР-воздействия. – Известия ТРТУ. Тематический выпуск. Материалы научно-технической конференции Медицинские информационные системы. МИС-2004. – Таганрог: Издательство ТРТУ, 2004. – № 6(41). – С. 100-105.
25. Chang, D. C., Chassy, B. M., Sowers, A. E. Guide to Electroporation and Electrofusion – Academic Press, 1991. – DOI: 10.1016/C2009-0-21564-9. – Copyright © 1991 Elsevier Inc.
26. Гринберг, Я. З., Кулижский, Б. П. СКЭНАР: Ещё раз о причинах эффективности. – Журнал Нелекарственная медицина, 2012, № 3 (4), – С. 37-42.
27. Гринберг, Я. З. СКЭНАР: построение, физические механизмы, основы эффективности. – Журнал Нелекарственная медицина, 2006., № 3., – С. 39.