ЭЛЕКТРОЭПИДЕРМАЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ
В ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКЕ
ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Ворошилов (Штрупп) Б. М.,
Захарова Н. Г., Кубасов В. А.

Коллективная монография

Издательство Эдитус
Москва

2020

УДК 577.3:611.771:535.326:616.5-089
ББК 28.071
В75

Ворошилов (Штрупп) Б. М., Захарова Н. Г., Кубасов В. А.

В75 Электроэпидермальное сопротивление в экспресс-диагностике патологических процессов организма человека. – М.: Эдитус, 2020. – 152 с.

ISBN 978-5-00149-460-7

Монография посвящена физическому обоснованию и применению в медицине понятия «Электроэпидермальное сопротивление» (ЭЭС). Термин впервые был предложен в 70-х годах прошлого века врачом-невропатологом Ворошиловым (Штруппом) Б. М., который разработал способ топической диагностики заболеваний внутренних органов. Доказательная база особой функциональной роли ЭЭС в клинической практике формировалась на протяжении нескольких десятилетий совместными усилиями инженеров, создавших серию экспериментальных моделей измерительных приборов ЭЭС, а также ученых-биологов и физиков, детально изучивших морфологию и основные электрофизические параметры различных образцов изолированного эпидермиса (в книге «Эпидермис — слоисто-периодическая биоструктура со свойствами фотонных кристаллов», Кубасов В. А. и соавт., 2019 г.). Способ оценки ЭЭС с помощью оригинального биодатчика позволял у пациента выделять при болевом синдроме участки с ЭЭС, которое в десятки-сотни раз отличалось от общих фоновых величин. Области резкого снижения ЭЭС совпадали с локализацией патологического процесса в прямой топографической проекции поврежденного органа. Достоверность полученных данных подтверждена многолетней практикой врача Ворошилова (Штруппа) Б. М. в клиниках различного профиля и поликлиниках г. Ленинграда (Санкт-Петербурга). Метод оценки ЭЭС прост в эксплуатации, не требует специальной подготовки пациента, в том числе обработки поверхности кожи; может быть использован в полевых условиях. Он эффективен в экспресс-диагностике при поиске топографии патологического очага, особенно на ранних этапах его развития, при дифференциальной диагностике заболеваний. Быстрое обнаружение топографии патологического процесса сократит время для направленного углубленного обследования больного. В контролируемом экспериментальном исследовании на мышах, проведенном за рубежом, метод оказался перспективным в ранней диагностике онкологических процессов. В монографию не вошли результаты топической диагностики ЭЭС в клинике детских болезней, при опухолевых процессах, в ветеринарии, где также были получены достоверные данные об эффективности метода.

УДК 577.3:611.771:535.326:616.5-089
ББК 28.071

ISBN 978-5-00149-460-7

© Ворошилов (Штрупп) Б. М., Захарова Н. Г., Кубасов В. А., 2020

Следует искать разгадку тайны взаимодействия электричества с живыми организмами, изучая присущие только человеку электрические свойства и, в частности, эпидермису.

*Русский физиолог, академик
Л.А. Орбели (1882-1958)*

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	7
Введение	9
Глава 1. История развития методов электрокожной диагностики болевого синдрома.....	12
1.1. Кожа. Электрокожное сопротивление (ЭКС) как показатель состояния организма.....	12
1.2. Боль. Качественная и количественная оценка боли по величине ЭКС.....	19
1.3. Методики дерматогальванометрии	23
Глава 2. Физическое обоснование понятия электроэпидермального сопротивления (ЭЭС) и прямой анатомической проекции.....	37
2.1. Электроэпидермальное сопротивление.....	37
2.2. Прямая анатомическая проекция.....	47
Глава 3. Методы исследования ЭЭС	51
3.1. Технические средства для измерения электроэпидермального сопротивления	52
3.2. Описание методики топической диагностики заболеваний.	61
3.3. Данные экспериментальных и клинико- экспериментальных исследований.....	65
Глава 4. Практическое применение метода диагностики заболеваний по изменению ЭЭС.....	71
4.1. Дискогенный радикулит пояснично-крестцовой локализации.....	71

4.2. Дискогенный радикулит шейной и грудной локализации	87
4.3. Ганглионевриты	94
4.4. Симпаталгии	97
4.5. Прочие заболевания с выраженным болевым синдромом	101
4.6. Анализ типовых форм болевого рисунка и сопоставление результатов ЭМ ИАГ со степенью предъявляемой боли	116
Заключение	129
Послесловие	138
Список сокращений	140
Приложения	141

ПРЕДИСЛОВИЕ

Понятие электроэпидермальное сопротивление (ЭЭС), приборы для его измерения, а также внушительный цикл клинических испытаний при различных заболеваниях — все это уже история.

Метод количественной и качественной оценки степени боли по изменению ЭЭС, определение границ патологии внутренних органов по величине ЭЭС в 70-80-х годах XX века давал очень убедительные результаты. Это подтверждено и многочисленными положительными заключениями известных медиков ведущих клиник г. Ленинграда.

Вполне обоснованно диагностика патологий и сопровождающего их болевого синдрома в организме человека по значениям ЭЭС вытеснила из клинической практики различные методики измерения электрокожного сопротивления (ЭКС). Все они, в конечном счёте, показали свою несостоятельность.

Экспериментально была доказана ранее неизвестная функция рогового слоя эпидермиса как своего рода экрана, на котором по результатам измерений ЭЭС в прямой анатомической проекции воспроизводилась топографическая картина размеров и контура воспалительного процесса внутри организма.

Был создан и внедрён в медицинскую практику не только цифровой измеритель типа АЗ-1 с коаксиальной конструкцией датчика и шкалой измерения сопротивления от 1 кОм до 400 МОм, но и целый вычислительно-графический комплекс. Научно-технический уровень разработки полностью соответствовал достижениям радиоэлектроники и вычислительной техники того времени.

Метод диагностики заболеваний по показаниям ЭЭС был назван его создателем — врачом и учёным Б.М.Ворошиловым (Штруппом), — электроэпидермальнометрической изоалгографией. Он вполне мог стать штатным, как, например, электрокардиография, если бы не одно препятствие на пути повсеместного внедрения: твёрдое убеждение большинства биологов и медиков в том, что эпидермис — омертвевшая часть кожи. Какие же функции, кроме барьерной может выполнять такая структура?

Это в значительной степени предопределило дальнейшую судьбу диагностики заболеваний по изменению ЭЭС. К сожалению, в те годы не удалось создать школу, позволившую бы молодым врачам освоить данный метод, да и не было окончательного признания его полезности Минздравом СССР.

С уходом автора идеи, создателя датчика, прибора и ряда методик из практической медицины прекратилось и клиническое применение электроэпидермометрической изоалгографии (ЭЭМ ИАГ).

Прошло много лет, прежде чем появилась реальная возможность вновь обратиться к незаслуженно забытому методу определения патологий и боли по величине ЭЭС.

Сейчас интенсивно изучаются новые физические объекты — фотонные кристаллы (ФК). Прежде всего это ФК, полученные искусственным путём, однако ряд исследователей обратился и к природным объектам этого вида.

В результате исследования физических свойств различных видов изолированного эпидермиса создана доказательная база, позволяющая отнести его к природным ФК — структурам, способным выполнять функции активной преобразующей среды.

Это позволит, наконец, изменить взгляд на роль эпидермиса в организме и, возможно, вернёт в медицинскую практику метод диагностики заболеваний по изменению ЭЭС.

Канд. физ.-мат. наук В. А. Кубасов

ВВЕДЕНИЕ

Боль — жестокий враг человека. Независимо от этиологии и локализации она лишает трудоспособности огромное число людей. Подавляющее число заболеваний сопровождаются болью, однако до настоящего времени не существует методов, позволяющих объективно оценить болевой синдром. Следовательно, изучение боли, её механизмов, создание способов количественной и качественной оценки является весьма актуальной проблемой.

Цель предлагаемой читателю коллективной монографии — описание нового способа количественной и качественной оценки боли, выявление характера болевого рисунка, изучение поверхностного сопротивления кожи в аллогенных зонах.

В задачи исследований, результаты которых представлены в монографии, входило: создание датчика и гальванометрических устройств для регистрации поверхностного сопротивления кожи; изучение роли эпидермиса в диагностике болевого синдрома; создание способа топической диагностики заболеваний, сопровождающихся болевым синдромом; сопоставление изменений поверхностного сопротивления кожи человека при заболеваниях периферической нервной системы с другими заболеваниями, сопровождающимися болевым синдромом (кардиалгии, плевропневмонии и др.).

Для реализации поставленных задач был разработан метод электроэпидермометрической изоаллографии (ЭЭМ ИАГ, графическое отображение болевого рисунка по данным измерения поверхностного электрического сопротивления кожи). Полученные данные сопоставлялись со словесными отчётами

больных о характере, локализации и степени боли, а также с рентгенологическими, кардиологическими и другими лабораторными данными.

Для создания математической модели боли результаты исследований были проанализированы с помощью цветной минирейторной обработки совместно с факультетом прикладной математики ЛГУ им. А. А. Жданова.

Работы проводились в клинике нервных болезней и хирургической клинике №2 (для усовершенствования врачей ХУВ-2) ВМА им. С.М. Кирова, во взрослой и детской клиниках Ленинградского научно-исследовательского института хирургического туберкулёза МЗ РСФСР, в городской больнице скорой помощи №21 им. И.Г. Коняшина, в поликлинике №56 Фрунзенского района г. Ленинграда. Рентгенологические, кардиологические и другие лабораторные исследования проводились в указанных лечебных учреждениях.

Установлено неизвестное ранее свойство эпидермиса отображать в прямой анатомической проекции подлежащие биоэнергетические процессы при боли в виде изменения электропроводности эпидермиса над аллогенным участком. Впервые экспериментально доказано, что боль сопровождается неспецифическим электрофизическим процессом и может быть локально измерена, как в абсолютных значениях, так и отображена графически. Созданы коаксиальный металлический датчик для измерения поверхностного электрического сопротивления кожи и различные модели электронных цифровых измерительных приборов для регистрации и оценки локальных изменений указанного сопротивления. Введено новое понятие — электроэпидермальное сопротивление (ЭЭС) и «болевой рисунок». Разработан способ топической диагностики заболеваний и на его основе — метод электроэпидермометрической изоалгоритмии (ЭЭМ ИАГ).

Практическая ценность работы заключается в возможности:
— топографической экспресс-диагностики заболеваний,

сопровождающихся болевым синдромом;

- применения данного метода в полевых условиях, в целях экспертизы военно-врачебной комиссией (ВВК), врачебно-консультационной комиссией (ВКК), врачебно-трудо-вой экспертизы (ВТЭ);
- дальнейшей разработки и изучении патофизиологических механизмов боли в эксперименте;
- усовершенствовании и создании новых технических средств для цифровой, графической и визуальной оценки электроэпидермального сопротивления.

С помощью созданных технических средств удалось измерить электрическое сопротивление рогового слоя эпидермиса, которое изменяется в диапазоне от десятка до тысяч мегаом (МОм). Разработанный метод топической диагностики заболеваний позволил количественно и качественно оценить степень локальной боли и выделить характерные болевые рисунки при различных заболеваниях периферической нервной системы. Свойство эпидермиса — электрофизического изобразительного экрана — подтверждено экспериментальными исследованиями.

Материалы, содержащиеся в монографии, были внедрены в практику и использовались в ВМА им. С. М. Кирова (кафедра нервных болезней и ХУВ-2), в ЛИХТ, в больнице скорой помощи им. И. Г. Коняшина, в поликлинике №56 Фрунзенского района, в ГСКТБ счётных машин, во ВНИИ «Электронстандарт», в ЛИАП (кафедра медицинского приборостроения). Материалы включены в курс лекций для врачей кафедры хирургического туберкулёза ГИДУВ им. С. М. Кирова.

Созданные Ворошиловым Б. М. и инженером Розенбергом Г. В. «Устройство для регистрации электрокожного сопротивления», «Датчик для измерения биоэлектрических величин», «Способ топической диагностики заболеваний» признаны изобретениями (а.с. №749383, а.с. № 730346, а.с. №721080 соответственно).

ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОКОЖНОЙ ДИАГНОСТИКИ БОЛЕВОГО СИНДРОМА

1.1. КОЖА. ЭЛЕКТРОКОЖНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ (ЭКС) КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА

Как известно, кожа — это один из наиболее сложно организованных органов человека. Она дополняет функции внутренних органов, имея с ними анатомические связи, выводит шлаки; участвует в дыхании, теплообмене, выработке гормонов, витаминов, защищает от механических, химических, электрофизических воздействий (Гильдемейстер, 1919; Метьюс Б., 1938; Эдриан Е.Д., 1931; Н.А. Вигдорчик, 1940; Н.Н. Мищук, 1948; Г.Н. Френкель, 1958; Куно Я., 1961; Д.Л. Парманенков, 1969; К.А. Калантаевская, 1972; К.А. Подшибякин, 1973; П.П. Слынько, 1973; В.А. Хрущёв, 1973; В.Е. Манойлов, 1975). Для того, чтобы понять сложность кожно-гальванических реакций, необходимо кратко остановиться на анатомогистологическом строении кожи человека.

При гистологическом исследовании видно, что кожа состоит из ряда слоев. Дерма состоит из базального, шиповидного, зернистого и рогового слоев. Между шиповидным и зернистым слоем находится тканевая мембрана. На границе эпидермиса и дермы расположена базальная мембрана — гомогенная плотная полоска, происхождение которой ещё неизвестно. Установлено, что между базальными клетками и основной мембраной наблюдается узкое пространство. С другой

стороны, основная мембрана тесно связана с более высоко расположенными коллагеновыми пучками посредством густой тонкой сети аогирофильных и коллагеновых фибрилл. На границе тканевых мембран происходят гальванические процессы. Секреторный аппарат кожи представлен эккринными и апокринными потовыми железами, сальными железами альвеолярного строения. Мускулатура кожи представлена гладкими мышечными пучками, прикрепляющимися к сосочковому слою дермы. В коже имеют различные нервные окончания.

Наличие рецепторного аппарата в эпидермисе не подлежит сомнению. Это терминальные сплетения миелиновых и немиелиновых нервов. Сосуды кожи образуют два сплетения: на границе дермы и подкожной клетчатки, а также в подсосочковом слое. Истинные лимфатические сосуды находятся в сосочковом слое эпидермиса; установлено наличие анастомозов в самых поверхностных слоях эпидермиса. Там же обнаружены и межклеточные щели. (Н. Н. Мищук, 1948; Куно Я., 1961; Попхристов П., 1963; К. А. Калантаевская, 1972).

Кожу можно представить в виде мощного конденсатора, обладающего большой электрической ёмкостью, при этом она является также неоднородным объемным проводником электрического тока, где удельное сопротивление поверхностного рогового слоя намного выше удельного сопротивления глубже расположенных слоев. Электроэнергетические процессы протекают как внутриклеточно, так и на клеточных, тканевых мембранах (Глестон С., 1951; Скорчеллетти В. К., 1959; Б. Н. Тарусов, 1960; Сцент-Дьердьи А, 1964; Бреслер С. Е., 1966; Тасаки И., 1971; Л. Д. Бергельсон, 1975; В. К. Манойлов, 1975).

В 1940 г. Н. А. Вигдорчик писала: «Для электротехника человеческий организм представляется кожным пузырем, наполненным солевым раствором». По мнению К. А. Подшибякина (1973), «организм — это гигантский биополупроводник, содержащий большое количество зон проводимости, образованных электронно-дырчатой и другими неизвестными нам пока, видами

плазмы».

Первое изучение электрических состояний кожи относятся ко временам Гальвани Л., 1791; Вольта А., 1792. В 1803 году русский физик В. Петров указывал: «...сухая верхняя кожица тела нашего худой проводник».

В.И. Вартанов (1892), изучая гальванические явления в коже лягушки, пришел к выводу, что кожный ток, как и сосудистый тонус, носит рефлекторный характер.

В.Ю. Чаговец (1903), изучая электрические явления в живых тканях, обратил внимание на роль ионов в происхождении кожного потенциала.

Donath (1904) совместно с инженером Muller установили, что если человека подключить в электрическую цепь вместо сопротивления, то в электрической цепи ток будет постоянно изменяться.

Leva (1913) называл гальванические явления в коже секреторными токами.

В прямой зависимости от потенциала кожи находится её электропроводность. Электрокожное сопротивление (ЭКС) — величина, обратная электропроводности, не является постоянным даже для одного и того же участка кожи, а подвержено значительным колебаниям. На электрокожное сопротивление человеческого тела постоянно оказывает влияние комбинация факторов, обуславливающая физиологическое состояние клеток эпидермиса, их проницаемость, уровень внутриклеточного обмена и процессов оксигенизации. Большое влияние на электрокожное сопротивление также оказывают «клеточные конденсаторы», обладающие электрической ёмкостью, возникающей на поверхности коллоидных структур.

Дюбуа-Реймон в 1848 году обратил внимание на то, что биотоки кожи превосходят по своей величине нервные и мышечные.

Vigoura в 1879 году впервые измерил сопротивление кожи

при прохождении электрического тока, заметил его резкие колебания и объяснил это изменением субэпителиальной сосудистой сети.

Eulenburg (1887) связал снижение электрокожного сопротивления с усилением потоотделения и «игрой» вазомоторов.

Зависимость между изменениями потенциалов кожи и психическим напряжением впервые исследовал русский учёный И.Р. Тарханов в 1888-1889 гг. Он назвал это явление кожногальваническим рефлексом (КГР) и считал, что «... наступающие при всяком усилении деятельности центральной нервной системы увеличение функции кожных желез и одновременное усиление кожных токов являются следствием одновременного совозбуждения потоотделительных нервных центров».

В 1888 году Fere установил, что электрокожное сопротивление постоянному току малой силы зависит от многих причин и величина его колеблется от нескольких Ом до сотен кОм. Он также систематизировал зависимость колебаний электрокожного сопротивления в связи с эмоциями, сенсорными ощущениями и обозначил этот феномен, как психогальванический рефлекс. Позднее, на основании экспериментальных данных, полученных на животных, было решено называть электрические реакции в коже, протекающие с участием коры головного мозга — психо-гальваническим рефлексом, а электрические реакции кожи без участия центральной нервной системы — кожно-гальваническим рефлексом.

Разница методов измерения И.Р. Тарханов и Fere была в том, что:

- И.Р. Тарханов измерял потенциалы кожи, не воздействуя на неё, а Fere воздействовал на кожу постоянным током малой силы.
- И.Р. Тарханов измерял электрические потенциалы кожи, а Fere измерял электрокожное сопротивление между двумя точками биполярно.

-
- Метод И.Р. Тарханова, измеряющий КГР, был исключительно чувствительным и регистрировал малейшие психофизические реакции, протекающие в коже. Метод Fere отражал более грубые изменения электрического состояния кожи и обладал большей инерцией.

Л.С. Минор (1915), измеряя ЭКС гальванометром по методу Fere у раненых с повреждением симпатического ствола, пришел к заключению, что изменение ЭКС есть один из постояннейших и характернейших симптомов поражения вегетативных нервов и ганглиев, причем разрушение их сопровождалось повышением, а раздражение — понижением электрокожного сопротивления. Колебания электрокожного сопротивления от 260 Ом до 1,25 МОм он объяснял помехами во время измерений.

Изучением зависимости между электрокожным сопротивлением постоянному току малой силы и кожно-гальваническим рефлексом занимались многие ученые, но результаты их разрознены и трудносопоставимы (Е.П. Бюкинг, 1954; И.С. Беритов, 1959; Б.Н. Тарсов, 1960; Р.К. Утямышев, 1969; Ю.К. Иванов, 1974; В.Е. Манойлов, 1975; Yredor H., 1913; Yildemeister M., 1915; Yredor A., Loche S., 1921; Ross, 1921; Scheer B. T., Mumbach M. W., 1960; Hoshiko T., 1961; Theodor R. T., 1965; Martin J., 1966; Fowles D. C., 1970; Zorsen F. H., 1970; Smith P. Y., 1971).

В процессе изучения гальванических явлений в коже при различных физиологических и патологических состояниях было выдвинуто несколько гипотез, отражающих сущность механизмов, лежащих в основе изменения электрокожного сопротивления.

Н.Б. Познанская (1938) пришла к заключению, что электрическое сопротивление отдельных участков кожи находится в связи с количеством имеющихся в них потовых желёз. Мэтьюс Б. (1938) в своей монографии «Электричество в нашем теле» отмечал, что ЭКС зависит от потоотделения. Автор утверждал, что «показать это легко, но доказать механизм этого явления очень трудно. Это и потоотделение, и сосудистая реакция, и ещё

многого того, чего мы пока не знаем...».

Зависимость изменения кожно-гальванических реакций от потоотделения отмечали: М.Н. Лапинский, 1913; И.Р. Тарханов, 1889; А.Е. Щербак, 1936; Н.Н. Мищук, 1948; Куно Я., 1961; С.И. Гальперин, 1973; П.П. Слынько, 1973; Leva, 1913; Ylayd D.P., 1960; Euelberg R., 1964; Timbol J., 1968.

Исследуя изменение ионной структуры ЭКС, Л.Ю. Крумберг (1936) делает вывод, что наблюдаемое снижение сопротивления кожи является своеобразным висцеро-трофическим, кожно-ионным рефлексом. Связь изменения ЭКС с ионными реакциями в тканях отмечали: И.М. Сеченов, 1862; В. Вартанов, 1882; В.Ю. Чаговец, 1903; В.Н. Мясищев, 1945; И.С. Беритов, 1959; Бертолон П., 1789; Мэтьюс Б., 1938.

С.К. Розенталь (1937), исследуя ЭКС и функцию состояния эпидермиса, пришел к выводу, что изменение кожно-гальванических реакций в значительной степени зависит от состояния рогового слоя и других слоев эпидермиса, от проницаемости клеточных оболочек, реактивности протоплазмы, состояния соединительной ткани кожи. Зависимость изменений ЭКС от состояния эпидермиса отмечали: И.С. Кардонский, 1955, В.А. Васильева, 1965; К.А. Калантаевская, 1972; В.Е. Манойлов, 1975; Zarsen F.H., 1971; Smith P.Y., 1971; Fowles D.C., Venables P.H., 1971.

При неврологическом исследовании вегетативно-сосудистых нарушений И.И. Русецкий (1936) установил, что снижение электрокожного сопротивления в зонах боли является показателем трофических процессов при раздражении симпатических кожно-висцеральных аппаратов. «Кожа говорит о внутренних страданиях», — заключает автор. Изучая кожно-гальванические явления при заболеваниях периферического отдела нервной системы, Г.И. Маркелов (1936) приходит к выводу, что кожно-гальванические явления представляют собой суммарное выражение сложной комплексной деятельности нервных, физико-химических и гуморальных факторов в различных тканях

и органах. Все формы нервной деятельности, все физиологические и патологические процессы, протекающие в организме при её участии, сопровождаются электрическими явлениями в тканях. Электрические токи в тканях, названные биотоками, являются выражением разнообразных процессов их вегетативной «жизни». О влиянии вегетативно-сосудистых реакций на изменение электро кожного сопротивления указывали: Л.С. Минор, 1916; Е.Т. Залкиндсон, 1934; М.Б. Кроль, 1936; И.И. Русецкий, 1936; Л.А. Орбели, 1936; Ю.С. Сергеева, 1938; В.А. Подерни, 1938; И.Я. Раздольский, 1952; П.О. Макаров, 1959; М.Б. Дунаевская, 1968; С.М. Дионесов, 1968; Н.С. Четвериков, 1968; Лериш Р., 1961; Pellegrini Y., Рапо J., 1962; Yrose D., 1972.

По мнению В.Е. Манойлова (1975), в основе электро кожного сопротивления лежит сопротивление поверхностного слоя эпидермиса, где зарядоносителями являются электроны. По-видимому, большое значение имеют углеродно-кислородные и водородно-азотные связи. В системе водородных связей возбужденный электрон посредством туннельного эффекта может проникать через потенциальный барьер, а следовательно, мигрировать по всей системе белковой молекулы. Это приводит к значительному суммарному смещению электрона и обуславливает его подвижность, делая белковую систему высокопроводящей. При увеличении содержания воды зарядоносителями могут быть преимущественно протоны, в высушенных белках (поверхностный слой эпидермиса), по-видимому, электроны. Изменение электропроводности кожи и ЭКС полупроводниковым эффектом объясняют: Б.Н. Тарусов, 1960; А.К. Подшибякин, 1960; Г.Ю. Белицкий, 1966; В.П. Горев, 1967; К.В. Дукмасова, 1969; К.А. Калантаевская, 1972; И.Ф. Головкин, 1974; Ю.К. Иванов, 1974; Р.И. Утямышев, 1974; В.Е. Манойлов, 1971, 1975.

В монографии «Потоотделение и проницаемость кожи человека» (1973) П.П. Слынько делает заключение: «Возможно, что

снижение ЭКС обуславливается тем, что в коже над больным органом изменяются кровообращение, лимфоток, количество межклеточной жидкости, проницаемость клеточных мембран, митотическая активность клеток, вследствие чего изменяется и состояние эпидермиса. Нет сомнения в том, что для раскрытия механизмов и уточнения особенностей изменения ЭКС при различных заболеваниях человека и животных потребуются усилия многих специалистов».

1.2. БОЛЬ. КАЧЕСТВЕННАЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА БОЛИ ПО ВЕЛИЧИНЕ ЭКС.

Как видно из вышесказанного, такой большой пласт исследований чисто физического параметра «электрокожное сопротивление» нашел практическое применение в медицине, тем более что некоторые авторы еще на ранних этапах связывали снижение ЭКС с заболеваниями и понятием боли вообще, ведь боль — одна из актуальнейших биологических и общемедицинских проблем. Попыткам понять механизмы боли, оценить её степень, определить истинный её источник, создать классификацию болевых синдромов и найти пути борьбы с болью, посвящена обширная литература.

По общепринятому мнению, боль является биологически целесообразным сигналом опасности, симптомом различных заболеваний (М.Н. Лапинский, 1913; А.А. Орбели, 1935; М.Б. Кроль, 1936; С.М. Дионесов, 1963; Д.Г. Шефер, 1966; Г.Н. Кассиль, 1975 и др.). Известно также, что только на первых этапах боль является сигналом опасности, а затем превращается в патогенный раздражитель (Б.В. Петровский, 1960, и мн.др.)

Механизмы боли чрезвычайно сложны.

На первостепенное участие в формировании болевого синдрома воспринимающих рецепторных аппаратов указывали:

К.М. Быков, 1954; С.М. Дионесов, 1963; К.Ф. Канарейкин, 1972; А.А. Отелин, 1973; Vanmer H., Merle H., 1961; Finneson B.E., 1962; Whermacher W.H., 1964; Fingerald M.J., 1970; Owens D.W., 1971. В восприятии и ощущении боли, наряду со специфическими рецепторами и проводниками, имеет значение состояние высшей нервной деятельности, вегетативной и сосудистой систем. В работах ряда авторов подчёркивался факт участия специфических и неспецифических механизмов в передаче и переработке болевого импульса (И.М. Сеченов, 1862; В.М. Бехтерев, 1902; К.М. Быков, 1947; С.Д. Каминский, 1949; П.К. Анохин, 1962; Б.Д. Карвасарский, 1969; Forster O., 1927; Leriche R., 1965).

М.Н. Лапинский (1928) пишет: «В механизмах боли мы встречаемся с особым настроением нерва — быть готовым к болевому восприятию. Участие клеточной массы является необходимым компонентом в механизме боли. В сочетании с вегето-сосудистыми механизмами боль из ощущения стремится превратиться в чувство». М.Б. Кроль (1936) указывал на то, что проблема боли — стык нервных и гуморальных факторов.

Непосредственное участие в болевом синдроме вегетативно-сосудистых механизмов подчёркивали: Л.С. Минор, 1915; Г.И. Маркелов, 1936; И.И. Русецкий, 1958; Н.С. Четвериков, 1968; Н.К. Боголепов, 1971; И.А. Булыгин, 1971; А.М. Гринштейн, 1971; Д.Г. Шефер, 1971; Г.Н. Кассиль, 1969, 1975; Zaignel Z., 1924; Forster O., 1927; Smith L.A., 1961; Pellegrini Y., Papo J., 1962; Leriche R., 1965; Melzaek R., Wallp D., 1965; Beecher H.K., 1966.

По мнению Д.С. Губер-Гриц (1937) появление болей связано с резким сдвигом гомеостатических реакций. Эзриан Е. (1958) считает, что боль возникает при нарушении ионного равновесия в нервном волокне. Автором отмечено изменение частоты импульсов при болевом раздражении.

В клинике болевого синдрома выделяют несколько его признаков. По локализации: головные, висцеральные, боли

в конечностях и т.д. По распространению: местные, генерализованные, проекционные, отражённые-реперкуссивные, фантомные, внушённые и др. По степени проявления: жестокие, сильные, умеренные, слабые и т.д. По характеру индивидуального восприятия и оценки: жгучие, стреляющие, режущие, ноющие, саднящие, дёргающие и т.д. (С.М. Дионесов, 1963; В.Д. Карвапсарский, 1969; К.Ф. Канарейкин, 1972; Г.Н. Кассиль, 1975).

Наиболее сложны по своим механизмам висцеральные боли. По мнению большинства авторов, висцеральные боли имеют более диффузный характер и проецируются на коже за счёт включения различных висцеро-висцеральных, висцеро-моторных, висцеро-секреторных, висцеро-сенсорных, вазомоторных и пиломоторных рефлексов. Раздражение из висцеральных органов распространяется по различным нервно-сосудистым образованиям. Часто коллекторы нервно-сосудистых зон перекрывают друг друга, и поэтому на коже можно выделить множество висцеральных рефлексогенных зон. Исследованием висцеральных болевых синдромов занимались: М.Н. Лапинский, 1913; Е.Т. Залкиндсон, 1934; Г.И. Маркелов, 1936; Л.В. Бирбраир, 1937; И.Я. Раздольский, 1952; П.К. Анохин, 1958; Machensy, 1898; Head H., 1920.

Г.Н. Кассиль (1975) о сложности механизмов боли пишет следующее: «Механизмы возникновения болевого ощущения одновременно и просты и необыкновенно сложны. Не случайно до сих пор не затихают споры между представителями различных специальностей, изучающих проблему боли. Естественно, что не всё ещё окончательно решено в этой области».

Объективно оценить боль — задача ещё более сложная и попытки разрешить её предпринимаются постоянно. Пессимистические высказывания М.Н. Лапинского (1913) и П.К. Анохина (1962) о том, что боль относится к числу абстрактных понятий и что невозможно измерить боль при помощи физиологической аппаратуры, в настоящее время

ставятся под сомнение. «Попытки объективно оценить боль по различным её проявлениям не лишены основания и полезны», — заключает Л. А. Орбели (1936).

Так, в ходе многочисленных исследований были установлены следующие зависимости между степенью болевого синдрома и физико-химическими реакциями, протекающими в организме:

- лейкоцитарной реакцией (И.С. Кордонский, 1951; Г.Н. Тупиков, 1951; А.Я. Губер-Гриц, 1959; В.В. Кравцов, 1961; В.А. Шустин, А.А. Скоромец, 1966). При остром болевом синдроме местный лейкоцитоз авторы связывают с изменением просвета сосудов, а при длительном болевом синдроме — с усилением кроветворной функции костного мозга;
- сосудистым тонусом в зонах предъявляемой боли (А.И. Табаков, 1956; Б.С. Агте, 1968);
- сокращением мышц конечностей, изменением электромиограммы в зонах боли (И.И. Русецкий, 1946; И.С. Беритов, 1959; П.Е. Циновой, 1960; А.К. Сангайло, Р.Б.Стрелков, 1962; А.В. Лившиц, 1963; М.М. Берлин, 1964),
- удлинением моторной хронаксии и повышением реобазы на болевое раздражение (А.И. Маренина, Ф.П. Майоров, 1946; А.А. Черкес, 1948).
- исчезновением альфа-ритма в головном мозге и восстановлением альфа-ритма после прекращения болевого раздражения (М.К. Бротман, Н.В. Семенов, 1952; А.Н. Бакулев, С.Н. Ефуни, 1958). По данным Н.Г. Петровой (1954) при выраженном длительном болевом синдроме на электроэнцефалограмме (ЭЭГ) появлялись высокоамплитудные колебания со склонностью к заострениям.
- гидрофильностью тканей (А.А. Черкее, 1954; И.С. Кардонский, 1955). Установлено, что всасывающая способность кожных капилляров возрастает, уве-

личивается их проницаемость в зоне локализации боли (И.Л. Вайсфельд, Г.Н. Кассиль, 1956; Г.И. Эпиня, 1958; Peterson, 1927).

- изменением сердечно-сосудистых реакций в виде учащения сердцебиения (И.П. Павлов, 1913; Viguora R., 1861).
- повышением артериального давления (И.Р. Бахромеев, Л.Н. Соколова, 1938; М.Г. Дурмишьян, 1955; Danilewsky, 1875);
- увеличением в крови гистамина при болевом раздражении (О.Н. Минут-Сорокина, 1940; Д.Е. Рывкина, Н.И. Булатов, 1946; М.С. Григорьян, Г.А. Яролова, 1957; Г.Н. Кассиль, И.Л. Вайсфельд, 1959).

Однако, надо признать, что, несмотря на существование большого количества способов объективной оценки боли, все они очень узконаправлены и разрознены, и поэтому не нашли широкого применения в практике.

При этом становится ясно, что механизмы боли и механизмы изменения электрокожного сопротивления объединяет сложность физико-химических и клеточных реакций, а также одновременное участие нейротрофических и вегетативно-сосудистых реакций. Общность механизмов делает возможным превратить измерение электрокожного сопротивления в тонкий вегетативный тест для объективной оценки степени некоторых типов болевых реакций и даже для выяснения истинной причины боли, что было подтверждено многими исследованиями.

1.3. МЕТОДИКИ ДЕРМАТОГАЛЬВАНОМЕТРИИ

Дерматогальванометрия в последнее время явилась наиболее распространенным и достоверным способом объективной оценки боли, отражающим висцеро-дермато-трофические реакции и их связь с болевым синдромом. Под дерматогальванометрией в настоящее время понимается измерение электрического состояния кожи — измерение кожных потенциалов,

кожного сопротивления как постоянному, так и переменному току и электропроводности кожи. Эти методы являются тонкими тестами, отражающими вегетативно-сосудистые и вегетативно-трофические реакции на болевые раздражители. При измерении сопротивления кожи латентный период больше, чем при измерении потенциалов кожи, и более стабильно отражается взаимосвязь между болевыми ощущениями и электрическими процессами в тканях.

Большое значение изучению висцеро-дермато-трофических рефлексов с помощью дерматогальванометрии придавал И.П. Павлов. Исследуя ЭКС у гинекологических больных при выраженных болевых синдромах, Albrecht H. (1921) установил, что в зонах предъявляемой боли отмечалось снижение ЭКС постоянному току малой силы по отношению к общей реакции ЭКС. Он связывал этот феномен с раздражением симпатической нервной системы и считал возможным измерять возбудимость симпатической нервной системы в цифровых показаниях гальванометра. На основании полученных данных Альбрехтом было проведено множество исследований по выявлению локально ограниченных болевых зон. Выделение болевой зоны на коже по максимальному снижению ЭКС также регистрировали: Л.С. Минор, 1916; Е.Т. Залкиндсон, 1935; Г.И. Маркелов, 1936; М.К. Максимова, 1936; Н.И. Бганцев, 1940; Д.М. Цинцадзе, 1957; П.А. Бугаенко, 1957; Р.И. Утямышев, 1969.

По мере совершенствования электроизмерительного оборудования развивалась и гальванометрическая диагностика. Создание новых приборов всегда приносило новое качество в изучении дерматогальванометрии. На смену первым гальванометрам (Гальвани Л., 1789; Вольта А., 1780; Дюбуа-Реймон, 1848) пришли струнные гальванометры (И.Р. Тарханов и Фере И., 1888); зеркальные гальванометры (Л.С. Минор, 1915; Г.Т. Залкиндсон и Г.И. Маркелов, 1934-1936); гальванометры с электронно-лучевой трубкой (Эдриан Е.Д., 1931); гальванометры с лампово-транзисторными устройствами

(Н.Н. Мищук, 1948; Б.Д. Морозов, 1964); новейшая электронная аппаратура со звуковой, световой и стрелочной индикацией показателей электрокожного сопротивления и электропроницаемости кожи (Къенчев Д., Марков М., 1965; М.Д. Дунаевская, Л.Н. Корнилов, 1968; К.В. Дукмасова, 1969; М.К. Гейкин, В.И. Михалевский, 1969; А.П. Базыка, 1971; В.Е. Анисимов; Н.И. Рассказов, 1972; П.П. Слынько, 1973; И.Ф. Головкин, 1974; Р.И. Утямышев, 1974; Donaldson P, 1963; Kaplan S., Hobart J.L., 1965; Haines J.D., 1970; Kuschanmeister C.A., 1970; Pellin H., Maurica P., 1970; Montagu J.D., 1973).

Значительную эволюцию претерпевает и конструкция датчика-электрода. Датчик, являясь самостоятельным прибором, неразрывно связан с параметрами электроизмерительной схемы, представляет собой ее часть и обеспечивает точность метода в целом. Для измерения ЭКС применялись различные типы электродов:

- сухие металлические электроды различной площади, величины и формы (Г.Б. Кацнельсон, 1936; А.И. Маренина, 1949; Н.А. Менжурина, З.В. Шкуренко, 1952; К.А. Калантаевская, 1965). Основные погрешности измерения сухими металлическими электродами заключаются в недостаточном контакте с кожей и непостоянстве давления на кожу (П.П. Слынько, 1973).
- множественные электроды, состоящие из различных металлов и расположенные на различном расстоянии друг от друга (Н.Н. Мищук, 1948; А.И. Маренина, 1954; Клиник А, 1968; А.П. Судвин, 1971; И.Ф. Головкин, 1974).
- электроды с влажными прокладками (Е.Т. Залкиндсон, 1934; С.К. Розенталь, 1937; Д.В. Упоров, 1946; Б.М. Морозов, 1964; В.И. Пахомов, 1969; В.Д. Дорофеев, В.Д. Салабай, 1973).
- жидкостные электроды (М.С. Шмидт, 1933; П.П. Слынько, 1973).

По форме электроды разделялись на пластинчатые

(Клинг А., 1968), точечные (В.А. Подерни, 1938; М.К. Кейкин, В.И. Михалевский, 1969) и игольчатые (В.Е. Анисимов, Н.И. Рассказов, 1972; В.А. Хрущев, 1973).

Большое значение имеет давление электрода на кожу, и был предложен ряд решений, уменьшающих влияние давления электрода на кожу, например, подпружинивающие устройства (В.Е. Анисимов, В.Е. Рассказов, 1972; В.Д. Салабай, В.Д. Дорофеев, 1973; И.Ф. Головкин, 1974).

С созданием новых электронных измерительных приборов вышло в свет много работ, в которых авторы исследовали ЭКС при воздействии как постоянным, так и переменным током различной частоты. Были сделаны попытки выявить механизмы ЭКС, а также связь ЭКС с болевыми реакциями и различными функциями организма.

Е.Т. Залкиндсон (1934) создал гальванический измерительный прибор «Гапронаб» (гальваническая проба на боль, ГПБ), при помощи которого пытался выявить зависимости между степенью изменения ЭКС постоянному току малой силы и выраженностью болевого синдрома при различных заболеваниях. Это была одна из первых попыток объективного учета боли методом гальванометрии. Сопоставляя данные ЭКС с предъявленными жалобами на боль и другими клиническими исследованиями, автор делает заключение, что болевое раздражение, исходящее из внутренних органов, изменяет проводимость постоянного электрического тока у тканей, то есть вызывает целый ряд изменений гидрофильности коллоидов кожи и содержание в тканях электролитов. Исследуя изменение ЭКС при заболеваниях кишечника, периферической нервной системы в отоларингологии, Е.Т. Залкиндсон пришел к заключению, что раздражение симпатических сплетений, проникающих во все органы и ткани, вызывает снижение ЭКС в зоне больного органа. По мнению автора, всякое кожное раздражение, вызывающее болевое ощущение, сопровождается строго локализованным снижением ЭКС.

«Не противопоставлением объективных симптомов субъективным решается задача, а изысканием новых методов и путей объективизации субъективных жалоб больного и боли в первую очередь, как ценного симптома ряда процессов и заболеваний», — пишет Е. Т. Залкиндсон (1938).

Электрическое сопротивление кожи постоянному току малой силы наиболее полно и обстоятельно исследовала Ю. С. Сергеева (1936). Автор считает, что в отличие от КГР, ЭКС обладает большей инертностью, резко отстает в реактивности от КГР и в большей степени может отражать как состояние высших вегетативных центров, так и периферических вегетативных аппаратов, в то время как КГР отражает общие электрические состояния организма. По мнению автора ЭКС является самостоятельной функцией вегетативной нервной системы, и определение ЭКС может являться добавочным методом изучения вегетативного отдела нервной системы. Измерение ЭКС может быть использовано как объективный тест в неврологической клинике.

Исследуя вегетативные нарушения при заболеваниях периферической нервной системы, И. И. Русецкий (1936) установил, что при ишиорадикулитах, тункулитах отмечалось снижение ЭКС или повышение электропроводности кожи в зонах со сниженной чувствительностью при болевом синдроме.

В. А. Подерни (1934-1938), создатель новых электроизмерительных приборов, исследовал электрическую активность кожи одновременно с поверхностной чувствительностью и измерениями температуры кожи. При этом было установлено, что в зонах со сниженной поверхностной чувствительностью в сторону снижения изменяется и ЭКС. В зонах с повышенной температурой отмечалось повышение ЭКС. При исследовании здоровых людей, В. А. Подерни было установлено, что на коже человека по всей поверхности расположена сеть линий и точек с повышенной электропроводностью и сниженным ЭКС, закономерно ориентированная и сохраняющаяся топически неизменной

не только при жизни, но и после смерти.

А. П. Николаев и В. А. Подерни (1937) методом гальвано-пальпации определяли совпадение зоны предъявляемой боли со сниженной чувствительностью в зонах Гедда. Авторы отмечали снижение ЭКС в 50-100 раз в зонах Гедда при болевом синдроме.

Исследуя ГПБ при заболеваниях периферической нервной системы и суставных заболеваниях, Л. Ю. Крумберг (1936) отметил совпадение зоны предъявляемой боли и регистрируемого снижения ЭКС у больных до лечения в 90,8-91,7% и у больных после проведенного лечения в 8,3-9,2%.

У пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями «гапронаб» исследовала М. К. Максимова (1936). Снижение ЭКС на боль отмечалось в 83,3% обследованных больных с болевым синдромом. Из 30 человек, имевших ишемические нарушения в сердечных мышцах, но без болевого синдрома, у 25-ти было зарегистрировано снижение ЭКС в кардиальной зоне. Автор пишет, что на коже выделялись рисунки определенной формы в проекционных сердечных зонах. По мнению М. К. Максимовой, «Гапронаб» не только регистрирует боль, но и может улавливать неполноценность питания нервно-мышечного аппарата сердца.

Изучая ГПБ у больных с заболеваниями суставов, Г. Б. Кацнесольн (1936) указывал на большое число случаев полиартрита, когда привычных объективных тестов нет, есть только предъявляемая боль. Особенно ценным, по мнению автора, представляется подход к оценке боли во взаимосвязи её с состоянием симпатической нервной системы больного и соответствующими физико-химическими изменениями ткани и органа. В этих случаях гальваническая проба явилась незаменимым диагностическим способом и объективным методом оценки болевых синдромов с положительным результатом в 94,6% случаев. Автор отмечает такую особенность, что при наличии припухлости сустава, ЭКС повышалось независимо от степени боли, когда же припухлость проходила, ЭКС резко падало.

Гальваническую пробу на боль (ГПБ) при вегетативно-сосудистых синдромах исследовал М.А. Горник (1938). По сравнению со здоровыми, у больных с вегетососудистыми синдромами отмечалось общее снижение ЭКС при наличии болевого синдрома и отсутствие снижения ЭКС у тех же больных без боли.

Гальванопальпацию как объективный метод определения локализации и интенсивности болей использовал Н.И. Бганцев (1940). Методом ГПБ при патологии внутренних органов определялось совпадение зон предъявляемой боли и зон со сниженным ЭКС. Чем сильнее была боль, тем больше было выражено снижение ЭКС. Однако, автор замечает, что при очень сильных болях локально сниженное ЭКС выделить не удавалось. В остальных случаях снижение ЭКС имело узкую зону и проецировалось в дерматомах, соответствующих заболевшему органу.

Один из ведущих представителей вегетологии Г.И. Маркелов (1934-1940) большое внимание уделял изучению электрического состояния кожи при заболеваниях периферического отдела вегетативной нервной системы. Он считал, что гальванометрия может служить целям топической диагностики. Максимум биоэлектрических изменений регистрируется в фокальном участке больного органа, и в меньшей степени — в ирритативных зонах. И в фокальных, и в ирритативно зависимых зонах отмечается снижение ЭКС при слабых и умеренных патологических процессах. При процессах высокой интенсивности возникает эффект торможения электрических показателей, и ЭКС повышается. Говоря обо всей сложности кожно-гальванических явлений, полиморфизме их происхождения, взаимодействия различных токов, зависимости их от целого ряда эндогенных и экзогенных влияний и изменчивости в связи с этим, автор делает выводы, что общей стандартной методики здесь не создать, она может быть только типовой.

С появлением новой электроизмерительной аппаратуры стали с большей точностью производиться исследования дермато-гальванических показателей при самых различных

заболеваниях.

Новый этап исследований ЭКС связан с созданием гальванометрического прибора Н. Н. Мищуком (1948). Электрокожное сопротивление исследовалось совместно с потоотделением. С прибором Н. Н. Мищука работали специалисты в различных областях медицинской науки. Было отмечено множество особенностей ЭКС при различных заболеваниях, сопровождающихся болевым синдромом.

Снижение ЭКС в зоне вегетативного раздражения отмечала А. И. Маренина (1949). Снижение ЭКС при болевых раздражениях, и затем достоверное его повышение после ганглиэктомии независимо от степени боли отмечали А. Г. Филиппова, Л. Н. Канавец (1946), В. Т. Тур (1958).

Зависимость снижения ЭКС постоянному току от силы тестирующего тока и времени его воздействия изучали Н. А. Менжурина, З. В. Шкуренко (1952). Было установлено, что ЭКС снижается во времени только при воздействии достаточно большой силы тока — не менее 2 мА. Были также выявлены участки с постоянно сниженным ЭКС.

Снижение ЭКС у больных с активным ревматизмом находили В. Г. Беззубик (1956), В. И. Козлова (1966), Сюн-Уй-Ци, (1961). Авторы отметили хаотическое изменение ЭКС в различные дни и даже часы у одних и тех же больных.

Измерения ЭКС, как объективный тест болевого синдрома при люмбоишиалгиях, применил Д. В. Упоров (1946). Изучая ЭКС при люмбоишиалгическом синдроме на постоянном и разночастотном переменном токе, он установил, что при воздействии постоянным током выявляется корреляция между степенью болевого синдрома и снижением ЭКС. Автор считал, что этот способ может явиться объективным критерием в диагностическом, патогенетическом и терапевтическом отношениях.

Продолжая изучение болевого синдрома при люмбоишиалгиях, П. А. Бугаенко (1957) удалось установить зависимость между степенью боли и снижением ЭКС в зоне проекции

воспаленных нервных стволов, что давало возможность определить топику болевого рисунка. По мнению автора, гальваническая проба на боль является более чётким показателем, чем данные словесных отчётов больных.

В итоге, достоверное снижение ЭКС при болевом синдроме было зарегистрировано большим числом исследователей при различных заболеваниях:

- при заболеваниях кожи: М.Е. Липец, 1966; Fuhrer Marcus J. (1971);
- при стоматологических заболеваниях: И.В. Мирошниченко, 1966; А.П. Базыка, В.П. Логунов, 1971;
- при профессиональных заболеваниях рук: В.М. Пинский, 1967; Е.П. Сидорик, 1969; В.Е. Анисимов, Н.И. Рассказов, 1972,
- при терапевтических заболеваниях: М.П. Тумановский, В.П. Лысов, 1950; Р.В. Мамичев, 1954; В.А. Кожевников, 1955; М.Б. Дунаевская, 1959; К.В. Дукмасова, 1969,
- при пояснично-крестцовом радикулите: Д.В. Упоров, 1946; Л.А. Коротков, 1953; Ю.Д. Смирнов, 1957; Б.С. Агте, 1961, 1968; М.И. Черновицы, 1966; М.А. Белоус, 1970; Г.Н. Карпенко, 1972.

Локальное снижение ЭКС в зоне боли отмечали также и зарубежные авторы: Nibayet E.H., 1963; Saurek K., 1965; Charpentier J., 1965; Bauch K., 1966; Neuman P.K., 1969; Kumazowa T., Naotsuca T., 1970; Fuhrer M.J., 1971; Varni J.Y., Doerr H.O., Franklin J.R., 1971; Yrosse D., Witzlob E., 1972.

Большой интерес представляют работы Д.М. Цинцадзе (1957) и Г.А. Бебуришвили (1964). Ими было установлено, что какова бы ни была локализация или происхождение болей при «остром животе», гальваническая проба на боль оказывалась положительной. Чем сильнее были выражены болевые ощущения, тем больше понижалось ЭКС. При остром холецистите область с пониженным ЭКС определялась в правом подреберье. Во всех случаях острого аппендицита максимальные цифры

снижения ЭКС определялись в правой подвздошной области. Авторы отмечали, что снижение ЭКС на боль может служить объективным симптомом и являться ценным диагностическим методом. Также они отмечали, что исследователи обычно испытывали большие трудности при попытках объективно зарегистрировать боль, и что существующая в медицинской науке аппаратура недостаточно совершенна. К таким же выводам приходят: Е.П. Бокинг, 1954; Р.В. Мамичев, 1954; В.П. Горев, 1967; Клиник А., 1968.

Изучая изменения сопротивления тканей зуба на боль при воздействии постоянным и переменным токами, Т.В. Никитина (1967) отмечает снижение электрического сопротивления тканей зуба при боли в 5-6 раз по сравнению со здоровой тканью. Оказалось, что средние показатели сопротивления при воздействии постоянным током 400 кОм, переменным же током — 57 кОм.

Изучая болевую чувствительность при воздействии низко- и высокочастотным токами, В.И. Пахомов, Э.В. Иванов, О.Р. Колье (1969) отмечали снижение ЭКС при боли, но оценивали эти явления по «коэффициенту поляризации Тарусова» — отношению данных, полученных при низкочастотном воздействии током с частотой 102 Гц, к данным, полученным при воздействии током с частотой 106 Гц.

В.М. Большов и В.И. Смирнов (1969) создали прибор, регистрирующий не абсолютную величину комплексного электрокожного сопротивления, а резкое изменение комплексного сопротивления поверхностного слоя эпидермиса в момент прохождения щупа.

Большой интерес представляет «тобископ» авторства М.К. Гейкина, В.И. Михайловского (1969), в котором при биполярном измерении сопротивления загоралась лампочка над эпидермальной точкой, имеющей ЭКС на один порядок ниже фонового. Представляет интерес прибор М.Б. Дунаевской и А.Н. Коррилова (1968), в котором при биполярном

исследовании над зонами резкого снижения ЭКС возникал звуковой сигнал.

К. В. Дукмасова (1969) считает, что исследование ЭКС постоянным током усложняется технической реализацией, так как постоянный тестирующий ток должен быть очень малым — порядка 10^{-8} А, и указывает на невозможность создания приборов, измеряющих ЭКС порядка сотен мегаом. Учитывая технические трудности, автором был использован тестирующий переменный ток с частотой 2 кГц. Измерения проводились и игольчатым, и точечным электродами, биполярно, в активных эпидермальных точках..

Оценка степени боли, тяжести заболевания и топографии патологической зоны проводилась по комплексному ЭКС, активной и реактивной его составляющих, углу сдвига фаз между измерительным током и напряжением.

Все эти показатели измерялись в динамике у здоровых и больных с коронарной недостаточностью, язвенной болезнью желудка, хроническим гепатохолециститом. Была выявлена зависимость между измеряемыми параметрами комплексного ЭКС, болевым синдромом и клиническими данными. Наблюдалось статистически достоверное снижение ЭКС в сегментах иннервации над органами: сердцем, желудком, желчным пузырем. У больных с коронарной недостаточностью максимальное снижение ЭКС было в зонах предъявляемой боли С4-D4 сегментов слева; у больных с язвенной болезнью желудка — в сегментах D5-D8 слева; у больных с гепатохолециститом — в сегментах D5-D8 справа. Также было установлено, что у здоровых людей резко отличающихся зон ЭКС не регистрировалось.

Автор делает вывод, что оценка электрических состояний участков кожи, анатомически связанных с определенными внутренними органами, объективно позволяет следить за развитием патологического процесса. Один из вероятных, но недостаточно изученных путей расширения диагностических

возможностей лежит в исследовании электрической характеристики кожи при патологических состояниях и боли.

По мнению К.В. Дукмасовой, используемый в большинстве приборов мостовой метод измерения не обеспечивает постоянства величины измерительного тока. Вследствие этого, каждое измерение выполняется при новом значении измерительного тока, величина которого определялась величиной измеряемого сопротивления кожи. Такая взаимная связь измеряемой величины и измерительного тока не дает возможности сопоставлять результаты измерений. Созданный К.В. Дукмасовой (1968) «электродерматограф» обеспечивал отдельный отсчет и измерение составляющих комплексного сопротивления кожи при постоянном эффективном значении измерительного тока. Благодаря этому исключалось влияние самого процесса измерения, и появлялась возможность производить сопоставление полученных результатов. Прибор позволял обнаруживать эпидермальные точки, полное сопротивление которых отличалось от сопротивления кожного покрова на порядок.

Электродерматограф К.В. Дукмасовой был награжден в 1968 г. золотой медалью на ВДНХ. Диапазон измерений омического сопротивления от 1 кОм до 5 МОм.

Аналогичные исследования ЭКС при болевых синдромах, связанных с заболеванием внутренних органов, проводились М.Б. Дунаевской (1968). При непосредственном участии автора был создан портативный электронный прибор со стрелочной и звуковой индикацией. При помощи этого прибора биполярно поисковым методом с использованием шарикового электрода определялась зона со сниженным ЭКС. Шкала прибора отградуирована в миллиамперах. Автором была сделана попытка объективизировать субъективное ощущение боли с целью ранней диагностики топически определить больной орган, когда имеются ещё незначительные функциональные изменения. Снижение ЭКС на боль над пораженным органом или в зоне его проекции было статистически достоверно.

Р.И. Утямышев (1969-1974) создал серию приборов, принцип работы которых был основан на методе роста постоянного тока на несущей частоте. В одно из плеч моста включался участок кожи человека, и по измеряемому КГР производилась количественная оценка ЭКС с диапазоном измерения от 1 кОм до 5 МОм. Автор рекомендовал производить регистрацию именно ЭКС, а не КГР.

По мнению Р.И. Утямышева, электрическое сопротивление тканей свидетельствует о многих физиологических процессах и служит эффективным способом диагностики некоторых заболеваний. При этом заслуживает внимание простота исследования. Электрокожное сопротивление постоянному току резко падает при увлажнении и под воздействием ряда процессов в нервной системе. В случаях, соответствующих болевому синдрому, происходит уменьшение сопротивления кожи, что может быть объективным методом определения болевых ощущений исследуемого.

И.Т. Акулиничев (1973) разработал электронный индикатор, в котором с целью обеспечения автоматической подстройки входных параметров усилителя к изменяющемуся междуэлектродному сопротивлению использовался реактивный каскад на полупроводниковом триоде.

По мнению П.П. Слынько (1973), целесообразно биполярное измерение ЭКС, в этом случае измеряемая величина и её изменение будут относиться только к тому участку кожи, на котором установлен активный электрод, а величиной на индифферентном электроде можно пренебречь. Автор считает, что тестирующий ток, пройдя однородную часть эпидермиса, сразу же расходится веерообразно, и глубже рогового слоя площадь поперечного сечения проводника практически не определима.

Исследуя комплексное ЭКС при воздействии высокочастотными токами малой силы, И.Ф. Головкин (1974) стал измерять емкостную компоненту, модуль и аргумент комплексного сопротивления как межэлектродного участка, так и в глубине

покровных тканей. Автор оценивает прием как объективный вегетативный тест при болевом синдроме. Под сухими электродами регистрировалось снижение комплексного кожного сопротивления, особенно его емкостной компоненты. По мнению автора, такое исследование комплексного кожного сопротивления давало возможность понять некоторые механизмы ЭКС.

В своей монографии «История, теория и практика исследований кожно-гальванических реакций у человека» Ю.К. Иванов (1974) отмечает, что регистрация электрического сопротивления кожи (ЭКС) и регистрация электрических потенциалов кожи (КГР), как показателей состояния организма, дают идентичные результаты.

Из зарубежных приборов обращают на себя внимание: прибор «ФОКО-СПОТ» фирмы «Fritz Hellinger & K^o», ФРГ, 1956; «Mizuda», Япония, 1956; «Прибор для измерения и регистрации электрического сопротивления кожных покровов», ЧССР, 1959; прибор «OmronTes-II» фирмы Tateise Electronics, Япония, 1959; «Электрический аппарат, измеряющий сопротивление кожи для использования в биофизике», Франция, 1962; «Фореометр типа 10 Е 19» предприятия «Prema», ЧССР, 1963; «Мост с транзисторным селективным усилителем, предназначенный для измерения электрокожного сопротивления», ЧССР, 1963.

Во всех известных зарубежных приборах измерение ЭКС производилось биполярно, а максимальная величина ЭКС составляла 2-5 МОм.

ГЛАВА 2. ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОНЯТИЯ ЭЛЕКТРОЭПИДЕРМАЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ (ЭЭС) И ПРЯМОЙ АНАТОМИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

2.1. ЭЛЕКТРОЭПИДЕРМАЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

В настоящее время не вызывает сомнения общность действия физических законов как в неживой, так и в живой природе. Многие физические термины широко используются в биологии, медицине, а параметры применяются в диагностических целях. Это относится и к такой характеристике как электрическое сопротивление. Большое значение имеет величина электрического сопротивления тела человека в технике безопасности при работе с электрооборудованием.

С давних времён предпринимались многочисленные попытки использовать электрическое сопротивление биологических тканей для диагностики различных заболеваний.

В данном разделе рассмотрены вопросы электропроводности и диэлектрических свойств эпидермиса. Введение термина электроэпидермальное сопротивление (ЭЭС) будем рассматривать как с позиций биологии, так и с точки зрения физики.

В отношении эпидермиса человека существует общепринятое его определение как поверхностного слоя кожного покрова. Эта структура существенно неоднородна и имеет сама слоистое строение. Эпидермис человека состоит из пяти основных слоёв: роговой, блестящий, зернистый, шиповидный и базальный [1].

Эпидермис и кожа представляют собой единое целое и рассматриваются как одна биологическая ткань. Именно поэтому

ни у кого из предшественников Б.М.Ворошилова (Штруппа) не возникало мысли выделить сопротивление (или проводимость) эпидермиса в самостоятельное понятие. У человека, как и у многих видов млекопитающих, кроме эпидермиса, покрывающего всё тело, существуют видоизменённые его формы — волосы, ногти и пр. Толщина основного вида эпидермиса различна, но разброс не очень значителен.

Эпидермис практически неотделим от кожи, наибольшую толщину он имеет в таких специфических образованиях, как мозоли, которые формируются чаще всего на ладонях рук и подошвах ног. В принципе, срез мозоли можно рассматривать в качестве образца изолированного эпидермиса. Однако в мозоли утолщается, прежде всего, наружный роговой слой, и его электрофизические характеристики могут существенно отличаться от таковых в других частях тела человека. С точки зрения медицинской диагностики необходимо рассматривать всю поверхность человеческого тела.

Особенность эпидермиса человека в том, что это слоистая структура как на макро-, так и на микроскопическом уровнях. Под макроскопическим уровнем мы будем подразумевать масштаб в единицы-десятки микрометров, а под микроскопическим — масштаб в единицы-десятки нанометров.

Колебаниям толщины в достаточно широких пределах наиболее подвержен роговой слой эпидермиса, который не содержит живых клеток с ядрами, а состоит из мелких роговых чешуек. Именно этот слой позволяет биологам характеризовать эпидермис как омертвевшую составляющую кожи, тогда как с позиций физической науки он определяется нами как активная преобразующая структура [2]. В этом и заключается принципиально новый взгляд на функции эпидермиса. Следует заметить, что сказанное в первую очередь относится к изолированному эпидермису животных. У человека в ходе эволюции активная функция эпидермиса выражена слабее. Однако физические параметры эпидермиса могут быть целенаправленно

использованы в медицинской диагностике заболеваний. Прежде всего, это электропроводность и диэлектрические свойства эпидермиса. Из всех изученных биологических тканей эпидермис обладает наименьшей электропроводностью [3].

Эпидермис человека представляет собой ярко выраженный диэлектрик. Он может быть отнесён к биологическим полимерам с кристаллическими включениями в виде меланина. Слоистость структуры эпидермиса приводит к анизотропии электрофизических характеристик в направлении, перпендикулярном к плоскости слоёв.

Основное отличие эпидермиса от собственно кожи состоит в процентном содержании воды, которая непосредственно связана с биополимером и находится в так называемой структурированной форме [4]. Кожу также можно считать биополимером, но более гидратированным, чем эпидермис. Несмотря на то, что чистая вода является хорошим изолятором, присутствие в каждом покрове человека растворённых химических веществ превращает воду в электролит. Эпидермис, особенно роговой слой, в отличие от кожи практически дегидратирован и лишён электролита. Благодаря существенному различию в степени гидратации эпидермиса и кожи, в них различны и физические механизмы электропроводности.

Биополимеры, к которым относятся кожа и эпидермис занимают особое место среди веществ, так как их молекулы имеют длинноцепочечное строение [5]. Помимо электропроводности указанные структуры обладают и диэлектрическими свойствами. Электропроводность обусловлена тем, что структура данных диэлектриков не идеальна — в них присутствует множество различных включений, обуславливающих наличие подвижных носителей зарядов — заряженных частиц, способных перемещаться на значительные расстояния под действием внешнего поля. Ввиду того, что эпидермис можно отнести к классу биоэлектретов, он обладает также квазипостоянным электрическим зарядом, и состояние поляризации частично сохраняется после

снятия внешнего воздействия.

Важная особенность рассматриваемых биополимеров заключается в изменчивости их параметров как во времени, так и при различных условиях окружающей среды. Например, под действием ультрафиолетового (УФ) излучения возрастает количество пигмента меланина, от частоты сердечных сокращений зависит кровенаполнение сосудов кожи, от процессов метаболизма — концентрация растворённых в её электролите веществ.

Ультрафиолетовое излучение в эпидермисе-диэлектрике вызывает фотопроводимость, и в нём начинают проявляться полупроводниковые свойства. Наблюдается рост электропроводности многих образцов изолированного эпидермиса, типичный для полупроводниковых материалов. Это один из примеров утверждения об условном, в некоторой степени, делении веществ на полупроводники и диэлектрики. В обычных условиях диэлектрические свойства эпидермиса преобладают над электропроводностью на всех частотах [3].

Хорошо известно, что экспериментальное изучение электропроводности полимерных диэлектриков связано с рядом трудностей. Во-первых, из-за малой удельной проводимости хороших полимерных диэлектриков для измерения токов, протекающих через полимер, необходима высокочувствительная аппаратура. Во-вторых, эта проводимость сильно зависит от незначительного количества примесей, что приводит к разбросу значений проводимости на несколько порядков. В-третьих, с течением времени происходит спад тока, протекающего через полимерный диэлектрик. Поэтому о механизме проводимости полимеров можно судить только по косвенным данным [5]. В полной мере сказанное относится и к такому биополимеру с кристаллическими включениями как эпидермис.

Проводимость полимеров, в основном, может носить как ионный, так и электронный характер. По нашему мнению, один из главных признаков возможного деления кожи и эпидермиса на две тканевые структуры именно различный тип

электропроводности.

В коже, содержащей значительное количество электролита, основной тип проводимости ионный, а в наружном роговом слое эпидермиса наиболее вероятен электронный механизм. Известно, что электронная проводимость диэлектриков в обычных условиях мала по сравнению с ионной [6]. С этим связано и существенное различие в диапазонах изменения электрокожного и электроэпидермального сопротивлений. Последнее в обычных условиях на 2-3 порядка величины больше, чем ЭКС.

В физической классификации электрического сопротивления используются понятия как удельного объёмного, так и удельного поверхностного сопротивлений. И то, и другое являются основными параметрами электропроводящих полимерных материалов [7]. С полным основанием эти термины могут быть применены для кожи и эпидермиса человеческого организма.

Ввиду того, что в историческом обзоре экспериментальных работ, проведённых почти за два столетия, используются, в основном, термины электрокожное сопротивление (ЭКС) и кожно-гальванический рефлекс (КГР), мы в дальнейшем редко будем утреблять приставку «удельное». Для медицинского приборостроения не имело принципиального значения — измерялось ли просто ЭКС или удельное ЭКС. Гораздо важнее показать разницу между объёмным и поверхностным сопротивлениями кожного покрова человека.

Проводить аналогию между понятиями поверхностной электропроводности в физике диэлектриков и биофизике эпидермиса неправомерно, так как причины и механизмы этих явлений различны. Само же понятие поверхностного сопротивления (проводимости) применительно к эпидермису весьма уместно.

В твёрдых диэлектриках, прежде всего однородных по составу, благодаря неизбежному увлажнению, окислению и загрязнению поверхностных слоёв электрической изоляции создаётся заметная поверхностная электропроводность [8]. Она

выше, чем в объёме материала. К ним вполне обоснованно применим термин поверхностного (или удельного поверхностного) сопротивления.

В эпидермисе и коже всё происходит наоборот — электросопротивление эпидермиса существенно выше кожного. Это ещё одна причина того, что до Б.М.Ворошилова (Штруппа) его практически никто не мог надёжно измерить.

По отношению к широкому спектру частот электромагнитного поля и эпидермис, и кожа характеризуются собственным комплексным сопротивлением, которое включает активную, ёмкостную и индуктивную составляющие. В этом отношении фрагмент биологической ткани не отличается от большинства образцов неживой материи.

Зависимость импеданса биоткани от частоты (прямая пропорциональная для индуктивной составляющей и обратнопропорциональная для ёмкостной) приводит часто к низкой воспроизводимости результатов измерения сопротивления на переменном токе. Диэлектрические свойства кожного покрова — диэлектрическая проницаемость и тангенс угла потерь также являются частотно зависимыми характеристиками данной биоткани.

Эти обстоятельства делают нецелесообразным проводить измерения электрического сопротивления кожного покрова, прикладывая к электродам переменное напряжение. Наиболее стабильные результаты могут быть получены при использовании источников постоянного напряжения. У проводников на постоянном токе поверхностное сопротивление можно не учитывать, так как в них поверхностные токи пренебрежимо малы по сравнению с объёмными.

В физике тонких слоёв твёрдых диэлектриков (например, лаковых плёнок) обычно не используют понятие поверхностное сопротивление, так как в этом случае практически невозможно отделить поверхностные токи утечки от объёмных [8].

Формально мы сталкиваемся с подобной ситуацией при

попытках измерить отдельно электрическое сопротивление собственно кожи и её наружных слоёв, образующих эпидермис.

Внешний по отношению к окружающей человека среде — роговой слой эпидермиса — имеет максимальную по сравнению с остальными четырьмя слоями толщину, превышающую в десятки, а в отдельных местах — и в сотни раз, их суммарную толщину [1]. При правильной постановке эксперимента: выборе оптимальной формы и размеров электродов, определении диапазона наноамперного тестирующего тока и минимизации величины приложенного постоянного напряжения — возможно измерить именно электрическое сопротивление эпидермиса, или поверхностное сопротивление.

Остановимся теперь на чисто медицинской проблеме — попытке связать степень болевого синдрома пациента с величиной ЭКС.

Анализ данных литературных источников, в которых исследовалась проблема боли, показывает, что не существует единого мнения учёных относительно причин возникновения болевых ощущений. Многочисленные попытки связать болевой синдром с изменением ЭКС также не увенчались успехом.

Созданные приборы, регистрирующие изменения ЭКС, не нашли широкого применения в медицинской практике. Электрокожное сопротивление — весьма неустойчивая величина, зависящая от множества внутренних и даже внешних факторов. Например, непостоянна степень кровенаполнения сосудов кожи, при изменении скорости солевого обмена подвержен колебаниям состав электролита, отвечающего за ионный тип проводимости. На величину ЭКС влияет психоэмоциональное состояние человека. Колебания температуры, влажности и атмосферного давления окружающей среды также могут сказываться на показаниях при измерениях ЭКС.

Наконец, существенное значение имеет способ определения ЭКС, размеры и конструкция электродов.

Известно, что при измерениях электрического

сопротивления в физике или технике большое значение имеет обеспечение хорошего контакта в месте приложения электродов. В противном случае величина контактного сопротивления может существенно исказить результаты измерений. С целью его минимизации удаляют оксидную плёнку с поверхности детали, обезжиривают её, увеличивают площадь контактирующей зоны, осуществляют плотный прижим, применяют пилообразные (зубчатые) электроды типа «крокодил» и другие приёмы.

Конечно, влияние контактного сопротивления при измерениях ЭКС в диапазоне десятки, сотни килом-единицы мегаом и ЭЭС в диапазоне единицы-сотни мегаом не столь велико, как при измерениях малых сопротивлений. Здесь возникает другая проблема. При любой попытке измерить стандартным биполярным методом на каком-либо участке тела человека поверхностное сопротивление (фактически ЭЭС) реально измеряется ЭКС.

Дело в том, что в слоистой структуре каждый слой имеет определённые значения омического (активного) сопротивления R_i (проводимости G_i), диэлектрической проницаемости ϵ_i и ёмкости C_i . Индуктивностями слоёв при измерениях на постоянном токе можно пренебречь.

Эквивалентная электрическая схема эпидермиса зависит от формы и размеров электродов, на участке между которыми измеряется сопротивление. При использовании электродов игольчатого типа они легко проникают вглубь слоистой структуры, достигая собственно кожи. Измеряться в этом случае будет не электроэпидермальное, а электрокожное сопротивление. Последнее в сотни и тысячи раз меньше ЭЭС.

Если контакт электродов при биполярном способе измерения сопротивления осуществляется с несколькими слоями эпидермиса, и электроды не проникают в кожу, результирующее сопротивление будет меньше минимального из всех значений R_i ($i=1,2,\dots,5$). При этом эквивалентную электрическую схему рассматриваем как параллельное соединение $R_1, R_2, \dots, R_5$ (число

макроскопических слоёв эпидермиса 5) и ёмкостей отдельных слоёв $C_1, C_2, \dots, C_5$.

На границах слоёв из-за разных значений диэлектрической проницаемости существуют скачки напряжённости электрического поля. Так как в электростатическом состоянии диэлектрик поляризован, кроме тока проводимости, обусловленного чисто омическим (активным) сопротивлением и в эпидермисе, и в коже существуют другие виды токов. Все их условно можно объединить и назвать токами утечки. Влияние этих токов не имеет принципиального значения для установления различия между ЭЭС и ЭКС. В дальнейшем будет рассматриваться только ток проводимости, вызванный приложенным напряжением от внешнего источника.

Применение различных форм электродов в схемах измерения сопротивления неизбежно приводило к тому, что в цепь измерения ЭЭС параллельно ему подключалось ЭКС. При этом всегда выполнялось соотношение $\text{ЭКС} \ll \text{ЭЭС}$.

Сопротивление кожи оказывает шунтирующее действие, практически весь ток от источника постоянного напряжения протекает через шунт — кожу, и ни о каком измерении ЭЭС не может быть и речи. Поэтому для правильного измерения ЭЭС, во-первых, электроды должны быть плоскими. Во-вторых, ширина электродов должна быть значительно больше расстояния между ними. В-третьих, необходимо устранить краевые эффекты.

Все эти обстоятельства привели к выбору оптимальной формы, а именно круглых плоских электродов, коаксиально расположенных по отношению друг к другу.

Если применять электроды в виде двух коаксиальных колец с радиусами r_1 и r_2 , то сопротивление участка поверхности между ними R_s выражается уравнением:

$$R_s = \frac{\rho_s}{2\pi} \cdot \ln \frac{r_2}{r_1} \quad (1)$$

или при $r_2 - r_1 \ll r_1$ приближённо

$$R_s \approx \frac{\rho_s}{\pi} \cdot \frac{r_2 - r_1}{r_2 + r_1} \quad (2)$$

где ρ_s — удельное поверхностное сопротивление [7].

Именно коаксиальная конструкция и была выбрана при создании датчика, предназначенного для измерения ЭЭС.

Медицинская диагностика внутренних патологий и степени болевых ощущений по измерению ЭЭС является контактной — в ходе осмотра больного коаксиальный датчик скользит по поверхности эпидермиса. Такое обследование должно быть безвредным (неинвазивным) для пациента. Постоянный ток величиной единицы микроампер абсолютно безопасен, лёгкое «покалывание» в коже вызывает ток в сотни раз больший.

Однако при сопротивлении в 100 Мом падение напряжения на межэлектродном зазоре может достигать 100 В. Кроме того, предварительные испытания коаксиального датчика показали, что ток микроамперного диапазона протекает не по эпидермису, а направляется вглубь — в кожу.

Только уменьшение тока до наноамперного уровня и использование источника питания в единицы вольт дало возможность исключить нестабильность при измерениях сопротивления.

Регистрировались значения в десятки и сотни мегаом, а не в десятки и сотни килом. Первый диапазон соответствовал ЭЭС, а второй — ЭКС.

На основании вышеизложенного можно утверждать, что выделив эпидермис в самостоятельную биоструктуру с целым рядом специфических свойств, вполне обоснованно не только использовать понятие ЭЭС, но и проводить его измерения.

Литература:

1. Михайлов И. Н. Структура и функция эпидермиса. — М.: Медицина, 1979. — 380 с.
2. Кубасов В. А., Никитюк И. Е., Петраш В. В., Штрупп (Ворошилов) Б. М. Эпидермис — слоисто-периодическая

биоструктура со свойствами фотонных кристаллов. — М.: Эдитус, 2019. — 236 с.

3. Медицинская биофизика: Учебник/ В.О.Самойлов. — СПб. СпецЛит. 2004. — 496 с.: ил.

4. Электреты: Пер.с англ. Под ред.Г.Сесслера. — М.: Мир, 1983. — 487 с., ил.

5. Борисова М.Э., Койков С.Н. Физика диэлектриков. Учеб. пособие. — Л.: Изд-во Ленинг. ун-та, 1979. 240 с., ил. — 154.

6. Физический энциклопедический словарь. / Гл.ред. А.М.Прохоров. Ред.кол. Д.М.Алексеев, А.М.Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др. — М.: Сов. энциклопедия, 1984. — 944 с., ил., 2 л. цв. ил.

7. Крикоров В.С., Колмакова А.А. Электропроводящие полимерные материалы. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 176 с., ил.

8. Тареев Б.М. Физика диэлектрических материалов: Учеб. пособие для вузов. — М.: Энергоиздат, 1982. — 320 с., ил.

2.2. ПРЯМАЯ АНАТОМИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ

Выражение прямая анатомическая проекция встречается в тексте монографии достаточно часто, поэтому остановимся более подробно на этом понятии. Определим его следующим образом. Для получения прямой анатомической проекции зоны патологии на поверхности кожного покрова испытуемого надо мысленно соединить центр этой зоны с точкой на поверхности, в которой в данный момент находится центральный электрод датчика при проведении измерений ЭЭС. Соединение двух точек должно осуществляться по кратчайшему пути, то есть отрезком прямой линии. Электрод датчика достаточно тонкий (его диаметр менее 2 мм), поэтому измерения ЭЭС имеют характер локальных.

Пространственное разрешение при построении топографической картины значений ЭЭС на исследуемой поверхности тела пациента достаточно высокое — порядка размера электрода.

Приведённое объяснение понятия прямой анатомической проекции не является строгим, так как место установки датчика относительно зоны патологии не определено однозначно. Рассмотрим это понятие с привлечением аппарата высшей математики.

Любая поверхность, в том числе поверхность тела человека имеет конечную кривизну. Исключение составляет плоскость, имеющая нулевую кривизну и радиус кривизны, стремящийся к бесконечности. На теле практически отсутствуют плоские участки достаточного размера, поэтому рельеф кожного покрова индивидуума в макроскопическом масштабе можно отнести к классу поверхностей второго порядка.

Сгладив микрорельеф рогового слоя эпидермиса, на котором производится измерение ЭЭС, получим участок кривой между точками А и В, как показано на рис. 1. Цифрами 1-5 обозначены основные слои эпидермиса человека, где наиболее широкий роговой слой, 6 — подкожная клетчатка и кожа. На рис. 1 условно изображён как бы гистологический срез биоткани или геометрическая модель участка кожного покрова.

Выберем на поверхности точку М, в которой при измерениях находится датчик, и проведём через неё касательную плоскость w к поверхности. В сечении плоскости рисунка пл. w изобразится прямой, касательной к дуге АМВ. Обозначим центр зоны патологии (ЗП) точкой N и проведём отрезок MN. Центр радиуса кривизны r — точка О — находится либо на отрезке MN, если расстояние от точки измерения до зоны патологии $L_O = MN > r$, либо на его продолжении вглубь организма, если $r > L_O$. Построим нормаль $\mathbf{n}$ в точке М к поверхности (внешней границе эпидермиса) — вектор, перпендикулярный к касательной плоскости в этой точке. Так как центр кривизны (точка О) расположен на прямой MN, а радиус кривизны поворотом совмещается с ней, то угол между касательной и этой прямой равен 90^0 (согласно известной в геометрии теореме о перпендикулярности касательной к радиусу, проведённому в точку касания).

Рисунок 1. Геометрическая модель участка кожного покрова

Следовательно, вектор нормали $\bar{n}$ совпадает с $MN = L_0$, и это есть кратчайшее расстояние от центра зоны патологии до места регистрации ЭЭС. Точка М — проекция точки N на касательную, это и есть прямая анатомическая проекция. Длина любой другой прямой, например, $L_1 = NK$ на рисунке 1 больше длины перпендикуляра ($L_1 > L_0$), так как она является наклонной.

Естественно, что любой сигнал, исходящий от больного органа (ЗП) в точке М будет больше по амплитуде и опережать по фазе (поступать на датчик раньше), чем сигнал в любом другом месте поверхности, ограниченной дугой АМВ.

Предполагая связь величины ЭЭС с уровнем энергетического сигнала, исходящего из зоны воспаления по кратчайшему пути проецирования точки N в точку М, получим минимальное

значение ЭЭС (максимальное значение электропроводности G) именно в точке M .

Оптико-физические характеристики (например, интенсивность излучения в различных спектральных интервалах) в зоне патологии должны отличаться от таковых в соседних здоровых тканях.

Диссипация энергии любого вида излучения, исходящего из зоны патологии на произвольном пути $L_i > L_o$, будет выше, чем на кратчайшем расстоянии MN . Примером энергетического сигнала может быть уровень инфракрасного (ИК) излучения, которое возрастает с увеличением температуры, а очень часто воспалительный процесс сопровождается её повышением. Поскольку эпидермис под действием излучения или нагрева может приобретать полупроводниковые свойства — возникает фотопроводимость, а значит уменьшается электрическое сопротивление.

Активная преобразующая функция эпидермиса состоит не только в способности отражать картину патологии внутренних органов, но также ретранслировать и даже усиливать слабое и сверхслабое излучение от внутренних органов человека также наиболее эффективно в прямой анатомической проекции.

ГЛАВА 3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЭС

В ноябре 1971 года проводилось изучение вегето-сосудистые реакции у больных со спаечной болезнью кишечника, сопровождающейся болевым синдромом. Работа выполнялась в хирургической клинике (для усовершенствования врачей) ХУВ-2 Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова.

Над областью абдоминальных спаек постаппендикулярного генеза, регистрируемых контрастной рентгеноскопией, был обнаружен разрыв сплошной дермографической полосы местного розового дермографизма. Эта полоска прерывалась в правой подвздошной области на протяжении 2-3 см. Такие наблюдения были получены у 8 из 10 обследованных пациентов. Решено было проследить фотохимическую реакцию в этом месте (прямая анатомическая проекция абдоминальных спаек, возникших после аппендэктомии, произведённой много лет назад). В квадрате из марли были сделаны щели слева и справа шириной 1 см. Они проходили через симметричные подвздошные области. Марлю накладывали на живот исследуемого и воздействовали ультрафиолетовым излучением интенсивностью в две биологические дозы. Через 8 часов проверяли загарную реакцию. Оказалось, что у 78% больных загарная полоска прерывалась там же, где прерывалась и полоска розового местного дермографизма.

Был сделан вывод, что над абдоминальными постаппендикулярными послеоперационными спайками в прямой их анатомической проекции на коже изменяются локально вегетативно-сосудистые и фотохимические реакции. Также выдвинута гипотеза, что в этом месте, видимо, изменяется

и гальваническая реакция кожи.

Все ранее проводимые исследования электрокожного сопротивления традиционно проводились биполярно с применением влажных прокладок и электропроводящих паст для того, чтобы снизить очень высокое электрическое сопротивление эпидермиса. В данном случае измерительный электрический ток обязательно должен был пройти сквозь эпидермис и замкнуть электрическую цепь в глубоко лежащих слоях кожи, которые можно рассматривать как электролитные системы. Измеренное электрическое сопротивление кожи обычно не превышало 2-5 МОм. Если воздействовать на кожу постоянным электрическим током силой 10^{-5} А и больше, то в подэлектродном пространстве возникает эффект поляризации кожи. При воздействии током меньшим 10^{-6} А эффект поляризации тканей становится настолько малым, что им можно пренебречь (Манойлов В.Е., 1936 г.). Тестирующий ток не проходит вглубь, а протекает между электродами по поверхности рогового слоя эпидермиса. При этом сопротивление достигает десятков, сотен, а иногда и тысяч мегаом, что возможно только у хорошего изолятора, каковым и является роговой слой. Таким образом, нам впервые удалось измерить поверхностное электрическое сопротивление рогового слоя кожи — электроэпидермальное сопротивление (ЭЭС),

3.1. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭПИДЕРМАЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Для изучения локальных изменений гальванических показателей кожи при болевом синдроме нами был выбран наиболее известный параметр — электрокожное сопротивление (ЭКС).

Поставленная задача решалась совместно с группой инженеров, в результате чего был разработан и сконструирован датчик и ряд измерительных приборов.

Датчик для измерения ЭКС состоял из двух металлических

коаксиальных электродов из нержавеющей стали с фторпластовой изоляцией между ними. Общий вид датчика с коаксиальными электродами приведен на рисунке 2.

Центральный электрод (4) (рис. 3) представляет собой металлический стержень диаметром 1,2 мм (при меньшей площади датчика появляется эффект игольчатого электрода, измеряющего электрическое сопротивление в биологически активных точках; последнее не только не входило в задачу настоящего исследования, но и являлось помехой при поиске участков кожи с изменённым ЭКС). Наружный электрод (2), охватывая центральный, является экраном, устраняющим электромагнитные помехи. Между этими электродами пространство (3) заполнено фторопластом. Вся эта конструкция располагается в корпусе из фторопласта (1) и зашлифована в плоскости датчика, контактирующего с кожей. Внутренний электрод, находясь в центре площади датчика, защищён от влияния влагонесущей среды (пот, влажный воздух), а его давление на кожу практически постоянно, так как снабжено специальной стабилизирующей площадкой диаметром 30 мм (1).

Рисунок 2. Общий вид коаксиальных электродов

Рисунок 3. Конструктивное исполнение коаксиального датчика:

1 — корпус из фторопласта, 2 — наружный электрод, 3 — межэлектродное пространство, 4 — центральный электрод.

В области подэлектродного пространства площадью 2.88 мм^2 под воздействием постоянного наноамперного тока электрическая цепь может возникнуть только в том случае, если тестирующий постоянный электрический ток протекает от наружного трубчатого электрода с опорным напряжением в 4,2 В по поверхности эпидермиса к центральному электроду. В этом случае электрическое сопротивление рогового слоя эпидермиса составляет сотни и тысячи мегаом.

Устройство А1-2, предназначенное для измерения поверхностного ЭКС, представляет собой портативный электронный измерительный прибор с диапазоном измерения от 10 кОм до 5 МОм и световой индикацией (рис. 4). Измерительные электроды (1) (рис. 5) прикладываются к поверхности кожи человека. Величина тока на входе усилителя (2) зависит от величины ЭКС в данной точке тела и величины приложенного напряжения, снимаемого с потенциометра (5). Вращая ручку потенциометра (5), можно приложить к измеряемому сопротивлению такое напряжение от источника (4), что ток на входе усилителя (2) достигнет величины 0,1 мкА, при котором обеспечивается

свечение индикаторного светодиода (3) на входе усилителя (2). Коэффициент усиления усилителя по току близок к значению 10^5 . Величина измеряемого ЭКС определяется по шкале потенциометра.

Рисунок 4. Общий вид устройства А1-2, служащего для измерения электрокожного сопротивления.

Рисунок 5. Структурная схема устройства А1-2, предназначенного для измерения электрокожного сопротивления: 1 — измерительные электроды, 2 — усилитель, 3 — индикаторный светодиод, 4 — источник питания, 5 — потенциометр.

Для автоматического регулирования уровней поверхностного ЭКС и расширения диапазона измерений было разработано и сконструировано устройство АЗ-1. Это высокочувствительный омметр с диапазоном измерения от 1 кОм до 100 МОм (рис. 6, рис. 7). К измерительным электродам (1) подключен вход полупроводникового стабилизатора наноамперного измерительного тока (2). К этим же электродам параллельно подключён измерительный прибор (3) (вольтметр).

Рисунок 6. Устройство АЗ-1, предназначенное для измерения электрокожного и электроэпидермального сопротивлений.

Рисунок 7. Блок-схема устройства АЗ-1. 1 — измерительные электроды, 2 — стабилизатор тока, 3 — вольтметр

Питание стабилизатора измерительного тока и измерительного прибора производится от автономного источника питания (4). Устройство АЗ-1 реализуется на стабилизаторе тока, выполненном на полевом операционном усилителе в микросхемном исполнении и цифровом измерительном вольтметре. В качестве входного измерительного усилителя цифрового вольтметра используется масштабный полевой операционный усилитель, аналогичный стабилизатору тока. Вариант такого цифрового устройства АЗ-1 на полевых интегральных микросхемах средней степени интеграции имело габариты 140x86x82 см и массу вместе с источником питания 610 г. Устройство имело три автоматически переключаемых диапазона измерения: 1 — 999 кОм, 1 МОм — 9,99 МОм, 10 МОм — 99,9 МОм. Погрешность измерения не превышает 2,5%.

У большинства обследованных ЭКС оказалось намного выше 100 МОм. Решено было создать приборы, способные измерять тысячи мегаом. Дальнейшее изучение результатов исследования позволило предположить, что измеряется в данном случае не электрокожное сопротивление, а электрическое сопротивление рогового слоя эпидермиса — электроэпидермальное сопротивление (ЭЭС). Общий вид измерителя электроэпидермального сопротивления (ИЭЭС-А4) представлен на рисунке 8. Прибор имеет диапазон измерения от 1 кОм до 1000 МОм.

Рисунок 8. Измеритель электроэпидермального сопротивления — ИЭЭС-А4.

Технические данные ИЭЭС-А4:

- Напряжение на разомкнутых клеммах прибора 4,2 В.
- Питание прибора комбинированное: от аккумуляторов и от сети переменного тока с частотой 50 Гц, напряжение 220 В.
- Температурные условия эксплуатации от -10°C до $+70^{\circ}\text{C}$.
- Относительная влажность до 90% при температуре $+30^{\circ}\text{C}$.
- Относительная погрешность измерения ЭЭС — 5%.
- Габаритные размеры: 200x220x30 мм.

Принцип действия прибора основан на методе преобразования измеряемого сопротивления (тока) в пропорциональное напряжение с помощью интегратора на операционном усилителе. Измеряемое сопротивление подключается последовательно с источником опорного напряжения 4,2 В ко входу операционного усилителя. Время нарастания выходного напряжения интегратора пропорционально току, протекающему через измеряемое сопротивление. Цифровая часть измеряет время нарастания тока и является преобразователем временного интервала в число.

На рис. 9 представлена схема входного устройства ИЭЭС-А4. Искомое сопротивление R_x включено последовательно в контур измерения при жёстко стабилизированном ограничительном сопротивлении $R_{огр}$. Протекающий ток заряжает ёмкость $C_{инт}$, а ключ задает частоту измерения до 2 МГц. Далее измеренный ток поступает на интегратор, компаратор и цифровую часть прибора, где и преобразуется в цифровой сигнал — число. На шкале индикатора возникает шестиразрядное значение измеренного сопротивления через каждую секунду. Таким образом, оператор имеет возможность оценить изменение абсолютных значений ЭЭС при скольжении датчика по коже со скоростью 1 см/с. В случае изменения показаний на табло видны значения ЭЭС, отличающиеся друг от друга количеством выставленных нулей в левой половине шкалы. Например: при поиске патологических зон ЭЭС установлено, что фон

ЭЭС равен «055000 кОм», а в зоне патологии — «000550 кОм». В этом случае показание в зоне патологии будет отличаться в 100 раз от фонового значения сопротивления.

Рисунок 9. Схема входного блока устройства измерителя электроэпидермального сопротивления ИЭЭС-А4.

Для графического отображения получаемых результатов совместно с Государственным союзным конструкторно-технологическим бюро счётных машин (ГСКТБ, г. Ленинград) был использован вычислительно-графический комплекс (ВГК) на базе мини-ЭВМ «Искра-125». Этот комплекс состоит из ЭВМ (3), узел записи и счета машинных команд (УЗСМК) (4), блока сопряжения (2), графопостроителя (6), цифропечати (5) и ИЭЭС-А4 (1) с моно- и полидатчиком (7) и функциональной связью с ВГК (рис. 10).

Для оператора-врача была разработана инструкция по использованию данного комплекса при решении задач выявления областей патологии и боли по данным ЭЭС. В соответствии с ней на кожу пациента в исследуемой зоне наносилась теневая сетка чернилами в виде квадрата 8×8 см, состоящая из 64 точек. Коаксиальным датчиком последовательно измеряли ЭЭС во всех 64 точках, каждое абсолютное значение ЭЭС регистрировалось на цифровом табло и поступало в память ЭВМ, на графопостроитель и цифропечать. Была предусмотрена

работа комплекса в автоматическом режиме. В этом случае матрица 8×8см, состоящая из 64 точек, выполнена в виде поликоаксиального датчика, фиксированного в эластической основе. Съём информации производился автоматически в течение 10 с.

Рисунок 10. Вычислительно-графический комплекс «Искра-125» с измерителем электроэпидермального сопротивления ИЭЭС-А4, предназначенный для графического отображения ЭЭС.

Математическая программа составлена таким образом, что после введения оператором фонового значения ЭЭС на бумаге, в квадрате 8×8 см ставились точки графопостроителем только в тех случаях, когда показатели ЭЭС меньше заданного фонового значения. Крайние точки, расставленные графопостроителем, соединяли между собой и получали рисунок воспалённого органа или «болевого рисунок» (рис. 11).

Дальнейшая обработка информации осуществлялась вышеизложенным способом. Одновременно распечатывались все абсолютные значения ЭЭС. Через графопостроитель по одному цифровому массиву можно было получить целый ряд конфигураций-рисунков. Точки между собой соединялись оператором, и получался ряд изоомических кривых.

Рисунок 11. Типы болевых рисунков (алгоритмы), полученные при помощи ВГК «Искра-125» и ИЭЭС-А4: 1 — протрузия межпозвонкового диска, 2 — выпадение межпозвонкового диска, 3 — межрёберная невралгия, 4 — шипок.

3.2. ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ ТОПИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ.

Способ реализуется при помощи коаксиального металлического датчика и электронного измерителя электроэпидермального сопротивления.

Во время работы поступают следующим образом: без предварительной обработки кожи (чтобы не исказить исходные данные) по коже обследуемого перемещают датчик. Давление датчика на кожу при данной его конструкции не имеет существенного значения. Необходим хороший контакт датчика с кожей. На цифровом табло прибора появляются значения электроэпидермального сопротивления (ЭЭС). Эти значения, например, 100 МОм — запоминают. Продолжают скользить датчиком по другим участкам тела в 4-5 местах (зонах). Эти показатели также запоминают. Из полученных данных выбирают наименьший показатель ЭЭС, например, — 50 МОм. Этот показатель называют опорным или фоновым — «Ф». Продолжая

скользить датчиком по коже со скоростью 2-3 см/с, следят за цифровым табло прибора. Если показатель ЭЭС отклоняется от фонового в 10, 100 и более раз, то это ЭЭС принимают за патологически сниженное — «П». В этом месте на коже обследуемого делают отметку. Исследуя область со сниженным ЭЭС, выявляют ряд значений, отличающихся от фонового ЭЭС в 10, 100 и более раз и делают в этих точках отметки, которые соединяют между собой линией и получают «болевого рисунок». Например, фоновое ЭЭС при пояснично-крестцовом радикулите 100 МОм, в области паравerteбральных точек (область прямой анатомической проекции нервного корешка) ЭЭС П=0,1 МОм. В этом случае определяют отношение фонового ЭЭС к патологически снижению как Ф/П. В данном примере получаем $100/0,1=1000$. Патологически сниженное ЭЭС в зоне воспаления нервного корешка будет в 1000 раз отличаться от фонового показателя ЭЭС.

Может быть рекомендовано несколько приёмов работы:

1. О больном ничего неизвестно (коматозное состояние, шок, ранний детский возраст и т.д.).

Первоначально определяется фоновое ЭЭС. После этого производится поиск зон со сниженным ЭЭС. Обследование производится системно над органами. Например: лицо, над сердцем, над печенью, над эпигастральной областью, над правой половиной живота, над левой половиной живота, над толстым кишечником, над органами малого таза, над суставами, мышцами. По задней поверхности тела: над остистыми отростками позвонков, по паравerteбральным линиям, над лёгкими, почками, над коленными, тазобедренными суставами и т.д.

2. При наличии конкретных жалоб на боль.

После определения фонового ЭЭС тщательно обследуется зона предъявляемой боли. Перемещение датчика производится

по радиусам к аллогенному очагу. Очерчивается зона с перепадом показателей ЭЭС в 10 раз, затем зона с перепадом показателей в 100 раз и зона с перепадом показателей в 1000 и более раз. Последняя зона условно выделяется как эпицентр.

3. Выявление зоны сниженного ЭЭС при функциональной нагрузке.

Например, при пояснично-крестцовом радикулите в покое над воспалённым нервным корешком отношение $\Phi/\Pi=20$. Датчик фиксируется кистью исследователя в области максимального снижения ЭЭС, и больного просят наклониться. В это время в исследуемой зоне ЭЭС снижается в тысячи раз, а отношение $\Phi/\Pi=20000$. Таким образом, возможно выявление патологического скользящего межпозвоночного диска.

При анализе влияния на фоновые показатели пола, возраста и профессии никаких существенных изменений выявлено не было. Исключением являлась поверхность кожи с густым волосным покровом или участки кожи с повышенным потоотделением (паховые, подмышечные области, ладонная поверхность кистей, подошвенная поверхность стоп). Для этих участков кожи необходимо выбирать своё фоновое ЭЭС и оценивать перепад показателя уже по отношению к вновь выбранному фону. Было замечено влияние высоких температур окружающего воздуха в летний период на фоновое ЭЭС. В этих случаях потливость являлась помехой при измерении ЭЭС. При низких температурах фоновое ЭЭС резко повышалось, но зона патологически изменённого ЭЭС регистрировалась отчётливо независимо от температурных воздействий. Изменение фонового ЭЭС в течение суток всвязи с приемом пищи не выявило значительных различий. Наибольший интерес представляли люди, страдающие ихтиозом. У этих лиц зоны патологически сниженного ЭЭС регистрировались наиболее отчётливо, а фоновое ЭЭС составляло сотни мегаом. Таким образом, было установлено,

что, хотя и варьировались фоновые показатели, оставалось неизменным отношение фонового ЭЭС к патологически сниженному ЭЭС.

Контактометрическим методом поиска возможно находить зоны со сниженным ЭЭС, расположенные в прямой анатомической проекции над больным, воспалённым органом. Таким образом, реализуется, признанный изобретением, способ топической диагностики заболеваний.

Данный метод (вариант его — электроэпидермометрическая изоалгография) является экспресс-диагностическим, прост в эксплуатации, не требует предварительной подготовки больного, не зависит от метеоусловий. Метод электроэпидермометрической изоалгографии (ЭЭМ ИАГ) может быть применён в полевых условиях с целью профилактических осмотров, профессионального отбора определённых контингентов, при экспертизе ВВК, ВТЭ и ВКК (рис. 12).

Рисунок 12. Топическая диагностика заболеваний, реализуемая с помощью устройства АЗ-1.

3.3. ДАННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И КЛИНИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С целью исследования некоторых электрофизических функций эпидермиса при болевом синдроме были проведены следующие эксперименты:

1) исследование ЭЭС при диагностике боли одного кролика кожным лоскутом на ножке другого кролика.

У кроликов на животе выбиралась кожа, и в соответствии с Международными требованиями и Европейской конвенцией по гуманному отношению к экспериментальным животным проводилась местная анестезия кожи 0,25% раствором новокаина. Затем отпрепарировался кожный лоскут на ножке и измерялось исходное ЭЭС у кролика с лоскутом и у контрольного кролика. Оказалось, что ЭЭС контрольного кролика составляло сотни мегаом. На коже отпрепарированного лоскута ЭЭС равнялось десяткам мегаом. У контрольного кролика производилась экспериментальная рана. Датчик прикладывался к наружной поверхности кожного лоскута и вместе с ним к поверхности кожи контрольного кролика. Датчиком с лоскутом пользовались как поисковым экраном для обнаружения раны другого кролика. В тот момент, когда датчик с кожным лоскутом перемещался над раной, на цифровом табло прибора регистрировалось резкое (в сотни раз) снижение ЭЭС. Для достоверности полученных показателей была проведена дополнительная серия измерений, во время которых наблюдалась повторяемость результатов. Этот эксперимент был проведен на трёх группах кроликов, полученные результаты оказались идентичными. Итак, было установлено, что ЭЭС животных имеет такие же показатели, как у человека, и при помощи кожного лоскута на ножке возможно находить аллогенные зоны в тех случаях, когда повреждён собственный эпидермис (открытые раны, ссадины на коже и т.п.).

2) исследование прямолинейности распространения сигнала боли при помощи ВГК “Искра-125” на примере регистрации экспериментального раневого канала.

Одним из авторов монографии, Ворошиловым (Штруппом) Б.М., были произведены проколы собственного предплечья пункционной металлической иглой на глубине 1,5-2см. После прокола игла извлекалась из мягких тканей, и с помощью вычислительно-графического комплекса был вычерчен путь раневого канала. (рис. 13). Средне-минимальное значение ЭЭС составило 17,1 МОм, средне-максимальное — 340 МОм. При величине $\Phi=100$ и 200 МОм регистрировался путь прохождения иглы (путь раневого канала).

Через 30 минут в месте укола возникла гиперемия и появилась резкая боль. При этом максимальное снижение ЭЭС регистрировалось в центре укола. К периферии показатели ЭЭС постепенно возрастали и стремились к фоновым.

При повторном аналогичном эксперименте (рис. 14) путь раневого канала регистрировался отчётливо сразу после прокола и через 20 минут. В этом случае никакого распределения ЭЭС вокруг зоны раневого канала не регистрировалось, так как не было зоны воспаления и боли. Показатели ЭЭС резко изменялись только непосредственно над раневым каналом.

Анализ изменений показателей ЭЭС при острой экспериментальной травме, сопровождавшейся выраженным болевым синдромом из зоны послераневого воспаления дал возможность выделить два вида биоэнергетических реакций из зоны боли: изменённый показатель регистрировался в виде узкой щели по ходу раневого канала и этот показатель регистрировался в виде воронки с эпицентром в середине и размытыми краями.

Итак, были установлены два вида влияния из зоны экспериментальной боли на роговой слой эпидермиса. Первый вид «когерентного» воздействия, распространяющегося по прямой и второй — как бы «лучевого» воздействия.

Протокол № 1

21 марта 1978 года в Ленинградском Константиновском на II
ГСКМБ светных машин

Присутствовали

1. Е.И. Кабалкин - к.т.н. научный руководитель ГСКМБ
2. Г.В. Коштыковская - математик

Эксперимент.

Автор, Е.И. Ворошилов, проколол пункционной иглой (№-2 мм, L-100 мм) кожу на мышцу внутренней поверхности своего левого предплечья. Чела извлечены. Сразу же после прокола, при помощи ВГК "Секра 125", с 64 точек (с шагом в 1 см) кожно-алмазным электродом, соединенным с М.В. Ворошиловым и Г.В. Розенбергом, получена изоалгограмма (Рис. 1). Через 30 мин. вновь измерено электроэпидермальное сопротивление в той же 64-х точках (Рис. 2). Средне-минимальное ЭЭС = 17,1 МОм.

Рис. 1. Фом - 100 МОм

Рис. 1. Фом - 200 МОм

Рис. 2. Фом - 25 МОм

Рис. 2. Фом - 50 МОм

Рис. 2. Фом - 100 МОм

Рис. 2. Фом - 200 МОм

Ученый Кабалкин
Г.В. Коштыковская
Е.И. Ворошилов

Рисунок 13. Изоалгограмма собственного раневого канала и зоны
травматического воспаления по данным распределения
электроэпидермального распределения (эксперимент №1).

Протокол №2

12 апреля 1978. Лаборатория Константиновский пр. 11 ГКББ озонные лампы.

Присутствовали

1. В.С. Манойлов - зав. отд. физ. химии, профессор, доктор тех. наук
2. В.А. Хричев - профессор, доктор тех. наук, проректор по научной работе ИИИП
3. З.З. Мельников - зав. кафедрой ВПИИ "Электротехнологии"
4. С.В. Трошин - зав. отделом физ. химии "Электротехнологии"
5. Н.П. Рудкин - зав. лабораторией НИИ ГИИТБ систем машин
6. В.А. Жданов - зав. инженер. лаб. НИИ ГИИТБ
7. Т.В. Костяковская - математик ГИИТБ

Эксперимент

Известно, Б.М. Воронинский показал функциональный канал (В-Дж, С-Дж) потерь энергии излучения поверхности своего тела при прикосновении. Углы были измерены сразу же после прикосновения, при помощи ВГК "Индра-25" с 64° точкой (с шагом 6 1 см) координатным электродом, предложенным Б.М. Воронинским и Г.В. Розенбергом, получены 4300.8202 грамма (Рис-1). Через 20 мин, вновь измерено электроэпидермальное сопротивление в тех же точках (Рис-2)

Рис-1 Дон - 50 МОм

Средне-минимальное ЗЭС - 24,2 МОм
Дон - 100 МОм

Рис-2 Дон - 50 МОм

Дон - 100 МОм

В.С. Манойлов, В.А. Хричев, З.З. Мельников, С.В. Трошин, Н.П. Рудкин, В.А. Жданов, Т.В. Костяковская

Рисунок 14. Изоаллограмма собственного раневого канала и зоны травматического воспаления по данным распределения электроэпидермального распределения (эксперимент №2).

3) исследование ЭЭС при помощи перемещения кожной складки.

Если собрать участок кожи пациента в складку, приложить коаксиальный датчик и перемещать датчик вместе со складкой кожи, то, как только участок кожи-складки располагался над больным органом, на табло прибора появлялись значения ЭЭС, резко сниженные по отношению к исходным данным. Если эту кожную складку с датчиком вернуть в исходное состояние, то на цифровом табло возникает значение ЭЭС, равное фоновому.

Таким образом, локальные изменения ЭЭС над зоной патологии происходят под воздействием непосредственного влияния биоэнергетических процессов, исходящих из больного органа, регистрируются в прямой его анатомической проекции и не зависят от центральных корковых и сегментарных влияний.

4) исследование ЭЭС при скарификации эпидермиса.

При соскабливании рогового слоя эпидермиса с ограниченного участка кожи показатели ЭЭС этой зоны (при исходном сопротивлении в сотни мегаом) оказывались равными сотням килоом. Если такое соскабливание производилось над зоной патологического снижения ЭЭС и одновременно над любой другой областью, то получались одинаковые результаты — снижение ЭЭС, то есть исчезала разница между показателями здоровой кожи и области патологии. Таким образом, возможно получать информацию от органов и тканей только при сохранном эпидермисе.

5) исследование ЭЭС ногтя.

При измерении ЭЭС поверхности ногтя оказалось, что его электрическое сопротивление равно десяткам гигаом. Как известно, поверхность ногтя не содержит ни потовых, ни сальных желёз, не имеет кровеносных сосудов и нервных окончаний. Ноготь — это утолщённый роговой слой эпидермиса.

В соответствии с методом исследования предварительно изменялось исходное ЭЭС ногтя. Непосредственно под датчиком на ладонной поверхности концевой фаланги пальца производился укол иглой или кнопкой. В это время показатель ЭЭС на поверхности ногтя снижался в 100-1000 раз по сравнению с исходным. Если в это время датчик смещали несколько в сторону от прямой проекции прокола, то показатели ЭЭС восстанавливались до исходных. Следовательно, оказалось очевидным непосредственное влияние потоотделения и сосудистой реакции на показатели ЭЭС.

Таким образом, полученные результаты позволили установить, что эпидермис является информационной системой и обладает способностью отображать в прямой анатомической проекции биоэнергетические влияния подлежащих органов и тканей. Природа этих явлений пока остаётся невыясненной. По мнению В. Е. Манойлова (1976), эпидермис приобретает свойства биоэнергетического полупроводника, атомарные связи в котором ослаблены. Зарядо-носители, исходящие из зоны тканевой гипоксии при различных патологических состояниях, в том числе и при боли, изменяют распределение зарядов рогового слоя эпидермиса таким образом, что в последнем повышается электропроводность. Показатели снимаются с коаксиальных электродов и регистрируются измерительными приборами.

ГЛАВА 4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПО ИЗМЕНЕНИЮ ЭЭС

4.1. ДИСКОГЕННЫЙ РАДИКУЛИТ ПОЯСНИЧНО- КРЕСТЦОВОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

Наиболее распространенным заболеванием в клинике нервных болезней является пояснично-крестцовый радикулит, часто он сопровождается выраженным болевым синдромом, что и обуславливает характер страдания больных, утрату трудоспособности на длительный период времени. За период с 1972 по 1979 г.г. обследовано 890 больных с дискогенными пояснично-крестцовым радикулитом. Из них мужчин — 430, женщин — 460, в возрасте до 40 лет — 369, старше 40 лет — 521 человек, служащих — 343, рабочих — 547. С диагнозом грыжа межпозвонковых дисков — 120, с протрузией межпозвонковых дисков — 278 и с дискалгией — 496 человек.

Обычно причинами пояснично-крестцового радикулита являются дистрофические изменения в межпозвонковых дисках.

4.1.1. Грыжа межпозвонкового диска

Первое место по выраженности болевого синдрома занимает грыжа межпозвонковых дисков. Боковые грыжи вызывают компрессию нервного корешка, как чувствительной, так и двигательной его порции или компрессию нервного канатика вместе с сосудистым пучком и вегетативными образованиями.

Передние грыжи сопровождаются менее выраженными болевым синдромом и симптомами выпадения. Задние же грыжи могут приводить к компрессии спинного мозга, его концевых отделов или к компрессии конского хвоста, вызывая иррадиирующие боли вегетативного характера, грубые трофические расстройства нижних конечностей и нарушение функции тазовых органов. Характер болевого синдрома может быть различным, имея множество оттенков и различных локальных ощущений, таким образом, что больной жалуется на боли в стопе и возражает, когда врач тщательно исследует поясничный отдел позвоночника. Иррадиация корешковых болей, особенно уровня D10-D12 и L5-S1, очень полиморфна и часто ставит в затруднение даже опытного невропатолога. Такие пациенты с болями в нижних отделах живота после осмотра часто поступают в хирургический стационар и представляют большие трудности для исключения острого заболевания брюшной полости.

Рентгенологическая диагностика межпозвонковой грыжи не всегда возможна в силу различных особенностей характера межпозвонковой грыжи, её расположения относительно других костных образований пояснично-крестцового отдела позвоночника. В нейрохирургической клинике применялся способ дискографии для уточнения характера и удаления её оперативным путём, но это тяжелый путь исследования и лечения. Диагностика грыжи Шморля остаётся только рентгенологическая, а установление характера грыжи, её топографии, определяет дальнейшую тактику лечения. Поэтому вопрос диагностики межпозвонковой грыжи, её топографии, возможности вправления или компрессии остаются важнейшими диагностическими задачами для невропатолога.

Возникает необходимость создания новых методов оценки поясничных болей с целью дифференциальной диагностики. Создание метода электроэпидермометрической изоалгографии (ЭЭМ ИАГ) позволяет решить ряд вопросов топографии и количественной оценки боли, которые ранее не могли быть решены.

Это даёт возможность на коже увидеть форму и прямую анатомическую проекцию межпозвонкового диска, условно его «электрофизическую фотографию». Вместе с воспалённым диском проецируются на эпидермис воспалительные явления прилежащих тканей или группы тканей рядом лежащих органов. Таким образом, по локализации «рисунка боли», топографическому его расположению можно говорить о дифференциальном диагнозе поясничных болей.

Тот факт, что на эпидермисе «отпечатывается» форма подлежащей тканевой ишемии, даёт возможность по виду гальванических изменений на эпидермисе предположить форму тканевых расстройств. Это отчетливо видно при грыжах межпозвонковых дисков.

Среди больных с грыжей межпозвонкового диска выпячивание его влево было у 51-го, вправо у 54-х и кзади у 15-ти человек. При боковой пролабации межпозвонкового диска в зоне прямой его анатомической проекции регистрировался участок с резко сниженным ЭЭС, медиальный край этой зоны располагался по остистым отросткам прилежащих двух позвонков, а латеральный край был в виде дуги, опирающейся на прямую, проходящую через остистые отростки, что напоминало полупятно. Протяженность такого рисунка по вертикали составляла размер одного-трех позвонков. Иногда внутри описанного рисунка регистрировалась зона максимального снижения ЭЭС в виде «язычка» или «запятой», что соответствовало проекции пролабированного межпозвонкового диска. Показатели ЭЭС внутри полупятна отличались в 10 раз, а само полупятно от фонового ЭЭС отличалось ещё в 10 раз. Таким образом, эпицентр полупятна отличался от фонового ЭЭС в 100 раз. После тракции позвоночника эпицентр сниженного показателя ЭЭС исчезал, а полупятно отличалось от окружающего фонового ЭЭС в 10 раз. В это время больной отмечал снижение болевого синдрома. В случае, когда имелась патологическая подвижность межпозвонкового диска, при движении возможно

было зарегистрировать появление зоны сниженного ЭЭС в виде полупятна непосредственно сразу же после движения больного и возникновения резкой боли в пояснице. В этом случае перепад показателя ЭЭС в виде полупятна составлял 1000 раз по отношению к фоновому и восстанавливался в течений 3-5 минут до исходного уровня.

На рисунке 15 приведен типовой рисунок зоны сниженного ЭЭС при левосторонней межпозвонковой грыже уровня D12-L1. Болевой синдром умеренный, но боли постоянные в указанной области. Штрихом обозначена зона предъявляемой боли. Фоновое ЭЭС равнялось 100 МОм, паталогически сниженное ЭЭС — 0,1 МОм.

Рисунок 15. Больной Р-ин. Дискогенный пояснично-крестцовый радикулит. Выпадение межпозвонкового диска L5-S1 вправо.

Больной Р-ин, 45 лет, поступил в клинику нервных болезней ВМА им. С.М. Кирова 18.10.1978 г. с диагнозом: хронический дискогенный пояснично-крестцовый радикулит с синдромом компрессии корешка S1 справа. В анамнезе — спондилолистез L5 и частые боли в пояснице при движении. Неоднократно лечился в госпиталях. При

поступлении — жалобы на сильные боли в пояснице, усиливающиеся при движении, особенно при повороте в постели. Боли иррадиировали в правую стопу, голень. Чувство онемения правой нижней конечности при определенных позах в постели. Боли бывали настолько сильными, что не мог встать с постели или даже пошевелиться. Неврологически отмечалось уплощение пояснично-крестцового лордоза, гипотрофия мышц правой ягодицы и голени. Гипотония мышц правой нижней конечности, особенно ягодичных мышц и задней группы мышц правой голени. Выпадение правого ахиллова рефлекса. Гипалгезия лампасом по наружной поверхности правого бедра и голени. Резко положительные симптомы натяжения нервных корешков справа: Нери, Дежерина. Положительный симптом грушевидной мышцы справа. На рентгенограммах от 19.10.78 отмечается задний спондилолистез L5 (3-4 мм). Остеохондроз дисков L4-L5-S1 с выбуханием последнего вправо.

В периферической крови от 18.10.78 эритроциты $5,0 \cdot 10^{12}/л$ (4-5), некоторое снижение ЦП (цветового показателя, насыщения эритроцитов гемоглобином) до 0,76 (0,85-1,15), умеренно выраженные признаки воспалительной реакции на фоне лейкоцитов в пределах нормы — $6,8 \cdot 10^9/л$ (4-9), однако отмечаются перераспределение форменных элементов в виде увеличения с/я нейтрофилов до 76% (47-72) и п/я гранулоцитов до 8% (1-6) в сочетании с лимфопенией до 5% (18-40), СОЭ 22 мм/час (1-10).

От 20.11.78 у данного больного показатели крови без существенной динамики, что характеризует хроническое течение заболевания. Лейкоциты до $5,8 \cdot 10^9/л$, соотношение с/я нейтрофилов и п/я гранулоцитов — 78% и 5% соответственно, и лимфоцитов 5%, СОЭ 18 мм/час.

Данные ЭЭМ ИАГ от 3.11.78 г. Незначительные боли в правой половине поясницы. Болевой рисунок полупятым справа по паравертебральной линии на уровне L5-S1. С показателями $\Phi=100$ МОм, $\Pi=1$ МОм, $\Phi/\Pi=100$. При повороте больного с правого бока на живот (датчик не отнимался от кожи)

возникла резкая боль в исследуемой области. ЭЭС в зоне предъ-
являемой боли резко снизилось до 0,1 МОм при $\Phi=100$ МОм,
 $\Phi/\Pi=1000$, что соответствует очень сильной боли. Через
5 минут данные ЭЭС приблизились к исходным.

20.11.78 г. Болей нет. При $\Phi=100$ МОм в проекции
L5-S1 справа регистрировалось пятно незначительно снижен-
ного ЭЭС до 50 МОм, $\Phi/\Pi=2$, что свидетельствует об отсут-
ствии боли. Таким образом, метод электроэпидермометрической
изоалгографии может быть использован как дополнительный
метод топической диагностики пояснично-крестцового радику-
лита для динамического контроля степени боли.

На рисунке 16 указаны зоны изменения ЭЭС и зона предъ-
являемой боли с обозначением абсолютных показателей ЭЭС
в динамике болевого синдрома.

Рисунок 16. Больная К-ва. Дискотенный пояснично-крестцовый
радикулит, выпадение межпозвонкового диска влево L4-L5

Больная К-ва, 58 лет, поступила в клинику нервных болез-
ней ВМА им. С.М. Кирова 12.09.1978 г. с диагнозом: хро-
нический дискотенный пояснично-крестцовый радикулит.
При поступлении — жалобы на сильные боли в левой поло-
вине поясницы, усиливающиеся при движении, с иррадиацией
в левую ягодицу, левую стопу, голень. Боли особенно нараста-
ли ночью. В анамнезе — спондилёз пояснично-крестцового отдела

позвоночника. При осмотре: черепно-мозговые нервы без патологии. Выпрямление пояснично-крестцового лордоза, напряжение длинных мышц спины в поясничном отделе, больше слева. Выпадение левого ахиллова рефлекса. Гипалгезия лампасов по наружной поверхности левой голени. Гипотрофия и гипотония мышц левой голени и ягодицы. Болезненная пальпация паравертебральных точек L4-S1 слева и в точках Валле слева. Резко положительные симптомы натяжения нервных корешков: Нери, Кернига, Дежерина. Резко положителен синдром грушевидной мышцы слева. На рентгенограммах пояснично-крестцового отдела позвоночника деформирующий спондилёз. Остеохондроз диска L4 со смещением его кзади и влево.

Анализ крови от 12.09.78 г. В красной крови снижение уровня Hb до 84 г/л (120-140). В клинической формуле крови без отчетливых проявлений воспалительного процесса: лейкоциты $7.8 \cdot 10^9/\text{л}$ (4-9), с/я нейтрофилы 62% (47-72), палочкоядерные — 2% (1-6), лимфоциты 30% (18-40), СОЭ 28 мм/ч (2-15).

Повторный анализ от 05.10.78: Hb — 82 г/л, остальные показатели крови также без существенной динамики, СОЭ 22 мм/час.

По данным электроэпидермометрической изоалгографии от 21.09.78 г. $\Phi=100$ МОм; снижение ЭЭС полупятым слева на уровне L4 позвонка и над проекцией нервного корешка и в верхней точке Валле слева. Значение ЭЭС П=0,5 МОм, $\Phi/\text{П}=200$, что соответствует сильной боли в указанной зоне. Проявляемая боль в левой половине поясницы и левой ноге.

По данным ЭЭМ ИАГ от 5.10.78 г., т.е. через 2 недели, боли стали незначительными и локализовались в пояснице слева, больше при резком движении. Незначительное снижение ЭЭС полупятым над проекцией н/корешка L4 слева с показателями $\Phi=100$ МОм, П=2 МОм, $\Phi/\text{П}=50$, что соответствует незначительной боли. 13.10.78 г. Болей нет. Зон со сниженным ЭЭС не регистрируется.

Таким образом, количественная оценка боли в динамике иллюстрируемых пояснично-крестцовых радикулитов

дискогенной природы точно совпадает с жалобами больных, а топографические изменения ЭЭС — с рентгенологическими данными о характере патологии и смещении межпозвонковых дисков.

В тех случаях, когда воспалительные явления в области повреждения связочного аппарата позвоночника (разрыв сухожильного кольца) распространяется на окружающие ткани, в процесс могут вовлекаться нервные корешки, канатик, вегетативные ганглии и сосудистые сплетения. Тогда рисунок изменений ЭЭС в прямой проекции будет отражать форму и характер воспалительного процесса вокруг пролабиравшего диска или его фрагментов (рисунок 17).

Рисунок 17. Больная С-ва. Дискогенный пояснично-крестцовый радикулит. Выпадение межпозвонкового диска L4-L5 влево

Больная С-ва, 46 лет, поступила в клинику нервных болезней ВМА им. С. М. Кирова 20.09.1978г. с диагнозом: дискогенный пояснично-крестцовый радикулит. При поступлении больная жаловалась на сильные боли в пояснице и правой ягодице. При осмотре: черепно-мозговые нервы без патологии. Выпадение правого коленного и ахиллова рефлексов. Гипотрофия и гипотония мышц правой ягодицы. Напряжение длинных мышц спины, уплощение пояснично-крестцового лордоза. Резко болезненная

пальпация паравертебральных точек L4-S1 слева. Резко положительный симптом грушевидной мышцы слева. Симптомы натяжения н/корешков Кернига, Нери, Дежерина выражены слабо, более выражены симптомы положения, посадки.

На рентгенограммах пояснично-крестцового отдела позвоночника от 22.09.78 г. выраженный спондилёз L3-L5 позвонков. Грыжи Шморля кзади и влево L4-L5 и L5-S1. Выраженный правосторонний скалиоз.

Анализ крови 21.09.78 г. без клинически значимых признаков воспалительной реакции. Формула крови в пределах нормальных значений.

По данным ЭМ ИАГ от 22.09.78 г. патологическое снижение ЭЭС регистрируется пятном на уровне паравертебральных точек L4-S2 слева с показателями $\Phi=100$ МОм; $\Pi=0,5$ МОм, $\Phi/\Pi=200$, что соответствует сильной боли.

ЭМ ИАГ от 13.10.78 г. После подводного вытяжения боли в пояснице выросли и стали иррадиировать в правую ягодицу. Болевой рисунок регистрировался в виде пятна над L4-L5 позвонками с показателями: $\Phi=100$ МОм; $\Pi=0,1$ МОм; $\Phi/\Pi=1000$, что соответствовало очень сильной боли, которую больная и предъявляла в момент обследования.

ЭМ ИАГ от 16.10.78 г. Несмотря на проводимую терапию, практического улучшения не наступило. Было высказано мнение, что в основе данного радикулита лежит патология сосудистого сплетения области L4-S1 и поэтому вытяжение усугубило болевой синдром. Рисунок боли в виде пятна сохранился и при выписке больной с показателями: $\Phi=100$ МОм, $\Pi=0,5$ МОм, $\Phi/\Pi=200$, что соответствовало сильной боли.

Таким образом, болевой рисунок регистрировался в виде пятна слева и напоминал не только форму пролабированного диска, но и прилежащего к нервному корешку L4 сосудистого сплетения. В данном случае дискогенный пояснично-крестцовый радикулит сопровождался сосудистым компонентом, и тракция позвоночника при таком сочетании патологии

усилила болевой синдром. Второй особенностью данного случая явился перекрестный синдром; грыжа межпозвонкового диска L4 влево, а болевой синдром более выражен справа, в ягодице и нижней конечности.

4.1.2. Протрузия межпозвонкового диска

Несколько иначе, чем грыжа межпозвонкового диска, выглядит по данным ЭЭМ ИАГ протрузия межпозвонкового диска (выпячивание межпозвонкового диска без разрыва фиброзного кольца). У таких больных имеются частые обострения болевого синдрома, появляющиеся при физической нагрузке. Болевой синдром у них не стойкий, лучше поддаётся консервативному лечению и сопровождается незначительным количеством корешковых симптомов. На рентгенограммах позвоночника отмечается деформирующий спондилёз, сколиоз, остеохондроз межпозвонковых дисков. Рентгенологическая диагностика смещения межпозвонкового диска не всегда отмечается, поэтому рентгенологическая диагностика протрузии межпозвонкового диска часто не достоверна. Болевой рисунок по данным ЭЭМ ИАГ при протрузии межпозвонкового диска более вариабельный.

По данным ЭЭМ ИАГ при протрузии межпозвонкового диска отмечается частая трансформация формы болевого рисунка, начиная с точечного по остистым отросткам, полупятна с одной из сторон позвоночника и кончая обширным пятном на уровне нескольких позвонков, между которыми возникла протрузия межпозвонкового диска.

Больной Б-зин, 58 лет, поступил в клинику нервных болезней ВМА им. С.М. Кирова 8.09.1978г. с диагнозом: дискогенный и пояснично-крестцовый радикулит. Во время поступления жаловался на сильные боли в пояснице с иррадиацией в правую ногу. За неделю лечения эти боли стали меньше, самочувствие больного улучшилось. Неврологически: черепно-мозговые нервы без патологии. Выпадение глубоких рефлексов с нижних конечностей. Лёгкая гипалгезия по передне-боковой

поверхности бёдер. Пальпация позвоночника безболезненная. Симптомы натяжения нервных корешков отсутствуют.

Анализ крови от 10.09.78 г. Незначительные признаки воспалительной реакции: лейкоциты $9,6 \cdot 10^9/\text{л}$ (4-9), с/я нейтрофилы 58% (47-72), п/я — 2% (1-6), лимфоциты — 29% (18-40), СОЭ 32 мм/ч (1-10).

На рентгенограммах позвоночника в пояснично-крестцовом отделе деформирующий спондилёз с наличием передне-боковых остеофитов. Остеохондроз дисков L4-L5 и L5-S1. По данным ЭМ ИАГ 10.09.78 г. никаких зон со сниженным ЭЭС зарегистрировано не было. 15.09.78 г. во время возвращения на отделение с физиотерапевтической процедуры внезапно почувствовал резкую боль в пояснице, правой ягодице, в правой голени и стопе. Стали резко положительными симптомы натяжения н/корешков: Лассега, Нери, Дежерина справа. Изменений в периферической крови не отмечалось. В моче исчезли лейкоциты. Было высказано мнение, что боли обусловлены почечной коликой. В анамнезе у больного были госпитализации по поводу почечной колики. Через 10 дней, т.е. 26.09.78 г., боли уменьшились, а 9.10.78 г. вновь появились в левой половине поясницы, левой ягодице и левой голени. Отмечалась болезненная пальпация в точках Валле слева. Больной оценивал боли как умеренные, усиливающиеся при резком движении. В периферической крови отмечалась ускоренная СОЭ до 36 мм/час. Патологических изменений в моче больше не обнаруживалось. Умеренные боли: в левой половине поясницы и левой ягодицы держались ещё месяц, т.е. до 10.11.78 г. Больной был выписан с незначительным болевым синдромом.

По данным ЭМ ИАГ от 15.09.78 г. зон с патологически сниженным ЭЭС не обнаружено. От 26.09.78 г. регистрировался болевой рисунок полупятым справа на уровне L3-L4 с показателями $\Phi=100$ МОм, $\Pi=0,1$ МОм, $\Phi/\Pi=1000$ раз, что соответствовало очень сильной боли. От 9.10.78 г. болевой рисунок в виде точки над остистым отростком L3 позвонка

с показателям: $\Phi=100$ МОм, $\Pi=50$ МОм, $\Phi/\Pi=2$, что соответствовало отсутствию боли, хотя больной предъявлял жалобы на незначительную боль в пояснице. Особенности болевого рисунка приведены ниже (рисунок 18).

Рисунок 18. Больной Б-зин. Дискогенный пояснично-крестцовый радикулит, протрузия межпозвонкового диска L3-L4 вправо.

Таким образом, на протяжении 2-х месяцев у больного менялась клиническая картина характера и локализации болей. При наличии остеохондроза дисков L1-L5 можно считать, что обострения были обусловлены протрузией межпозвонковых дисков как влево, так и вправо, что отчетливо прослеживалось по данным электроэпидермометрической изоалгографии. Отсутствие патологически сниженных зон ЭЭС в последний месяц лечения подтвердили тот факт, что у больного была установка на длительную госпитализацию.

4.1.3. Дискалгия

Дискалгии — большая сборная группа болевых синдромов, обусловленных поражением фиброзно-связочного кольца

межпозвоночного диска. Эти боли чаще всего связаны с резким движением, держатся от 3 до 7 дней. Отмечается, как правило, быстрый регресс болевого синдрома, отсутствие очаговой неврологической симптоматики, напряжение мышц спины, выраженные симптомы положения и посадки и менее выраженные симптомы натяжения н/корешков. В остром периоде дискалгию трудно отличить от грыжи межпозвонкового диска или его протрузии.

Больная 3-де, 44 года, поступила в Городскую больницу скорой помощи 23.08.1977 г. с диагнозом: дискогенный пояснично-крестцовый радикулит. Выраженный болевой синдром, при осмотре выявлено: черепно-мозговые нервы без патологии, глубокие рефлексy сохранены, чувствительных расстройств не выявляется. Мышечная сила и тонус в конечностях не изменены. Боли возникли внезапно на работе во время кашлевого толчка и были настолько сильными, что сотрудники вызвали скорую помощь. По данным рентгенологического исследования пояснично-крестцового отдела позвоночника отмечались начальные проявления остеохондроза межпозвонковых дисков L5-S1. Правосторонний сколиоз.

В клинической крови от 23.08.77 г показатели формулы крови в пределах нормы. Без клинических признаков воспалительной реакции.

По данным ЭМ ИАГ при поступлении в больницу с выраженным болевым синдромом болевой рисунок регистрировался в виде полупятна слева на уровне L5-S1 позвонков с показателями: $\Phi=100$ МОм; $\Pi=1$ МОм; $\Phi/\Pi=100$, что соответствовало сильной боли в области L5-S1 позвонков слева. Там же отмечалась болезненная пальпация и напряжение мышц.

Через 3 дня боли в пояснице стали меньше, напряжение мышц прошло. Болевой рисунок регистрировался пятном на уровне L5-S1 с обеих сторон с показателями $\Phi=100$ МОм; $\Pi=10$ МОм; $\Phi/\Pi=10$, что соответствовало очень незначительной боли.

30.08.77 г. Болей нет, ЭЭС без зон патологического снижения при $\Phi = 100 \text{ МОм}$ (рисунок 19).

Рисунок 19. Больная 3-де. Дискотгенный пояснично-крестцовый радикулит. Дискалгия.

Больной Х-ков, 38 лет, поступил в больницу скорой помощи №21 им. И.Г. Коняшина с диагнозом: дискотгенный пояснично-крестцовый радикулит. Выраженный болевой синдром. Заболел остро на работе после подъема тяжести. От боли терял сознание, по поводу чего была вызвана скорая помощь, а больной госпитализирован. В анамнезе были аналогичные приступы болей в пояснице после резких движений или поднятия тяжести. Неврологически: черепно-мозговые нервы без патологии. Глубокие рефлексы живые $D=S$. Чувствительных расстройств не выявляется. Резко-болезненная пальпация мышц поясницы справа. Ригидность мышц правой половины спины. Мышечный тонус и сила в конечностях не изменены. Выраженные симптомы положения и посадки и менее выражены симптомы натяжения н/корешков: Лассега, Нери, Дежерина. На рентгенограммах пояснично-крестцового отдела позвоночника выявляется остеохондроз межпозвонковых дисков L4-L5 и L5-S1. Левосторонний сколиоз.

В периферической крови от 29.12.1977 признаки острой

воспалительной реакции: лейкоциты $12.8 \cdot 10^9/\text{л}$ (4-9) со сдвигом формулы влево, с/я нейтрофилы 56%, п/я гранулоцитов — 8 (1-6), лимфоциты — 21% (18-40), моноциты — 15% (2-9), СОЭ 22 мм/час (1-10).

По данным ЭМ ИАГ от 28.12.77 г. во время очень сильной боли рисунок регистрировался полупятым справа на уровне L5-S1 с показателями: $\Phi=100$ МОм; $\Pi=0,2$ МОм; $\Phi/\Pi=500$, что соответствовало очень сильной боли в предъявляемой зоне. ЭМ ИАГ от 3.01.78 г. никаких зон со сниженным ЭЭС не регистрировала, жалоб на боли не было (рисунок 20).

Рисунок 20. Больной Х-ков. Дискотенный пояснично-крестцовый радикулит, Дискалгия.

Учащаяся Ч-ра, 18 лет, обратилась в поликлинику №56 Фрунзенского района г. Ленинграда 8.02.1974 г. с жалобами на сильную боль в левой половине поясницы, возникшую после выполнения гимнастического упражнения. Боли были настолько сильными, что больную на прием к врачу привела преподаватель физкультуры. При осмотре: черепно-мозговые нервы без патологии. Глубокие рефлексy н/конечностей оживлены D=S. Чувствительность не изменена. Напряжение мышц поясницы слева. Резко болезненная их пальпация. Симптомы натяжения н/корешков слабopоложительные слева. Более выражены симптомы положения и посадки.

Анализ крови от 8.02.74 г. без клинически значимых изменений.

С целью исключения травматических повреждений позвоночника была произведена рентгенография пояснично-крестцового отдела позвоночника. На рентгенограммах отмечался правосторонний сколиоз позвоночника в поясничном отделе и остеохондроз межпозвонкового диска L5-S1, без его смещения. Из анамнеза стало известно, что больная 6 лет занимается спортивной гимнастикой. Были травмы позвоночника и аналогичные боли в пояснице.

По данным ЭЭМ ИАГ от 8.02.74 г. болевой рисунок в виде полупятна регистрировался слева по паравертебральным точкам на уровне L5-S1 позвонков с показателями: $\Phi=100$ МОм, $\Pi=0,1$ МОм, $\Phi/\Pi=1000$, что соответствовало очень сильной боли в предъявляемой зоне (рисунок 21). Через 4 дня жалоб на боли нет и не регистрируется зон со сниженным ЭЭС.

Рисунок 21. Больная Ч-ра. Дискогенный пояснично-крестцовый радикулит. Дискалгия.

Таким образом, по данным электроэпидермометрической изоаллографии при динамическом наблюдении возможно достоверно оценить степень предъявляемой боли у такой группы

больных, у которой не регистрируется очаговая неврологическая симптоматика, а нетрудоспособность определяется только по степени предъявляемой боли. Такой метод оценки степени выраженности болевого синдрома может быть наиболее полезен при решении вопросов врачебно-трудовой экспертизы, врачебно-контрольной и военно-врачебной комиссии.

4.2. ДИСКОГЕННЫЙ РАДИКУЛИТ ШЕЙНОЙ И ГРУДНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

В основе дискогенного шейно-грудного радикулита, также как и в основе дискогенного радикулита пояснично-крестцовой локализации, лежит остеохондроз межпозвонковых дисков с их патологическим смещением. Болевой синдром характеризуется полиморфностью жалоб вегетативного характера и различной топографии. Иррадиация болей чаще всего по ходу нервных стволов шейного сплетения носит разнообразный характер: с локализацией в затылочной области, плечевом поясе, верхних конечностях, лопаточной области и области сердца.

Обследовано с дискогенным шейным радикулитом 23 больных, из них 5 мужчин и 18 женщин в возрасте от 40 до 60 лет. Во всех случаях заболевания на рентгенограммах шейного отдела позвоночника был выявлен остеохондроз межпозвонковых дисков C4-C7, явления спондилёза шейного отдела позвоночника. Неврологически регистрировалось снижение глубоких рефлексов верхних конечностей, гипалгезия полоскового типа на верхних конечностях, снижение мышечной силы в пальцах верхних конечностей. Достоверность шейного радикулита дискогенной и спондилогенной этиологии не вызывала сомнений. Болевой синдром был выражен, характеризовался эмоциональной окраской и вегетативными проявлениями как в верхних конечностях, шее, так и в лопаточных областях, области сердца.

По данным электроэпидермометрической изоаллографии, зона патологического снижения ЭЭС регистрировалась полупятном с одной стороны позвоночника на уровне С4-С7 позвонков или по центру позвонков пятном различной величины.

Степень локального снижения ЭЭС зависела от степени патологии межпозвонковых дисков шейного отдела позвоночника, характера смещения этих дисков, компрессии нервных корешков, их сосудистых сплетений и вегетативных образований. Исследования ЭЭС в динамике шейного радикулита показали, что по данным ЭЭМ ИАГ возможно было наблюдать за течением болевого синдрома, отмечая, как улучшение, так и ухудшение состояния пациента, регистрировать возникающие обострения. Для иллюстрации клинический пример: больная Кр-ва, 57 лет, поступила в клинику нервных болезней ВМА им. С.М. Кирова 4.09.78 г. с диагнозом: хронический шейный радикулит. Выраженный болевой синдром. При поступлении больная жаловалась на сильные боли в правой лопаточной области, правом плече, чувство онемения в пальцах правой кисти и слабость в пальцах этой кисти. Боли были настолько сильными, что сопровождалась подъёмом А/Д до 200/100 мм. рт.ст., что первоначально в поликлинике расценивалось как гипертонический криз. Боли зависели от движения в шейном отделе позвоночника, усиливались в постели и не снимались анальгетиками. Неврологически: симптом Горнера справа, снижение карпо-радиального рефлекса с обеих сторон D=S. Гипалгезия по наружной поверхности правого предплечья, снижение мышечной силы сгибателей II-III пальцев правой кисти. Отмечалась болезненная пальпация паравerteбральных точек С5-С7 справа. На рентгенограммах шейного отдела позвоночника от 5.09.1978г. — остеохондроз дисков С5-С6.

Анализ крови от 5.09.78 г. — снижение уровня Hb (гемоглобина) до 83 г/л (120-140). Остальные показатели без клинически значимых отклонений.

Больная получала противовоспалительную, анальгезирующую терапию, массаж шейно-воротниковой зоны, скелетное вытяжение, шея фиксировалась полужестким воротником. Неожиданно, через 10 дней, на фоне благополучного состояния усилились боли в правом плече, руке, шее, повысилось артериальное давление.

По данным ЭЭМ ИАГ через 5 дней после поступления никаких зон с патологически сниженным ЭЭС не регистрировалось. Во время обострения, 14.09.78 г. боли в правой половине шеи, правой половине плечевого пояса. В это время справа на уровне С5-С7 позвонков регистрировалась область сниженного ЭЭС пятном с показателями ЭЭС: $\Phi=100$ МОм, $\Pi=0,2$ МОм, $\Phi/\Pi=500$, что соответствовало очень сильной боли. Больная продолжала получать назначенную терапию. К 22.09.78 г. боли в шее стали меньше и никаких локальных изменений ЭЭС зарегистрировано не было (рисунок 22).

Таким образом, при помощи ЭЭМ ИАГ было возможно количественно оценить болевой синдром во время возникшего обострения заболевания и описать его качественно.

Рисунок 22. Больная Кр-ва. Дискогенный шейно-грудной радикулит. Смещение С6-С7 межпозвонковых дисков влево

Дискогенный радикулит грудной локализации был зарегистрирован у 78 больных: из них мужчин — 13, женщин — 65; возраст от 19 до 73 лет. Для дискогенных радикулитов грудной локализации характерна иррадиация болей по ходу межреберных нервов с вовлечением их вегетативных порций в составе сердечных и чревных нервов. Благодаря своим анатомическим особенностям, межрёберные нервы при раздражении могут вызывать различные болевые синдромы в области сердца (кардиалгии), болевые кризы внутренних органов, что затрудняет диагностику острых заболеваний грудной клетки и брюшной полости, как в терапевтической, так и в хирургической клинике.

Дифференциальная диагностика таких алгических торako-абдоминальных синдромом очень сложна, и не существует достоверных оценочных тестов для решения дифференциального диагноза при таких смежных опасных патологических состояниях. Как и при шейном радикулите, больной часто не подозревает, что причиной его болевых ощущений является позвоночник и не предъявляет жалоб на боли в нём. У таких больных часто не обнаруживается рефлекторных и чувствительных расстройств, что затрудняет постановку правильного диагноза.

Приведем клинический пример. Больной Ар-ов, 40 лет, поступил в клинику нервных болезней ВМА им. С.М. Кирова 25.09.1978 г. с диагнозом: вторичный ниже-грудной радикулит, с жалобами на сильные боли в грудном отделе позвоночника с иррадиацией в левую половину грудной клетки, область сердца, усиливающиеся при движении и в постели. Эти боли временами были настолько сильными, что больной кричал, а в некоторых позах они почти исчезали. Неврологически: черепно-мозговые нервы без патологии. Глубокие рефлексы оживлены. Чувствительных расстройств выявить не удалось. Отмечалась болезненная пальпация остистых отростков D10-D12 позвонков. На рентгенограммах грудного отдела позвоночника выраженный остеохондроз дисков D10-L1 с наличием

грыжи Шморля влево.

В клинической крови от 25.09.78 г.: умеренно выраженные признаки воспалительного процесса — содержание лейкоцитов до $8.6 \cdot 10^9/\text{л}$ (4-9) сопровождалось клинически значимым сдвигом формулы влево за счет изменения соотношения, при увеличении числа нейтрофилов (68%) (47-72), палочкоядерных — до 12% (1-6) и снижении числа лимфоцитов до 15% (18-40), СОЭ 32 мм/ч (1-10).

По данным ЭЭМ ИАГ от 5.09.78г. снижение ЭЭС регистрировалось в виде полупятна слева D10 позвонка с показателями (рисунок 23): $\Phi=100$ МОм, $\Pi=0,5$ МОм, $\Phi/\Pi=200$, боли сильные в покое.

Больной получал физиотерапевтические процедуры, массаж, подводное вытяжение. 9.09.78 г. во время резкого движения боли в грудном отделе позвоночника возникли внезапно и были очень сильными. В это время было зарегистрировано резкое снижение ЭЭС полупятном слева на уровне D10 позвонка с показателями $\Phi=10$ МОм, $\Pi=0,5$ МОм, $\Phi/\Pi=500$, что соответствовало очень сильной боли.

Рисунок 23. Больной Ар-ов. Дискогенный ниже-грудной радикулит с выпадением межпозвонкового диска D10-D11 влево.

16.09.78 г. под воздействием лечения боли практически прошли, и по данным ЭМ ИАГ в зоне болевого синдрома регистрировалось снижение ЭЭС в виде полупятна с показателями: $\Phi=100$ МОм, $\Pi=50$ МОм, $\Phi/\Pi=2$, что соответствовало отсутствию болевого синдрома.

Таким образом, при помощи ЭМ ИАГ производилась оценка степени обострения грудного радикулита и определялась локализацию источника боли, что, в свою очередь, дало возможность высказаться и в плане дифференциального диагноза в пользу дискогенного грудного радикулита, достоверно отбросив предполагаемые диагнозы почечной колики и кардиалгии.

Больная И-ва, 28 лет, поступила в клинику нервных болезней ВМА им. С. М. Кирова с диагнозом: спинальный арахноидит грудной локализации, остеохондроз грудного отдела позвоночника с жалобами на сильные боли в межлопаточном пространстве. Неврологически: черепно-мозговые нервы без патологии, сухожильные рефлексy с верхних конечностей живые $D=S$. непостоянный симптом Бабинского с обеих сторон. Повышение мышечного тонуса в разгибателях нижних конечностей. Активные движения в нижних конечностях в полном объёме. Гипалгезия полосой в зоне $D4-D6$ с обеих сторон. Болезненная пальпация остистых отростков $D5-D6$. На рентгенограммах грудного отдела позвоночника — умеренный диффузный остеохондроз в его верхне- и средне-грудном отделах позвоночника.

В клинической крови: анемия — эритроциты до $3,8 \cdot 10^{12}/л$ (4-5) и Hb до 76 г/л (120-140). При нормальном содержании лейкоцитов $4,2 \cdot 10^9/л$ (4-9) отмечались признаки активной воспалительной реакции в увеличении сегментоядерных гранулоцитов 72% (47-72) и снижении числа лимфоцитов до 15% (18-40), СОЭ 42 мм/ч (2-15).

По данным ЭМ ИАГ наблюдалось патологическое снижение ЭЭС пятном слева по паравертебральной линии в проекции нервного корешка $D5$ с показателями: $\Phi=10$ МОм, $\Pi=0,5$ МОм, $\Phi/\Pi=20$, что соответствовало отсутствию болевого синдрома

в то время, как больная предъявляла жалобы на боли от сильных до умеренных в области грудного отдела позвоночника. Такое несовпадение выраженности болевого синдрома и патологического снижения с очень незначительным перепадом показателей ЭЭС характерен для опухолевого процесса. Было высказано предположение о наличии невриномы нервного корешка D5 слева. Больная была переведена в нейрохирургическую клинику ВМА им. С. М. Кирова, где была прооперирована. Во время операции обнаружена невринома передне-боковой поверхности нервного корешка D5 слева.

В данном случае болевой рисунок не был похож на типовой болевой рисунок характерный для дискогенного радикулита (рисунок 24). Обычно пятно болевого рисунка расположено непосредственно симметрично над позвонками таким образом, что исследуемые позвонки находились внутри болевого рисунка. В данном же случае болевой рисунок пятном был смещён паравертебрально слева от позвоночника, что не встречалось при дискогенном радикулите. Таким образом, характер изменений ЭЭС и локализация болевого рисунка могут стать вспомогательным диагностическим признаком опухоли нервальных образований позвоночника.

Рисунок 24. Больная И-ва. Невринома нервного корешка D5 слева.

4.3. ГАНГЛИОНЕВРИТЫ

С невритами различной локализации обследовано 135 человек из них мужчин 118, женщин 15, в возрасте от 19 до 73 лет. Характерным для этой группы заболеваний было наличие сильных болей по ходу воспаленного нерва, выпадение глубоких рефлексов, гипотрофия мышц в зоне иннервации воспаленного нерва, резко болезненная пальпация по ходу воспаленного нерва, чувствительные расстройства полоскового характера в зоне иннервации соответствующих нервных корешков.

Клинические примеры диагностики невритов. Больной К-ов, 19 лет, поступил в клинику нервных болезней ВМА им. С.М. Кирова 19.11.1978 г. с диагнозом: посттравматический неврит правого седалищного нерва. В 1977 г. — ранение правого седалищного нерва стеклом с частичным повреждением основного ствола. За прошедший период получал несколько курсов восстановительной терапии, но периодически возникало обострение в виде выраженного болевого синдрома по ходу задней поверхности правой нижней конечности, в области голени, стопы. При осмотре отмечались резкие боли по ходу правого седалищного нерва, усиливающиеся при движении. Вынужденное положение правой нижней конечности. Выпадение сухожильных рефлексов с правой нижней конечности, гипотония и гипотрофия правой голени, свисающая правая стопа (отсутствие её тыльного сгибания). Резко положительные симптомы нервных корешков справа: Ласега, Нери, Дежерина. Резко болезненная пальпация в точках Валле справа.

Рентгеноскопия грудной клетки без патологии. На рентгенограммах пояснично-крестцового отдела — сколиоз в пояснично-крестцовом отделе позвоночника.

По данным электроэпидермометрической изоалгографии зона патологического снижения ЭЭС характеризуется узкой полосой, повторяющей анатомическую проекцию хода правого седалищного нерва с показателями: $\Phi=100$ МОм, $\Pi=0,05$ МОм

над верхней третью правого седалищного нерва полосой до 1 см, точно повторяющей проекцию правого седалищного нерва по задней поверхности (рис. 25).

Рисунок 25. Больной К-ов. Травматический неврит правого седалищного нерва.

При исследовании ЭЭС у данного больного в динамике показатели оставались идентичными. Болевой синдром держался на протяжении курса лечения.

Другой пример. Больной П-ый, 55 лет, поступил в клинику хирургии №2 ВМА им. С.М. Кирова с диагнозом: острый панкреатит. Жаловался на боли в подреберьях опоясывающего характера с повышением диастазы мочи до 90 ед. На фоне проводимой терапии боли в области подреберий стали стихать, состояние больного улучшилось. Но во время одной из инъекций 50% раствора анальгина в правую ягодичную область был задет седалищный нерв. Мгновенно возникли сильнейшие боли в правой нижней конечности, появилось чувство онемения в правой стопе и снижение в ней мышечной силы. В дальнейшем сохранялись сильные боли по ходу правого седалищного

нерва. Отмечалось выпадение сухожильных рефлексов правой нижней конечности. Гипестезия задней поверхности правой голени и правой стопы. Гипотрофия мышц правой голени, резкая болезненность в правой ягодичной области, возникающая при малейшем движении. Больной с большим трудом передвигался по палате. За период лечения болевой синдром стал убывать, но двигательная функция правой нижней конечности не восстановилась.

Отмечались клинически значимые изменения показателей крови: анемия — эритроциты $3,6 \cdot 10^{12}/л$ (4-5), Hb 68 г/л (130-160), признаки острого воспалительного процесса — лейкоцитоз до $12,6 \cdot 10^9/л$ (4-9) за счет увеличения сегментоядерных до 58% и палочкоядерных гранулоцитов до 12% (1-6), при снижении числа лимфоцитов до 18% (18-40), СОЭ до 46 мм/ч (1-10).

Рентгенограмма пояснично-крестцового отдела позвоночника от 2.11.79 г.: умеренно выраженные изменения типа остеохондроза.

Повторный Анализ крови от 03.11.79 г. Признаки воспалительной реакции присутствуют эритроциты $4,0 \cdot 10^{12}/л$, Hb 70 г/л. Лейкоцитоз до $9,2 \cdot 10^9/л$ (4-9), нейтрофильные 62% и п/я гранулоциты 8% (1-6), СОЭ 32 мм/час (1-10).

По данным электроэпидермометрической изоалгографии регистрировалась узкая полоса по ходу правого седалищного нерва в его прямой анатомической проекции со стороны правой ягодицы с показателями $\Phi=100$ МОм, $\Pi=0,5$ МОм, $\Phi/\Pi=200$, что соответствует очень сильной боли (рисунок 26). Эти показатели держались постоянно в течение целого месяца. Боли оставались очень сильными, несмотря на проводимую терапию.

Таким образом, при невритах, сопровождающихся болевым синдромом, регистрировалось локальное снижение ЭЭС полосой, повторяющей в прямой анатомической проекции ход воспаленного нерва. Характер рисунка, повторяющего ход воспаленного нерва, регистрировался на любом участке тела независимо от локализации неврита. Степень снижения ЭЭС в зоне

воспаленного нерва соответствовала общим закономерностям снижения ЭЭС при болевом синдроме любой этиологии, то есть степень снижения ЭЭС в зоне воспаленного нерва была прямо пропорциональна степени предъявляемой боли.

Рисунок 26. Больной П-ый. Ранение правого седалищного нерва,

4.4. СИМПАТАЛГИИ

С различными заболеваниями периферической нервной системы, сопровождающимися болевым синдромом обследовано 72 больных: мужчин — 17, женщин — 55, в возрасте от 19 до 62 лет, с длительностью заболевания от 2-х до 25 лет. По характеру и локализации вегетативных поражений больные распределились следующим образом: шейный симпатоганглионит (стеллазит) — 7 человек, хронический солярит — 56 человек, полисимпатоганглионит — 7 человек, солярно-диэнцефальные кризы — 2 человека. У больных со стеллазитом отмечались жгучие боли в затылочной области, шее, верхних конечностях, головные боли, головокружение, боли в области сердца. У больных с хроническим соляритом отмечались приступообразные

боли в эпигастральной области с иррадиацией в живот, спину, чувство «вбитого гвоздя» в подложечной области, чувство «костра» в животе, чередование запоров и поносов, периодические вздутия живота. У 55 из них после аппендэктомии развивалась спаечная болезнь кишечника, сопровождающаяся, как правило, хроническим гастритом, хроническим холециститом, спастическим колитом, неврастеническим синдромом и остеохондрозом средне-грудного отдела позвоночника. У больных с полисимпатоганглионевритом жалобы носили полиморфный характер: распространённые жгучие боли в различных частях тела, выраженный гипергидроз, раздражительность, гиперестезии и гиперпатии различного характера. У больных с солярно-диэнцефальными кризами боли первоначально возникали в эпигастральной области, а потом распространялись по всему телу, сопровождались ознобом, резкой мышечной слабостью, полиурией. Эти приступы всегда были схожи по клинической картине и отличались цикличностью.

По данным электроэпидермометрической изоалгографии болевой рисунок регистрировался только в той топографической области, которая являлась причиной болевого синдрома. Так при стеллазите зона патологического снижения ЭЭС в виде обширного пятна регистрировалась непосредственно над прямой проекцией звездчатого узла по его передней поверхности и сбоку, хотя боли при стеллазите иррадиировали в конечность, грудную клетку, затылочную область. При солярите боли разливались по всей брюшной полости, пояснице, но патологическое снижение ЭЭС регистрировалось только в эпигастральной области пятном, в прямой проекции солярных точек. При полисимпатоганглионеврите топографическое локальное снижение ЭЭС не встречалось, при этом заболевании резко снижалось фоновое ЭЭС, то же было и при солярно-диэнцефальном синдроме. Иногда, в период начала солярного криза, удавалось зарегистрировать локальное снижение ЭЭС пятном в солярной зоне. При вторичных солярных синдромах постоянное

снижение ЭЭС в виде фестончатых фигур регистрировалось в зоне послеоперационных спаечных образований. В этих случаях аналогичные зоны снижения регистрировались над солнечным сплетением и 5-6 остистыми отростками грудных позвонков, там же была резко болезненная пальпация. Часто о наличии этой боли пациенты не знали, а регистрировалась она только при пальпации. Для более достоверной оценки болевого синдрома при вегетативных расстройствах было применено лечение ганглиоблокирующими средствами, методика предусматривала локальное введение бензогексония в зону боли с помощью электрофореза. Степень боли и характер болевого рисунка оценивались электроэпидермальнометрической изоалгографией как до лечения, так и после него. Таким образом, удалось применить способ топической диагностики в качестве количественной и качественной оценки лечебного эффекта. Во всех случаях лечения в зоне предъявляемой боли регистрировалось резкое снижение ЭЭС в десятки и сотни раз по сравнению с фоновым ЭЭС. При исчезновении болевого синдрома никаких участков со сниженным ЭЭС не регистрировалось. Положительный эффект в виде исчезновения болей был у 53-х больных, уменьшение болей у 16-ти. У ряда больных со спаечной болезнью кишечника, несмотря на исчезновение болевого синдрома, сниженное ЭЭС регистрировалось над спаечными образованиями в первоначальных значениях. Контроль лечения бензогексонием в этих случаях осуществлялся методом контрастной рентгенографии.

Больная К-ва, 25 лет, поступила в хирургическую клинику №2 ВМА им. С.М. Кирова 25.10.1975 г. с диагнозом: кишечная колика, спаечная болезнь кишечника с болевым синдромом. Аппендэктомия в 1969 г. в этой же клинике. Боли в эпигастральной области жгучего характера начались через два года после аппендэктомии. Эти боли возникали внезапно, кризоподобно, иррадиировали радиально в живот, область сердца, они были настолько интенсивны, что больная вынуждена была

останавливаться в любом месте, где её заставлял приступ болей. Обследовалась в хирургических клиниках. Диагностирована спаечная болезнь кишечника с болевым синдромом. При неврологическом осмотре: черепно-мозговые нервы без патологии. Сухожильные рефлексы высокие с расширенной рефлексогенной зоной D=S. Зона гиперестезии пятном в эпигастральной области. Резко болезненная пальпация солярных точек и остистых отростков D6-D7 позвонков. Эти приступы провоцировались резким движением. На рентгенограммах кишечника с контрастным веществом до лечения определяется спазм терминального отдела кишечника.

В клинической крови снижение уровня Hb (гемоглобина) до 86 г/л (120-140). По остальным показателям формулы без клинически значимых отклонений.

После лечения электрофорезом с бензогексонием — хорошая проходимость кишечника. Полная эвакуация бария. В это время боли в эпигастральной области совершенно прошли. По данным электроэпидермометрической изоалгографии до лечения регистрировалось локальное снижение ЭЭС пятном в эпигастральной области с показателями: $\Phi=100$ МОм, $\Pi=0,1$ МОм, $\Phi/\Pi=1000$, что соответствует сильной боли (рисунок 27).

В области послеоперационного рубца регистрировались узкие зоны сниженного ЭЭС, которые точно в анатомической проекции совпадали с проекцией спаечных образований, зарегистрированных на рентгенографических снимках. В этих зонах после прохождения боли продолжало регистрироваться сниженное ЭЭС в виде узких полос с фестончатыми краями и с показателями $\Phi=100$ МОм, $\Pi=1$ МОм, $\Phi/\Pi=100$, то есть в десять раз меньше. В дальнейшем над спаечными образованиями продолжала регистрироваться зона сниженного ЭЭС в виде узких полос с фестончатыми краями, несмотря на отсутствие алгического синдрома.

Рисунок 27. Больная К-ва. Спаечная болезнь кишечника. Вторичный соляной синдром.

Таким образом, при симпатоганглионитах зоны снижения ЭЭС носят полиморфный характер, различны по топографии и форме рисунка и регистрируются только в том месте, где имеется объективная причина, вызывающая воспаление. При снятии болевого синдрома бензогексонием регистрируется стремление показателя ЭЭС к стабилизации, исчезновению локальных зон снижения ЭЭС во всех случаях, за исключением спаечной болезни кишечника, где зоны патологически сниженного ЭЭС, видимо, обусловлены другими патофизиологическими механизмами.

4.5. ПРОЧИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ С ВЫРАЖЕННЫМ БОЛЕВЫМ СИНДРОМОМ

4.5.1. Туберкулезный спондилит и компрессия спинного мозга

В Ленинградском институте хирургического туберкулеза обследовано в детском отделении 125 детей в возрасте

от 1 до 16 лет, поступивших с диагнозом «туберкулёзный спондилит» различной локализации, сопровождающийся корешковым синдромом или компрессией спинного мозга. Обследование проводилось общепринятыми методами: рентгенологическим и неврологическим. Но не всегда у детей удавалось рентгенологически определить уровень туберкулёзного поражения позвонков, а тем более затруднительна диагностика уровня компрессии спинного мозга. При наличии чувствительных проводниковых расстройств возможно определить точно уровень компрессии. Однако, это почти невозможно в том случае, когда компрессия имеет место только в передних отделах спинного мозга, то есть нет чувствительных расстройств, по которым обычно невропатолог может определить уровень компрессии спинного мозга.

По данным электроэпидермометрической изографии локальное снижение ЭЭС регистрируется в прямой анатомической проекции уровня компрессии спинного мозга в виде точечного рисунка над остистым отростком пораженного позвонка. При наличии натёчника или деструкции позвонка возникают локальные изменения ЭЭС, повторяющие их по форме. При вовлечении в воспалительный процесс нервного корешка возникает вторичный радикулит, соответствующий воспалению локализации воспаления. В этих случаях болевой рисунок повторяет рисунки, характерные для дискогенных радикулитов, то есть в виде точки, полупятна или пятна в зависимости от степени изменений и смещения межпозвонкового диска. Топографическая диагностика методом ЭЭМ ИАГ даёт возможность вывести хирургов на нужный операционный уровень, определить воспалённый нервный корешок и сделать прицельно паравертебральную корешковую блокаду, а по форме полученного болевого рисунка высказать мнение об этиологии патологического очага деструкции (воспалительная, дискогенная, сосудистая и т.д.).

Больная К-ва, 11 лет, поступила в детскую клинику ЛИХТа с диагнозом: туберкулёзный спондилит грудного отдела

позвоночника. Нижний спастический парализ с тазовыми расстройствами и корешковым синдромом. Неврологически: черепно-мозговые нервы без патологии, сухожильные рефлексы с верхних конечностей живые D=S. Мышечная сила и тонус в них не изменён. Верхний и средний брюшные рефлексы живые D=S. Нижние брюшные рефлексы не вызываются. Повышение мышечного тонуса с разгибателях нижних конечностей до ригидности. Спонтанные пирамидные стопные знаки: симптомы Бакинського, Россолимо, Оппенгейма, Гордона. Клонусы стоп и коленных чашечек. Гипотрофия мышц нижних конечностей и деформация правой стопы с ротацией её вовнутрь. Чувствительных расстройств не выявляется. Нарушение мочеиспускания по типу истинного недержания мочи и непроизвольная дефекация. В таком состоянии девочка находилась 6 месяцев в туберкулёзных санаториях, получала специфическую противотуберкулёзную терапию. Последние 3 месяца чувствовала сильную боль в пояснице и правом бедре.

На рентгенограммах позвоночника от 16.10.77 г. определяется бочковидный позвонок D11, смещенный кзади в форме клина.

Анализ крови от 20.10.1978 г.: содержание Hb до 86 г/л (110-145). Признаки умеренно выраженной воспалительной реакции при содержании лейкоцитов $8.6 \cdot 10^9/\text{л}$, на фоне увеличения с/я гранулоцитов до 68%, снижение лимфоцитов до 15% (24-54). СОЭ 28 мм/час (4-12).

По данным ЭЭМ ИАГ определялась зона резко сниженного ЭЭС над D10-D11 позвонками в форме пятна неровной конфигурации с показателями: $\Phi=100$ МОм, $\Pi=0,5$ МОм, $\Phi/\Pi=200$, что свидетельствовало о незначительной боли и давало возможность предположить отсутствие воспалительного туберкулёзного процесса (рисунок 28). Также можно было высказаться в пользу компрессии нижних отделов спинного мозга смещенным межпозвонковым диском на фоне заднего спондилолистеза D11 позвонка за счёт его врождённой деформации.

На ламинэтомии 22.12.77 г. определяется компрессия спинного мозга арахноидальными рубцовыми образованиями. Сам спинной мозг деформирован, изогнут за счёт смещения кзади D11 межпозвонкового диска на фоне врождённого дефекта позвонка D11. Был сделан передний спондилодез, закреплены аутоотрансплантаты. В течение 6 месяцев девочка находилась в гипсовой кровати. Через год после операции восстановилась функция спинного мозга. Исчез нижний спастический парез. Сухожильные рефлексы стали обычной живости D=S. Активные движения в нижних конечностях полностью восстановились. По данным электроэпидермометрической изоалгографии от 22.05.78 г. никаких зон со сниженным ЭЭС не регистрировалось.

Рисунок 28. Большая К-ва. Туберкулезный спондилит.

Смещение межпозвонкового диска D11 кзади.

Таким образом, при помощи измерения ЭЭС удалось предсказать отсутствие туберкулёзного процесса и высказать мнение о компрессии спинного мозга межпозвонковым диском, что и подтвердилось.

Больной Л-сов, 5 лет, поступил в детскую клинику ЛИХТа 2.07.79 г. с диагнозом: туберкулёзный спондилит D5-D7 позвонков с компрессией спинного мозга и нижним спастическим парапарезом. Неврологически: черепно-мозговые нервы без патологии, сухожильные рефлексы с верхних конечностей живые D=S. Брюшные рефлексы не вызываются. Сухожильные рефлексы с нижних конечностей очень высокие со склонностью к ригидности и реперкуссии, особенно разгибателей нижних конечностей. Клонусы стоп и коленных чашечек. Практическая нижняя параплегия и расстройством мочеиспускания по типу недержания. Чувствительных расстройств не выявляется. Гипотрофия мышц нижних конечностей. Боли в грудном отделе позвоночника опоясывающего характера.

Анализ крови от 13.09.1979 г. Hb 80 г/л (110-140). Эритроциты $4,8 \cdot 10^{12}/л$ (3,5-4,5), лейкоциты $4,0 \cdot 10^9/л$ (5-12), СОЭ 7 мм/ч (4-12). Формула крови без клинически значимых изменений.

Анализ крови от 26.11.1979 г. (после операции). Анемия — содержание эритроцитов $3,2 \cdot 10^{12}/л$ (3,5-4,5), Hb 80 г/л. Признаки воспалительного процесса: лейкоциты $9,0 \cdot 10^9/л$, с/я гранулоциты 51% (25-60), п/я — 7% (0,5-5), лимфоциты — 32 % (26-60), токсическая зернистость нейтрофилов (+). СОЭ 40 мм/ч (4-12).

На рентгенограммах позвоночника от 26.09.79 г. тела позвонков D5-D6 разрушены полностью, их сумки срослись и резко смещены кверху и кзади (закрывая просвет спинно-мозгового канала). В D4-D9 обнаружен значительный кифоз.

По данным электроэпидермометрической изоаллографии на уровне D5-D6 позвонков с латерализацией влево регистрируется зона снижения ЭЭС пятном диаметром до 5 см и показателями $\Phi=100$ МОм, $\Pi=0,1$ МОм, $\Phi/\Pi=1000$, что соответствует сильной боли или выраженной степени воспаления. Смещение болевого рисунка влево от остистых отростков указывало на то, что имеет место очаг воспаления.

Во время операции (передний спондилодез аутоотрансплантатом и декомпрессия спинного мозга передний доступом) обнаружен участок компрессии спинного мозга с сужением спинномозгового канала спаячными образованиями и смещение самого спинно-мозгового канала влево. Твёрдая мозговая оболочка была местами покрыта рубцовыми тканями. Смещённый спинной мозг в этом месте имел форму полумесяца, дуга которого направлена влево. После операции резко уменьшился нижний спастический паразетез, появились активные движения в нижних конечностях. В дальнейшем сохранялись только пирамидные стопные знаки. Локальных зон снижения ЭЭС (кроме тканей самого послеоперационного рубца) не регистрировалось (рис. 29).

Рисунок 29. Больной Л-сов. Туберкулёзный спондилит.
Абсцесс области нервных корешков D5-D6 слева.

Таким образом, при помощи метода диагностики электроэпидермометрической изоалгографии удалось достоверно предсказать характер патологических изменений позвоночника и невралгических образований, т.е. указать хирургам уровень

операционного вмешательства и объём декомпрессивных мероприятий во время операции.

Во всех остальных 123-х случаях расхождений между топографическим диагнозом, высказанным при помощи электроэпидермометрической изоалгографии, и диагнозом, установленным во время операции, не было.

Способ электроэпидермометрической изоалгографии как способ топографической диагностики и оценки степени воспаления и боли может быть полезен при диагностике в детской практике, когда другие травматические способы диагностики вызывают негативную реакцию у детей. Сама методика совершенно безболезненна и поэтому дети охотно соглашались на указанные исследования.

4.5.2. Кардиалгии. Невралгии грудной локализации

Характер локальных изменений ЭЭС при болях различной этиологии в области грудной клетки слева отличался от изменений ЭЭС при дискогенном грудном радикулите. Чаще всего это был кардиалгический синдром. С целью дифференциальной диагностики кардиалгии (стенокардии и инфаркта миокарда) и других аллогенных заболеваний области грудной клетки слева, обследовано в приёмном покое, терапевтических, кардиологических, хирургических отделениях Городской больницы скорой помощи №21 им. И.Г. Коняшина 135 больных, из них мужчин — 78, женщин — 57, в возрасте от 18 до 79 лет.

За основу брался диагноз скорой помощи: стенокардия напряжения или инфаркт миокарда в тех случаях, когда электрокардиологическая диагностика была сомнительной, а болевой синдром был выраженный, и назначалась консультация невропатолога. Окончательный диагноз устанавливался только после ряда кардиологических, рентгенологических, неврологических, лабораторных, и в трёх случаях — патологоанатомических исследований.

Было установлено, что среди больных, поступивших со стенокардией, последняя подтвердилась только в 5,37%; остеохондроз шейно-грудного отдела позвоночника с корешковым синдромом составил 27,95%; межрёберная невралгия герпетической природы 21,5%; левосторонний брахиоплексит 3,22%; левосторонний плече-лопаточный периартрит и стерно-костальный артрозо-артрит 23,65%; ишемическая болезнь сердца в 2,15%, острый инфаркт миокарда в 3,22%.

Основным диагностическим критерием кардиалгии явилось выделение типовых рисунков зон сниженного ЭЭС (табл. 1).

Таблица 1. Характерные типы рисунков у 135-и больных с синдромом кардиалгии (в %, по результатам ЭЭМ ИАГ)

<div>Типы рисунков</div> <div>Характер кардиалгии</div>	Точка	Полупятно	Пятно	Полоса	Овал
Ишемическая болезнь сердца	-	-	-	-	100
Стенокардия	-	-	-	-	100
Инфаркт миокарда	-	-	100	-	-
Остеохондроз шейно-грудного отдела позвоночника	5	37,5	7,5	50	-
Межреберные невралгии	10	-	-	90	-
Миозит плечевого пояса	-	-	-	100	-
Артрозо-артрит суставов плечевого пояса	45	-	55	-	-
Левосторонний брахиоплексит	100	-	-	-	-
Ирритативные боли	-	-	-	-	-

Для инфаркта миокарда у 100% больных характерным было пятно, расположенное при переднем инфаркте на передней поверхности левой половины грудной клетки, при боковом

инфаркте — на боковой поверхности, при заднем инфаркте — над лопаточной областью слева. Для стенокардии был характерен рисунок овалом на передней поверхности левой половины грудной клетки. Для остеохондроза — полупятно, пятно над воспаленными нервными корешками верхнегрудной локализации слева, а для межреберной невралгии и миозита полоса по ходу воспаленных межреберий и мышц у 100% больных. Над воспаленными суставами снижение ЭЭС носило точечный характер. В случае ирритативных болей локальных изменений ЭЭС не было зарегистрировано.

По данным таблицы так называемый острый инфаркт миокарда и стенокардия напряжения в 58,5% оказались неврологическими заболеваниями: корешковым синдромом, остеохондрозом грудного отдела позвоночника, межреберными невралгиями, миозитами, брахиоплекситами. В 16,6% болевой синдром был обусловлен артрозо-артрирами плече-лопаточных и стерно-костальных суставов и только у 25,16% больных это были истинная коронарная недостаточность: ишемическая болезнь 6,66%, стенокардия 3,7%, инфаркт миокарда 14,8%, что хорошо видно на диаграмме (рис. 30).

Таким образом, по данным ЭМ ИАГ возможно решить топографический диагноз при болевом синдроме в левой половине грудной клетки. По характеру болевого рисунка и его топографическому расположению можно с большой достоверностью высказать мнение по поводу дифференциального диагноза при кардиалгиях и других болевых синдромах на уровне грудного отдела позвоночника, как и при болевом синдроме любой другой локализации, где степень локального снижения ЭЭС прямо пропорциональна степени предъявляемой боли.

Рисунок 30. Гистограмма распределения диагностируемых заболеваний при синдроме кардиалгии.

4.5.3 Острый аппендицит

Исследование болевого синдрома проводилось не только у больных с неврологическими заболеваниями. Для того, чтобы выявить общие закономерности изменения ЭЭС при других, например, хирургических, было обследовано в клинике хирургии №2 ВМА им. С.М. Кирова 102 больных острым аппендицитом: 39 мужчин и 63 женщины в возрасте от 15 до 73 лет. Изучение ЭЭС проводилось непосредственно перед операцией, на 2-й и 7-й день после аппендэктомии без предварительной обработки кожи больного. Как показали исследования,

используя перепад показателей ЭЭС, возможно с достаточно высокой степенью достоверности определить локализацию боли и очага воспаления, его характер, оценить степень болевого синдрома.

Известно, что острый аппендицит почти всегда сопровождается болью. Степень боли зависит от множества факторов: переносимости болевых ощущений больным, характера и степени морфологических изменений в тканях и т.д. Поэтому в процессе выполнения исследований была также предпринята попытка сопоставить изменения ЭЭС со степенью выраженности болевого синдрома при остром аппендиците и в послеоперационном периоде.

В правой подвздошной области при очень сильной боли ЭЭС составило $0,4 \pm 0,12$ МОм, при сильной боли — $0,56 \pm 0,26$ МОм, при умеренной боли — $2,36 \pm 0,96$ МОм (уровень статистической значимости $P < 0,05$). Колебания фоновых показателей меньше зависели от степени боли ($55,8-73,3$ МОм), и различия между ними статистически незначимы ($P > 0,05$). Итак, степень снижения ЭЭС в правой подвздошной области при болевых ощущениях, обусловленных острым аппендицитом, и в послеоперационном периоде была прямо пропорциональна степени ощущаемой боли. Все больные, которым проводилось определение ЭЭС, были оперированы в клинике. У всех этих больных острый аппендицит был подтверждён на операции, однако в 2,9% изменения ЭЭС отсутствовали, но клинический диагноз острого аппендицита был осложнен перитонитом и был достаточно обоснованным, но аппендицит оказался гангренозным.

Изменения ЭЭС в правой подвздошной области сопоставлялись с результатами макроскопического исследования удалённых отростков. Оказалось, что при гиперемии червеобразного отростка ЭЭС снижалось до $0,89 \pm 0,11$ МОм, при наличии гнойного содержимого ЭЭС равнялось $3,9 \pm 2,1$ МОм. При нарастании деструктивных изменений в червеобразном отростке

показатели ЭЭС в правой подвздошной области незначительно отличались от таковых в левой подвздошной области. В 3-х случаях (2,9%) при перфоративно-гангренозном аппендиците в дооперационном периоде изменений ЭЭС выявить не удалось. Таким образом, примеры перфоративно-гангренозного аппендицита, сопровождающегося разлитым перитонитом, оказались наиболее сложными при диагностике методом электроэпидермометрической изоалгографии.

При остром аппендиците отношение Ф/П составило 85 — при простой форме, 50 — при флегмонозной форме, 15 — при гангренозно-перфоративной форме. В процессе выздоровления показатели Ф/П обнаруживали отчётливую тенденцию к уменьшению, приближаясь к единице. При простой форме аппендицита отмечалось быстрое восстановление показателей ЭЭС, а при гангренозно-перфоративном аппендиците более медленное, что коррелировало с клиническим течением послеоперационного периода. При различных формах аппендицита в правой подвздошной области были выявлены участки кожи с резко сниженным ЭЭС, так называемые «гальванические ямы», запоминающие определенные рисунки, среди которых удалось выделить наиболее характерные. При простой форме аппендицита рисунок напоминал форму червеобразного отростка у 80,5% больных. При этом положение червеобразного отростка, определявшееся по данным ЭЭС, подтверждалось на операции у 95,1% обследованных больных.

Рисунок в форме овала был характерен для флегмонозного аппендицита и регистрировался в 91,6%, а рисунок в форме обширного пятна наблюдался при гангренозно-перфоративном аппендиците. У 11 больных (10,1%), независимо от клинической формы аппендицита, рисунок на коже носил фестончатый характер. На операции оказалось, что в этих вариантах червеобразный отросток был окружен спайками. У 5 больных (4,9%) выявленный на коже рисунок не совпадал с истинным расположением червеобразного отростка. Во время операции было

установлено, что в зоне регистрируемой «гальванической ямы» располагались спайки, в то время как червеобразный отросток находился в другой проекции.

Таким образом, измерение электроэпидермального сопротивления по данным электроэпидермометрической изоалгографии представляет собой простой и доступный метод диагностики острого аппендицита, выявления формы болевого рисунка и количественной оценки боли.

4.5.4. Пневмония

Невропатологу часто приходится встречаться с болевым синдромом в области грудной клетки при различного рода грудных радикулитах, межрёберных невралгиях, миозитах и т.д. Чаще всего этот болевой синдром вторичный — возникающий вследствие заболевания внутренних органов, среди которых пневмония занимает ведущее место. Она может начинаться с интенсивной боли, усиливающейся при кашле, глубоком вдохе или резком движении. Отсутствие в первые часы патологических изменений на рентгенограммах затрудняет постановку правильного диагноза.

Всего было обследовано 48 больных, из них 24 мужчины и 24 женщины в возрасте от 16 до 73 лет, поступивших с болями в области грудной клетки. Убедительных данных о наличии пневмонии не было, и больные были направлены на консультацию к невропатологу.

В результате обследования методом электроэпидермометрической изоалгографии было установлено, что предполагаемый ранее диагноз остеохондроз грудного отдела позвоночника с корешковым синдромом (43,75%), межрёберная невралгия (41,65%) и миозит (14,5%) оказались пневмониями, протекающими с выраженным болевым синдромом. Из них прикорневая пневмония впоследствии диагностировалась у 33,33%, очаговая пневмония различной локализации — 22,91%, плевропневмония — 43,75% (таблица 2).

Таблица 2. Дифференциальный диагноз пневмонии по данным распределения ЭЭС

<div> <div>Окончательный диагноз</div> <div>Диагноз поступления</div> </div>	Прикорневая пневмония		Очаговая пневмония		Плевропневмония	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Остеохондроз грудного отдела позвоночника с корешковым синдромом	7	14,5	11	22,91	3	6,25
Межреберная невралгия	9	18,75	-	-	11	22,91
Миозит	-	-	-	-	7	14,58
Итого:	16	33,33	11	22,91	21	43,75

Различные формы пневмонии характеризовались типовым болевым рисунком участка локального снижения ЭЭС. Так, для прикорневой пневмонии характерным был рисунок в форме бабочки (100%), регистрируемой в межлопаточном пространстве; для очаговой пневмонии характерным был рисунок в форме треугольника (42,9%), располагающийся над пораженным сегментом лёгкого; для плевропневмонии был характерным болевой рисунок в виде полосы, расположенной непосредственно над проекцией воспаленного участка плевры. При кашле или глубоком вдохе ЭЭС резко снижалось непосредственно в зоне воспаления, что было достоверным признаком плевропневмонии (57,1%) (см. таблицу 3).

Таким образом, метод определения локальных изменений ЭЭС может быть использован для дифференциального диагноза пневмонии, сопровождающейся болевым синдромом.

Таблица 3. Форма болевого рисунка как дифференциальный признак характера пневмонии (по данным исследования ЭЭС)

<div> <div>Форма болевого рисунка</div> <div>Диагноз</div> </div>	Бабочка		Треугольник		Полоса	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Прикорневая пневмония	7	100	-	-	-	-
Очаговая пневмония	4	20	14	70	2	10
Плевропневмония	-	-	9	42,9	12	57,1

4.6. АНАЛИЗ ТИПОВЫХ ФОРМ БОЛЕВОГО РИСУНКА И СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭЭМ ИАГ СО СТЕПЕНЬЮ ПРЕДЪЯВЛЯЕМОЙ БОЛИ

Обобщающее соответствие диагноза аллогенного заболевания и формы локального болевого рисунка, полученного по данным ЭЭМ ИАГ, проявилось еще на первых этапах исследования. Большой накопленный материал — 6200 исследований у 1608 больных, — позволил обобщить и систематизировать установленные закономерности.

Наибольший массив данных был собран по дискогенному радикулиту пояснично-крестцовой локализации, поэтому вначале был проведен статистический анализ формы болевого рисунка для трех видов патологий межпозвонковых дисков — грыжи, протрузии и дискалгии (таблица 4).

Как видно из представленных данных, степень болевого синдрома прямо пропорциональна величине локального снижения электроэпидермального сопротивления в зоне предъявляемой боли.

Наиболее достоверным оказалось отношение фонового ЭЭС к локально сниженному ЭЭС. Фоновое ЭЭС при умеренной и незначительной боли в меньшей степени зависели от степени болевого синдрома. Только при очень сильной боли отмечалось снижение фонового ЭЭС, видимо за счёт усиленного потоотделения.

При очень сильной и сильной болях абсолютные значения локально сниженного ЭЭС независимы от характера смещения межпозвонковых дисков. Этот показатель по степени изменений неспецифичен.

Независимо от характера степени патологического смещения межпозвонковых дисков электрофизические характеристики эпидермиса изменялись одинаково.

Таблица 4. Изменения электроэпидермального сопротивления при дискогенном пояснично-крестцовом радикулите в динамике болевого синдрома и степени локально предъявляемой боли (n=890, 3966 исследований)

Степень предъявляемой боли	Фон ЭЭС (Ф), МОм			Патология ЭЭС (П), МОм			Отношение Ф/П		
	Грыжа	Протрузия	Дискалгия	Грыжа	Протрузия	Дискалгия	Грыжа	Протрузия	Дискалгия
Очень сильная боль 575 чел. (17,08%)	1,06±0,66	2,04±0,58	2,04±0,52	0,32±0,08	0,37±0,03	0,41±0,08	16,4	17,2	18,9
Сильная боль 449 чел. (13,33%)	3,56±0,27	3,64±0,19	3,71±0,13	0,46±0,09	0,51±0,05	0,55±0,09	15,8	16,1	19,3
Умеренная боль 906 чел. (26,91%)	4,50±0,75	4,53±0,75	4,55±0,72	0,82±0,18	0,86±0,14	0,89±0,11	8,8	8 9	9 0
Незначительная боль 1089 чел. (32,35%)	4,37±0,99	4,88±0,98	4,89±0,97	1,88±0,28	1,92±0,24	1,91±0,05	4,2	4,5	4 6
Боли нет 347 чел. (10,33%)	выше 5	выше 5	выше 5	выше 5	выше 5	выше 5	1	1	1

Для болевого рисунка, полученного по результатам измерений ЭЭС, в зависимости от степени смещения межпозвонкового диска в динамике развития болевого синдрома оказались характерными типовые рисунки в прямой проекции патологически смещенного межпозвонкового диска (таблица 5).

Рисунок в виде точки был характерен для дискалгии и наблюдался у 33,8% больных, на втором месте оказалась протрузия (выпячивание межпозвонкового диска), и он почти не встречался при грыже межпозвонкового диска. В динамике трансформации этого рисунка через каждые 5 дней отмечалось его быстрое исчезновение или трансформация в полупятно/пятно к 15 дню заболевания.

Рисунок в виде полупятна имел основание, проходящее прямо по остистым отросткам позвонков над измененными межпозвонковыми дисками, и полуокружность паравертебрально с одной из сторон позвоночника. Рисунок в виде полупятна встречался максимально до 77,5 -79,1%, постепенно убывая к 25 дню до 5,6%. Для протрузии межпозвонкового диска такой рисунок был менее характерен (23,1-28,3%), с быстрым убывание этой доли в процентах к 15-му дню. При дискалгии рисунок в виде полупятна с одной или другой стороны позвоночника отмечался только в первые 5 дней болевого синдрома и регистрировался у 56,4% больных.

Болевой рисунок в виде пятна, симметрично располагающегося над позвонками со смещенными межпозвонковыми дисками, регистрировался при протрузии в 58,4% на 5 день и в 65,4% на 10 день алгогенного синдрома. Для грыжи межпозвонкового диска было характерно нарастание количества рисунков боли в виде пятна с 16,6% в первые дни заболевания до 51,6% к 15 дню болевого синдрома, что могло указывать на развитие воспалительных изменений в области длительно смещенного межпозвонкового диска. Для дискалгии болевой рисунок в виде пятна был не характерен и к 10 дню практически не встречался.

Если проследить трансформацию болевого рисунка

Таблица 5. Динамика болевого рисунка у 890-а больных дискогенным пояснично-крестцовым радикулитом по данным измерения электропидермального сопротивления через каждые 5 дней (в %)

Форма участка со снижен- ным ЭЭС		Болевой рису- нок в виде точки						Болевой рисунок в виде полупятна						Болевой рису- нок в виде пятна					
		Дни наблюдения						Дни наблюдения						Дни наблюдения					
		5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25			
Прыжка межпозвон- кового диска (120 чел.)	Кол-во чел.	5	13	1	-	-	95	93	51	13	7	20	24	62	47	14			
	Абс. в %	4,16	2,5	0,3	-	-	79,1	77,5	42,5	10,8	5,8	16,6	20	51,6	39,1	11,6			
Протрузия межпозвон- кового диска (272 чел.)	Кол-во чел.	50	33	12	-	-	63	77	11	3	-	159	178	39	7	-			
	Абс. в %	18,3	12,1	4,4	-	-	23,1	28,3	4,6	1,1	-	58,4	65,4	14,3	2,5	-			
Дискалгия (496 чел.)	Кол-во чел.	168	18	-	-	-	280	31	-	-	-	48	3	-	-	-			
	Абс. в %	33,8	3,6	-	-	-	56,4	6,2	-	-	-	9,6	0,6	-	-	-			

в зависимости от степени смещения межпозвонковых дисков: грыжи, протрузии и дискалгии, то выявляется тенденция отражения на эпидермисе локальных изменений ЭЭС, повторяющих в прямой анатомической проекции локализацию и степень травмы мышечно-связочного кольца позвоночника с вовлечением в дальнейшем сосудистых тканевых реакций симметричной области. Таким образом, метод электроэпидермометрической изоалгографии позволяет количественно оценить степень локальной боли, возникающей при смещении межпозвонкового диска, а по форме болевого рисунка зоны сниженного ЭЭС высказать предположение о характере и степени воспалительных изменений, возникших в поврежденных околопозвоночных тканях. Как уже было замечено выше, определенная форма болевого рисунка соответствует тому или иному заболеванию. Эта закономерность распространяется как на заболевания периферической нервной системы, так и на другие заболевания, имеющие выраженный болевой синдром (таблица 6).

При невритах форма болевого рисунка у 100% пациентов повторяла фотографически расположение воспаленного нерва в виде полосы над этим нервом; при пневмонии, протекающей с болевым синдромом, рисунок повторял анатомо-топографическую форму воспаленного сегмента лёгкого или воспаление прикорневой зоны. Такие заболевания, как ганглионевриты или симпаталгии, не имели определенного болевого рисунка в силу своих анатомических особенностей. Наиболее разнообразные по форме болевые рисунки были при кардиалгии, включавшей различные заболевания левой половины грудной клетки с выраженным болевым синдромом: ишемическая болезнь сердца, корешковый синдром при шейно-грудном остеохондрозе позвоночника, миозиты, артрозо-артриты.

Следовательно, диагностическим критерием при электроэпидермометрической изоалгографии являлась форма болевого рисунка с учётом анатомо-топографического его расположения.

Таблица 6. Соответствие формы локального болевого рисунка и диагноза аллогенного заболевания по данным измерений электроэпидермального сопротивления у 1608 больных (6200 исследований)

Диагноз Форма болевого рисунка	Пояснично- крестцовый радикулит		Шейный радикулит		Грудной радикулит		Нервы		Туберкулезный спондилит		Ганглионевриты и симпатгии		Кардиалгии		Аппендицит		Пневмонии	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Точка	223	25	-	-	3	3,6	-	-	78	62	-	-	20	14	-	-	-	-
Полукратно	227	22,5	18	78	30	89	-	-	37	30	-	-	7	5	-	-	-	-
Пятно	438	49,5	5	21	5	5,2	-	-	37	38	-	-	35	30	-	-	-	-
Овал	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99	97	-	-
Треугольник	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	85
Полоса	-	-	-	-	-	-	135	100	-	-	-	-	34	25	-	-	-	-
Бабочка	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	15
Серп	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	16	-	-	-	-
Нетиповой	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	100	17	9	3	3	-	-
Итого	890	-	23	-	78	-	135	-	125	-	72	-	135	-	102	-	48	-

Сопоставление результатов ЭЭМ ИАГ со степенью предьявляемой боли проводилось в два этапа, что связано с часто наблюдаемым несоответствием отношения измеряемого значения патологического ЭЭС к фону и степенью боли, называемой пациентом. Особенно характерно это для категорий «Боль умеренная» (БУ) и «Боль незначительная» (БН). Это могло быть объяснимо субъективными факторами — состоянием пациента и разным болевым порогом, но данная гипотеза однозначно нуждалась в подтверждении с помощью статистического анализа результатов. Для этого на первом этапе был выбран ограниченный массив данных в полсотни записей (фрагмент показан на рисунке 31), а затем вторым этапом полученные результаты проверены на большой выборке.

(27)	50 250 - БН - -	1,0 25,0 -	15	1/1 -	
(24)	П. П. П. БН БН - 0,5 - -		1/200 -		
(28)	140. 250 Ср. БН БН - 0,5 25,0 Ср.		1/20 1/1 -		
(29)	П. 140 П. БН БН - 1,0 140 -		1/100 1/1 -		
(30)	140 П. П. БН БН - 1,0 - -		1/10 -		
(33)	П. П. П. БН - - 0,5 - -		1/200 -		
(34)	П. П. П. БН - - 0,5 - -		1/200 -		
(35)	П. П. П. БН - - 0,5 - -		1/200 -		
(37)	250 500 П. БН - - 0,2 500 -		1/200 1/1 -		
(38)	П. П. П. БН - - 1,0 - -		1/100 -		
(40)	2,0 500 - БН БН - 0,5 25,0 -		1/10 1/2 -		
(41)	500 500 - БН - - 0,5 500		1/100 1/1 -		
(42)	П. 200 П. БН БН - 0,5 100 -		1/200 1/2 -		
(48)	П. 25,0 П. БН БН - 0,5 25,0 -		1/500 1/1 -		

Рисунок 31. Фрагмент выборки из рабочих записей автора

Итак, рассмотрим зависимость отношения патологического снижения электроэпидермального сопротивления (П) к фоновым показателям (Ф), пренебрегая таким показателем, как день исследования. Получим распределение с существенной неоднородностью (рис. 32): по критерию «Боль сильная» (БС) множество данных в целом однородно, количество грубых ошибок минимально, но по двум другим степеням боли наблюдается значительный и противоречивый разброс значений. В связи с этим рассмотрим множество значений для каждого критерия в отдельности.

Рисунок 32. Диаграмма распределения значений
П/Ф от предъявляемой степени боли

С помощью «Анализ данных» MS Excel составим краткое описание выборки для каждого критерия. Интересующие нас показатели — среднее значение, среднеквадратичное отклонение, дисперсия, асимметрия. Также в надстройке «Анализ данных» используем инструмент «Гистограмма» для генерации вариационного ряда с равными по величине интервалами, а также для построения гистограмм.

Массив данных по критерию «Боль сильная» (БС) является наиболее однородным из трех выборок. Абсолютное большинство наблюдений (66 из 78) попадают в интервал вариационного ряда (карман), равный 0,063, а среднее значение по всей выборке — близкое к нему значение 0,046. Его и примем в качестве ориентира для количественной характеристики сильной боли.

<i>Отношение П/Ф для степени боли "БС"</i>	
Среднее	0,046131646
Стандартная ошибка	0,008912689
Стандартное отклонение	0,079217713
Дисперсия выборки	0,006275446
Асимметричность	3,381975251
Количество наблюдений	78

Рисунок 33. Статистический анализ и интервальная характеристика выборки по критерию «Боль сильная» (БС)

Массив данных «Боль умеренная» (БУ), который по логике должен был сгруппироваться между крайними категориями, оказался разбит на два множества значений, разошедшихся в края общего диапазона от 0 до 1 (рис. 34). Это не только

затрудняет анализ, но также указывает на отсутствие корреляции между этим критерием и значениями отношения паталогического ЭЭС к фону. Это подтверждается значительным стандартным отклонением (среднеквадратичным отклонением, СКО): оно показывает существенный разброс значений в представленном множестве от средней величины.

Отношение П/Ф для степени боли "БУ"

Среднее	0,57254717
Стандартная ошибка	0,064014895
Стандартное отклонение	0,466035471
Дисперсия выборки	0,21718906
Асимметричность	-0,209750351
Счет	53

Карман	Частота
0,005	2
0,05	13
0,095	1
0,14	6
0,185	0
0,23	0
0,275	0
0,32	1
0,365	0
0,41	0
0,455	0
0,5	2
0,545	0
0,59	0
0,635	0
0,68	0
0,725	0
0,77	0
0,815	0
0,86	0
0,905	0
0,95	0
0,995	0
1,04	28

Рисунок 34. Статистический анализ и интервальная характеристика выборки по критерию «Боль умеренная» (БУ)

Статистический материал по критерию «Боль незначительная» (БН) также имеет значительное стандартное отклонение, однако это объясняется не большим разбросом значений, а наличием грубых погрешностей в выборке. Из гистограммы

(рис. 35) видно, что подавляющее большинство значений концентрируется в интервале вариационного ряда «1» (18 из 28). Мы не можем считать получившееся среднее, равное 0,73, верным значением, однако важно другое — большая часть значений выборки на порядок больше значений для критерия «Боль сильная».

<i>Отношение П/Ф для степени боли "БН"</i>	
Среднее	0,733928571
Стандартная ошибка	0,072643471
Стандартное отклонение	0,384393118
Дисперсия выборки	0,147758069
Асимметричность	-0,942543606
Количество наблюдений	28

Рисунок 35. Статистический анализ и интервальная характеристика выборки по критерию «Боль незначительная» (БН)

Таким образом, на первом этапе мы проверили и подтвердили, что показатель «Боль умеренная» имеет слабую корреляцию со значениями электроэпидермального сопротивления и носит субъективный характер. Чтобы окончательно доказать это и вывести уточненные численные значения для предъявляемой степени боли, обратимся ко всему накопленному массиву данных.

В таблице 7 представлены абсолютные значения ЭЭС в мегаомах, полученные в результате математической обработки 4600 исследований значений ЭЭС у больных с различной выраженностью болевого синдрома при ряде заболеваний, протекающих с алгическим синдромом. Также определена достоверность результатов в зависимости от степени доверительной вероятности ошибки отдельно для патологического снижения ЭЭС, фонового значения ЭЭС и отношения фонового значения ЭЭС к патологически сниженному ЭЭС.

Из данных таблицы видно, что значимыми величинами является только снижение ЭЭС в зоне очень сильной и сильной боли, а также отношение фонового ЭЭС к патологически сниженному. Как и было доказано на первом этапе, выделенные условно четыре степени боли могут быть сгруппированы в две группы степени боли — сильная боль и незначительная боль. Остальные группы оценки степени боли являются трудно контролируемыми и обследуемые по-разному понимают их значения. Поэтому рационально было выделить только две степени боли: «Боль сильная» и «Боль незначительная». В тех случаях, когда не было жалоб на боль, — снижение ЭЭС не регистрировалось, что хорошо видно в представленной таблице.

Итак, пользуясь методом электроэпидермометрической изоалгографии, врач, получив электрофизическую информацию от «больного» органа или группы тканей, может очень быстро составить представление о топографии алгогенного очага, определить его форму и по этим данным решить вопрос топографического диагноза. По перепаду показателей ЭЭС врач способен определить степень электрических изменений в подлежащих тканях, оценить интенсивность воспаления или боли. На основании этих данных возможно предположить дифференциальный диагноз и, продолжив направленное исследование известными способами (кардиографии, рентгенографии и т.д.), решить вопрос окончательного диагноза.

Таблица 7. Локально-патологическое снижение электроэпидермального сопротивления в зависимости от степени предъявляемой боли (в МОм)

	Очень сильная боль			Сильная боль			Умеренная боль			Незначительная боль			Боли нет		
	П	Ф	Ф/П	П	Ф	Ф/П	П	Ф	Ф/П	П	Ф	Ф/П	П	Ф	Ф/П
Доверительные границы среднего с доверительной вероятностью 95% ($P < 0,5$)	0,4	2,1	17,8	0,5	3,7	17,1	1,8	4,5	9,0	1,9	4,8	4,6	4,9	4,9	1,0
Доверительные границы среднего с доверительной вероятностью 99% ($P < 0,01$)	0,3	2,0	17,2	0,5	3,6	16,5	0,8	0,8	8,9	1,9	4,8	4,4	4,9	4,8	0,9
Доверительные границы среднего с доверительной вероятностью 99,9% ($P < 0,001$)	0,3	1,9	16,4	0,4	3,3	15,8	0,8	4,5	8,8	1,8	4,8	4,2	4,8	4,8	0,9

П — зона патологии, Ф — фон, Ф/П — отношение фоновых значений к зонам патологии

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема боли, её количественная и качественная оценки, экспертиза, исследование механизмов боли, способа индикации ее — это далеко не полный перечень вопросов, интересующих современную науку.

Как известно, многие заболевания сопровождаются болью, особенно заболевания периферической нервной системы. Часто тяжелые страдания больному причиняет не основной патологический процесс, а сопровождающая этот процесс боль. Боль принято разделять на центральную — ощущение и, так называемую, периферическую — тканевую. При изучении центральной боли исследуют сосудистые, потовые, рефлекторные зрачковые реакции. При изучении «периферической» боли применяют биохимические, биофизические способы, а также исследуют локальные изменения биоэлектрических, биоманнитных, температурных показателей. Среди этих методов наиболее распространенным в настоящее время является гальванометрический способ объективной оценки боли.

Впервые гальваническую реакцию на боль зарегистрировал австрийский ученый Albrecht (1921). Советский учёный Залкиндсон в 1934 году создал прибор «Гапронаб» — гальваническая проба на боль. Было установлено, что не всякая боль поддается измерению, и биоэлектрические помехи мешали получению достоверных показателей объективной оценки. В 1948 году Н.Н. Мищук создал гальванометр, при помощи которого по изменению потоотделения можно было зарегистрировать болевую реакцию. Однако разброс получаемых при этом показателей, лабильность исходных фоновых данных

затрудняли объективную оценку боли. Удавалось установить гальваническую реакцию на боль приблизительно в большой топографической зоне (1957). Автор отмечал достоверное снижение электрокожного сопротивления на боль в правой подвздошной области при остром аппендиците.

Традиционно сложилось мнение, что электрофизические изменения в организме необходимо измерять биполярным способом, устраняя влияние эпидермиса — высокоомного изолятора. Было установлено правило, что чем лучше исследователь избавлялся от влияния высокоомического эпидермиса, тем лучше и «чище» были показатели (электрокардиограмма, электроэнцефалограмма и т.д.). С этой целью применялись влажные прокладки с растворами электролитов или с электропроводными пастами на индифферентном электроде. Ни один из исследователей не пытался измерить изолированно электрическое сопротивление рогового слоя эпидермиса, так как принято считать, что эпидермис не может нести полезной информации, ибо в нем нет сосудов, нервов, не зарегистрировано движение жидкости. В техническом смысле считалось нерациональной и трудной задачей измерения больших электрических сопротивлений эпидермиса, тем более что при биполярном способе электрокожное сопротивление не превышало 2 МОм (Р.И. Утямышев, 1969).

Все приборы, созданные для измерения электрокожного сопротивления, были по этому рассчитаны не более, чем на 5 МОм. (К.В. Дукмасова, 1969). Изучая способ диагностики различных заболеваний по особенностям изменения электрического сопротивления кожи, К.В. Дукмасова отмечала, что интересно было бы измерить электрическое сопротивление эпидермиса постоянному току, но это весьма нетривиальная проблема. Свои исследования и созданный прибор — «Электродерматометр», автор применяла для изучения комплексного электрического сопротивления кожи переменным током.

Исследование электрокожного сопротивления биполярным способом с применением влажных прокладок предусматривало обязательное прохождение тестирующего электрического тока сквозь роговой слой эпидермиса и замыкание электрической цепи между двумя отдаленными друг от друга электродами. Это измерение принесло полезную информацию о состоянии электролитных систем организма, но полностью исключало исследование электрических характеристик самого эпидермиса, являющегося диэлектриком с проявлением при некоторых условиях (освещение, нагрев) полупроводниковых свойств. Применявшийся ранее способ объективной оценки боли по изменению электрокожного сопротивления не нашел практического применения потому, что полученные данные имели большой разброс значений, показатели ЭКС резко изменялись в течение суток, большое влияние на ЭКС оказывали эмоциональные реакции, потоотделение, температура и влажность окружающей среды. Лабильность ЭКС сводила на нет все полученные данные. Не существовало единой методики, позволявшей однозначно оценить локальные изменения ЭКС, а традиционные методы измерения не позволяли предположить, что роговой слой эпидермиса может нести полезную информацию,

Первоначально перед авторами стояла задача измерить ЭКС локально на малом участке кожи. Для её решения был создан коаксиальный датчик с близко расположенными металлическими электродами, изолированными друг от друга фторопластом. Для измерения ЭКС на малом участке между двумя электродами использовался сверхмалый наноамперный ток с напряжением не более 4,2 В. В результате измерялось только сопротивление поверхностного слоя, то есть электроэпидермальное сопротивление (ЭЭС). При таком способе измерения сверхмалый тестирующий ток не проникал глубже эпидермиса, а протекал только по его поверхности между близко расположенными электродами, причем наружный металлический электрод одновременно являлся экраном для внутреннего, что

значительно снижало электрические помехи.

Таким образом, нам удалось создать условия для измерения сопротивления поверхностного слоя эпидермиса-изолятора, имеющего показатели омического сопротивления в десятки мегаом и выше.

Первоначально было создано устройство для измерения ЭЭС со световой индикацией — А1-2. В дальнейшем совместно с группой инженеров были разработаны высокочувствительные электронные устройства с цифровой индикацией с диапазоном измерения до 100 МОм, 400 МОм, 1000 МОм. (А3-1, ИЭЭС-А4, А5 соответственно). Совместно с ГСКТБ счётных машин был применен вычислительно-графический комплекс (ВГК) на базе мини ЭВМ «Искра-125» с выводом информации на графопостроитель, цифропечать и дисплей.

Коаксиальный металлический электрод «Датчик для измерения биоэлектрических величин» (а.с. № 730346) и «Устройство для измерения электрокожного сопротивления» (а.с. № 749383) признаны изобретениями. Разработанный одним из авторов «Способ топической диагностики заболеваний» (а.с. № 721080) также признан изобретением.

Предложенный способ заключается в том, что сначала измеряется ЭЭС в нескольких случайно выбранных точках на теле человека, определяются максимальный и минимальный показатели ЭЭС. Обычно разброс последних не превышает одного порядка, то есть в 10 раз. Минимальное фоновое значение ЭЭС запоминают и принимают за опорный уровень отсчёта. Перемещая датчик по коже обследуемого, следят за показателями ЭЭС на цифровом табло. В том месте, где появляется значение ЭЭС, отличное от выбранного опорного-фоновое в 100 и более раз, делают на коже отметку. Соединяя отметки между собой линией, получают рисунок. Он даёт возможность высказать предположительный дифференциальный диагноз, а степень снижения ЭЭС по отношению к выбранному фоновому, как оказалось, прямо пропорционально степени

предъявляемой боли в этой области.

При работе с вычислительно-графическим комплексом задачи выбора фонового показателя ЭЭС, а также отметки перепада ЭЭС в зоне патологии и боли, производит вычислительный комплекс, на графопостроителе вычерчивая контуры полученного рисунка в зоне воспаления или боли. При помощи цифрорепечати на ленте фиксируются абсолютные значения ЭЭС. В результате можно получить картину распределения абсолютных значений ЭЭС на исследуемом участке кожи. По максимальным отклонениям ЭЭС получали «рисунок боли».

В результате нескольких тысяч исследований и обработки экспериментальных данных было установлено, что зона снижения ЭЭС в прямой анатомической проекции соответствует зоне воспаления или боли. На эпидермисе получали отображение подлежащих органов или тканей, имеющих воспалительный или аллогенный очаг. Было установлено, что эпидермис является своеобразным экраном, отображающим в прямой анатомической проекции измененные подлежащие биоэнергетические процессы, в том числе возникавшие при боли.

Во время работы с различными возрастными группами больных от 1 года до 88 лет показано, что возраст не оказывает существенного влияния на отношение показателей ЭЭС фонового к патологическому (Ф/П). Величина ЭЭС фона может колебаться у человека в течение суток, но локальные изменения ЭЭС отличаются не более, чем в 10 раз. Исключение составляют поверхности кожи, густо покрытые растительностью и с повышенным потоотделением (кожный покров головы, лобка, паховые и подмышечные области, ладонная поверхность кистей и подошвенная поверхность стоп). Для этих участков кожи должно выбираться своё опорное фоновое ЭЭС.

Было замечено влияние высоких температур воздуха в летний период на фоновое ЭЭС. В этих случаях выбор опорного фонового показателя был затруднен. То же происходит при воздействии на организм низких температур. Общефоновые

показатели ЭЭС резко повышаются при низкой температуре воздуха, однако, независимо от исходных данных, зона патологически измененного ЭЭС регистрируется отчетливо. Учитывая возможность графического отображения болевого рисунка в зоне боли, нами был предложен термин электроэпидермометрическая изоалгография (ЭЭМ ИАГ, графическое отображение болевого рисунка по данным измерения ЭЭС). Этот метод можно применять в любых климатических условиях независимо от колебания температурного фактора, без предварительной подготовки кожи обследуемого, а также в полевых условиях.

Обследовано 1608 больных с заболеваниями периферической нервной системы и другими заболеваниями, сопровождающимися болевым синдромом, и 500 здоровых людей (8400 исследований, таблица 6). По словесным отчетам пациентов выявлялась степень выраженности и локализация боли. Далее, без предварительной обработки кожи, коаксиальным датчиком обследовали ряд зон для выявления фонового показателя ЭЭС. На приборе АЗ-1 перепад показателей ЭЭС обозначался перемещением плавающей запятой. Например, опорное фоновое ЭЭС равнялось 10 МОм, в зоне боли — 0,01 МОм. В этом случае $\Phi/\Pi=1000$, что соответствовало очень сильной боли. На коже пациента в этих местах делали отметки, которые формировали рисунок боли.

Основным диагностическим критерием оказалась форма «болевого рисунка» (таблица 6).

Для дискогенного радикулита любой локализации характерными были три формы рисунка; точка — характерная для дискалгии, полупятно — протрузия межпозвонкового диска, и пятно — выпадение межпозвонкового диска. Наблюдалось чередование формы болевого рисунка от точечного к полупятну-пятну. Обратной последовательности трансформации болевого рисунка нами не наблюдалось.

При невритах любой локализации форма болевого рисунка была в виде полосы, повторяющей в анатомической проекции

ход воспаленного нерва.

В случае туберкулёзного спондилита форма болевого рисунка повторялась только в виде пятна над пораженным позвонком или нервным корешком*

При симпатоганглионитах не было постоянных форм болевого рисунка. Изменения ЭЭС имели различную форму, но располагались топографически над симпатическими ганглиями в зоне воспаления или боли.

Для кардиалгии характерными были болевые рисунки различной конфигурации в зависимости от характера патологии, приводящей к болевому синдрому в левой половине грудной клетки.

При аппендиците наиболее характерным болевым рисунком было пятно, овал или форма, близкая к форме червеобразного отростка в правой подвздошной области. Чередования форм болевого рисунка не наблюдалось, они зависели от характера воспалительных изменений в червеобразном отростке: простой, флегмонозный или гангренозный аппендицит.

Пневмония характеризовалась двумя видами рисунка: пятно в межлопаточном пространстве при прикорневой пневмонии и треугольником над воспаленным сегментом лёгкого.

Для подтверждения положения о роли эпидермиса как живой информационной системы, отображающей в прямой анатомической проекции подлежащие биоэнергетические процессы, был проведен ряд исследований на добровольцах и эксперименты на животных: измерялось электроэпидермальное сопротивление над здоровой областью и зоной боли (воспаления), а потом соскабливали поверхностный слой эпидермиса в этих же зонах. В результате регистрировалось одинаково сниженное электроэпидермальное сопротивление.

Выполненные эксперименты убедительно доказывают роль эпидермиса как регистрирующего электрофизического изобразительного экрана подлежащих в прямой анатомической проекции биоэнергетических процессов.

Результаты каждого исследования наносились на специальные карты с изображением стилизованного человека. На этих рисунках-схемах указывались абсолютные значения фонового и патологически измененного показателей ЭЭС. Различной штриховкой или цветом отмечалась зона предъявляемой боли, другим цветом обозначался болевой рисунок, полученный при исследовании патологически измененных значений ЭЭС. Степень предъявляемой боли оценивали по словесным отчетам как «очень сильную», «сильную», «умеренную», «незначительную» и «боли нет». На специальной карте обозначали степень предъявляемой боли, а результаты наносились на перфокарты. Для получения полной информации о характере изменений ЭЭС в зависимости от различных факторов проводилась цветная минирейторная обработка. С этой целью основные признаки (степень предъявляемой боли, локальные изменения ЭЭС и фоновые значения) исследовались в динамике до пяти раз, т.е. на каждый из этих признаков оставляли пять перфораций, и очередное исследование могло быть отмечено другим кодированным цветом. Такая обработка информации давала возможность наглядно увидеть все виды корреляции признаков, как по ходу обследования слева направо, так и в глубину массива. Сортируя весь объем данных по одному из признаков, можно было наблюдать, как изменяются изучаемые показатели.

Количественным критерием оценки болевого синдрома была степень снижения ЭЭС в зоне предъявляемой боли. Независимо от диагноза, локализации аллогенного процесса, длительности заболевания, возраста, пола, профессии, степень боли оценивалась только по величине локального снижения ЭЭС. Можно сделать вывод, что боль является неспецифическим процессом и может характеризоваться степенью окислительно-восстановительных тканевых реакций. Во всех случаях степень предъявляемой боли была прямо пропорциональна степени снижения электроэпидермального сопротивления.

Зная локальную степень снижения ЭЭС (в МОм), отношение фонового ЭЭС к патологически сниженному (Ф/П) и форму болевого рисунка в той или иной области, возможно точно установить степень боли и поставить топографический диагноз. Преимущество электроэпидермометрической изоалгографии заключается в простоте и скорости самого исследования, отсутствии необходимости специальной подготовки больного для исследования, возможности экспресс диагностики. Особое значение данный метод исследования может иметь при обследовании больных в коматозном состоянии и в детской практике.

Учитывая вышеизложенное, можно рекомендовать данный метод в целях экспертизы ВВК, ВВК, ВТЭ, при профилактических осмотрах больших контингентов и в полевых условиях.

Усовершенствование приборов для измерения и регистрации ЭЭС должно развиваться по пути создания поликоаксиальных датчиков и телеметрической аппаратуры.

Эпидермис как информационная система при дальнейшем исследовании может дать новые сведения о биоэнергетических процессах в организме человека и животных.

ПОСЛЕСЛОВИЕ

Анализ результатов, полученных почти за 200 лет отечественными и зарубежными исследователями по измерению ЭКС и КГР, показал, что ни один из предложенных методов не позволяет с достаточной надёжностью связать величину электрического сопротивления кожи с конкретным патологическим процессом. В то же время, внедрение в медицинскую практику нового метода измерения ЭЭС способствовало правильной постановке диагноза при различных заболеваниях, что нашло подтверждение на большом клиническом материале.

Установлено, что роговой слой эпидермиса обладает свойством реагировать на электрические процессы, происходящие в подлежащих органах и тканях, выполняет функцию экрана, на котором регистрируются электрические реакции в виде изменения электроэпидермального сопротивления.

Возможно, на эпидермисе-экране регистрируются энергетические процессы тканевой ишемии. Распространение энергетического влияния из зоны патологии на эпидермис — экран можно объяснить электронным движением зарядоносителей (В.Е.Манойлов, 1975).

Основным критерием степени воспалительного процесса и болевого синдрома являлось отношение фонового значения ЭЭС (Ф) к величине ЭЭС при патологии (П). На сотнях больных показано, что чем больше отношение Ф/П, тем более выражено воспаление или боль. Доказано существенное снижение ЭЭС при заболевании по сравнению с величиной ЭЭС над здоровой тканью (в 10 и более раз). По результатам измерений отношения Ф/П на коже испытуемого создавался рисунок, по форме

и размерам которого с учётом клинических и данных лабораторных исследований решался вопрос дифференциального диагноза.

Исключение из общего правила наблюдалось при невральном новообразовании позвоночника, когда рисунок, полученный по показаниям ЭЭС существенно отличался от других по форме. При этом отношение Ф/П было невелико, хотя присутствовала довольно сильная боль. Этот результат может стать дополнительным диагностическим признаком при наличии в организме опухолей.

Графическое отображение рисунка больного и воспалённого органа авторы предложили назвать электроэпидермометрической изографией (ЭЭМ ИАГ). Таким образом, эпидермис является своеобразным экраном — индикатором биоэнергетических процессов в подлежащих тканях и органах. Важно, что результаты диагностики этим методом в зоне прямой проекции патологии зависят от целостности эпидермиса. При её нарушении ЭЭС будет близко к фоновому, и определить зону воспаления не представляется возможным.

Электроэпидермометрическая изография является вспомогательным методом диагностики различных заболеваний человека и оценки его физиологического состояния. Предлагаемый метод совершенно безвреден, хорошо воспринимается в эмоциональном плане как взрослыми, так и детьми, исключительно прост в исполнении. Он может стать незаменимым для экспресс-диагностики, так как полная оценка состояния всего организма по панорамной картине распределения ЭЭС занимает не более 5 минут.

Возрождение и развитие данного метода на основе достижений современной электронной и вычислительной техники могут открыть новое перспективное направление в диагностике различных заболеваний человека и в исследовании энергоресурсов его организма.

Канд. физ.-мат. наук В. А. Кубасов

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БН	—	боль незначительная
БС	—	боль сильная
БУ	—	боль умеренная
ВВК	—	военно-врачебная комиссия
ВГК	—	вычислительно-графический комплекс
ВКК	—	врачебно-консультативная комиссия
ВТЭ	—	врачебно-трудовая экспертиза
ГПБ	—	гальваническая проба на боль
ЗП	—	зона патологии
ИК	—	инфракрасный
КГР	—	кожногальванический рефлекс
П	—	значение ЭЭС в зоне патологии
СКО	—	среднеквадратичное отклонение
УЗСМК	—	узел записи и счета машинных команд
УФ	—	ультрафиолетовый
Ф	—	фоновое значение ЭЭС
ФК	—	фотонные кристаллы
Ф/П	—	отношение фонового значения ЭЭС к значению в зоне патологии
ЭВМ	—	электронно-вычислительная машина
ЭКС	—	электрокожное сопротивление
ЭЭГ	—	электроэнцефалограмма
ЭЭМ ИАГ	—	электроэпидермометрическая изоалгография
ЭЭС	—	электроэпидермальное сопротивление

ПРИЛОЖЕНИЯ

РСФСР
ЛЕНИНГРАДСКИЙ
городской Совет
депутатов трудящихся
Наблюдательный комитет
Главное управление
здравоохранения
БОЛЬНИЦА СКОРОЙ
ПОМОЩИ № 21
им. И. Г. Коняшина
24/14 1979
№
197006, г. Ленинград
Азовский пр., дом № 10
тел. 98-27-05

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О ПОЛЕЗНОСТИ СПОСОБА ТОПИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ, ПРЕДЛОЖЕННОГО Б.М.ВОРОШИЛОВЫМ

В больнице скорой помощи № 21 им.И.Г.Коняшина г.Ленинграда с 1975 года врачом-невропатологом Б.М.Ворошиловым создан способ топической диагностики различных заболеваний воспалительной природы, основанный на измерении электроэпидермального сопротивления. Способ реализуется высокочувствительными омметрами типа АЗ; А4; А5 и коаксиальным сухим металлическим электродом.

Установлена полезность данного способа для топической диагностики пневмоний, кардиалгий, аппендицита и т.д.

Данные математической обработки и дополнительные клинические исследования подтверждают статистическую достоверность установленного диагноза.

Главный врач

[Handwritten signature]

А.С.Нилов

"УТВЕРЖДАЮ"

Директор ГОИТБ и 03
Хохлов Л.М.

В а к л а д ч е н и е

об изготовлении и практическом использовании изобретения
по заявке № 2357136/13 "Датчик для измерения биоэлектри-
ческих величин" авторов: Ворошилова Б.М. и Розенберга Г.В.

Датчик для измерения биоэлектрических величин, состоящий из
двух металлических электродов, расположенных коаксиально, жёстко
фиксированных, и имеющих определённые площади контактирующей с
кожей поверхности.

Применение указанного датчика в измерений электрического со-
противления кожи и других биоэлектрических величин помогает реали-
зовать метод поисковой диагностики ограниченных участков кожи с
резко изменённым электрокожным сопротивлением.

Указанное изобретение использовано в теме НИР 1976 - 1979 гг.
№ 7248 "Исследование сфер и эффективности применения специализи-
рованных вычислителей в медицинской диагностике".

На основе НИР № 7248 были изготовлены: 1) Устройство для изме-
рения электрокожного сопротивления человека, 2) Индикатор экстре-
мальных значений электрокожного сопротивления, 3) Вычислительно-
графический комплекс для регистрации электрокожного сопротивления.

В конструкцию указанных устройств целиком и полностью вошли,
в соответствии с предметом изобретения, датчики для измерения био-
электрических величин.

Данное изобретение, после проведённого испытания, признано
годным поскольку применение датчика позволяет без предварительной
подготовки кожи, за 3-5 минут полностью обследовать больного.

В настоящее время изготовлены опытные образцы специализиро-
ванных вычислителей для медицинской диагностики и ведётся подго-
товка для серийного их изготовления в комплексе с датчиком для
измерения биоэлектрических величин по заявке № 2357136/13 "Датчик
для измерения биоэлектрических величин" авторов: Ворошилова Б.М.

- 2 -

и Розенберга Г.В.

В дальнейшем эти датчики будут использоваться в НИР и ОКР при создании новых технических конструкций, в новых медицинских приборах и в других отраслях народного хозяйства.

Составил:

Зав.лаб. № 15

/А.П.Рыбкин/.

Согласовано:

Руководитель патентного
подразделения

/В.П.Казаков/.

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой нервных болезней
Ленинградского государственного
ордена Ленина института
усовершенствования врачей
им. С.М.Кирова
главный невропатолог
г.Ленинграда
профессор АНОСОВ Н.Н.

Аносов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о полезности предполагаемого изобретения
"способ и устройство определения электро-
кожного сопротивления".

Авторы: Воршилов Б.М.
Розенберг Г.В.

-2-

1. Предлагаемые способ и устройство для определения электрокожного сопротивления (ЭКС) предназначены для выявления очегов с патологически сниженным электрокожным сопротивлением у человека. Способ заключается в применении металлических электродов, расположенных коаксиально на расстоянии 0,2 - 2 мм. Определение ЭКС предлагаемым способом производится постоянным током менее 10^{-7} А. Снижение ЭКС индицируется свечением лазерного светодиода, включённого на выходе электронной схемы. Уровень индикации заранее устанавливается по шкале, оцифрованной в значениях сопротивлений (от 10 ком до 5 Мом).
 2. Предложенные авторами устройство А 1-2 и способ исследования ЭКС продемонстрированы на заседании кафедры нервных болезней ГИДУВа им. С.М.Кирова. На неврологических отделениях клиники обследовано 34 больных. Материалы клинического обследования прилагаются в протоколе №1. Установлено, что снижение ЭКС топографически соответствовало зонам предъявляемой боли.
 3. Ранее известным способом измерения ЭКС биполярно расположенными электродами, что приводило к регистрации интегральных величин ЭКС и было клинически не достоверно. Известно, что ЭКС резко снижается в зонах воспаления или при вегетативной реакции на боль. Используемые ранее для измерения ЭКС постоянные токи более 10^{-5} А вызывают поляризацию электродов. Все известные устройства для измерения ЭКС имеют большие габариты и вес. Предлагаемое портативное устройство А 1-2 и способ оценки ЭКС могут быть полезны в широкой медицинской практике.
 4. Целесообразно просить Минавраз СССР провести разработку конструкторской документации и организовать серийное производство таких устройств.

5. По данным зарубежной печати и предварительной патентной информации аналогичные устройства не разработаны. Предвидится широкое применение этого устройства среди практических врачей. Целесообразно провести патентование предлагаемого изобретения в странах социалистического лагеря и в ведущих капиталистических странах.
6. Выводы:
- 6.1. Предлагаемый способ определения электрокожного сопротивления коаксиальными металлическими электродами в медицинской практике не известен.
- 6.2. Оценка электрокожного сопротивления предлагаемым способом полезна для облегчения диагностики очагов воспаления и боли, особенно в вопросах экспертизы.
- 6.3. При дальнейшей работе с устройством А I-2 возможно выявление новых диагностических качеств.
- 6.4. Целесообразно рекомендовать Минздраву СССР организовать серийный выпуск таких устройств.
- 6.5. В целях сохранения приоритета Советского Союза на это изобретение рекомендуется патентовать его в странах социализма и в ведущих капиталистических странах.
- 6.6. До окончания патентования за границей следует воздержаться от открытой публикации данного изобретения.

Настоящее заключение обсуждено и одобрено на заседании кафедры нервных болезней ГИДУВа им. С.М.Кирова. . 7 мая 1973 года.

к.м.н. ассистент:

В. К. Динчук

В.К. Динчук.

зав. I неврол. отделением:

В. Д. Воробьева

В.Д. Воробьева.

к.м.н. ассистент

Е. И. Дерябина

Е.И. Дерябина.

зав. 2 неврол. отделением:

Г. П. Малинина

Г.П. Малинина.

"УТВЕРЖДАЮ"

Заместитель директора ЛИХТа
по научной части
профессор

К заявке В2357136/13
от 6 мая 1976 г.

/Д.Г.Коваленко/

А К Т

испытаний Датчика для измерения биозлектрических величин.

Комиссия в составе: председателя — канд. мед. наук, зав. детским отделением Игнатовой Е.М. и членов комиссии — руководителей патентной группой, канд. мед. наук Салмагамбетовым И.У., канд. мед. наук Гарбуз А.Е. составили настоящий акт в том, что за период с 13 апреля 1975 года по 1 декабря 1977 года в Ленинградском научно-исследовательском институте хирургического туберкулеза были произведены клинические испытания Датчика для измерения биоэлектрических величин, предложенного Ворошиловым Б.М. и Розенбергом Г.В.

Целью работы явилось проверка зависимости изменения показателей электрокожного сопротивления от давления датчика на кожу и безвредности влияния его на кожу пациента.

Испытываемый датчик для измерения биоэлектрических величин отличается от известных конструкций тем, что он состоит из двух сухих, металлических, расположенных коаксиально и жестко фиксированных по отношению друг к другу, электродов. Центральный электрод является измерительным, а наружный — экраном, защищающим центральный электрод от электромагнитных помех. Между электродами, расстояние составляет 3-5 мм. и заполнено изолирующим материалом — фторопластом. Корпус основания датчика, по площади контактирующей поверхности в 10 раз больше площади контактных электродов и, также выполнен из фторопласта, зашифрован в одной плоскости с электродами, таким образом, что при скольжении датчика по коже пациента не может возникнуть повреждений кожи, а пациент отмечает приятное ощущение поглаживания. Обработка датчика производится ватой, смоченной спиртом.

При сравнении измерений электрокожного сопротивления указанным датчиком и биполярным датчиком с игловатыми электродами, было установлено, что давление поискового игловатого датчика на кожу так изменяет показатели электрокожного сопротивления, что они не сравнимы и никакой полезной информации получить ими не удастся. В то время, как при использовании

предложенного датчика электрокожное сопротивление, даже на самых выступающих костных образованиях (вершина гребня-горба) показатель изменяется от давления датчика не более чем на 10%, а при исследовании мягких тканей организма каких-либо изменений показателя, зависящих от давления датчика на кожу, отмечено не было. Дети с интересом и без страха разрешали себя обследовать, а цифровая индикация на электронном табло устройства АЗ-1, служащего для измерения электрокожного сопротивления, создавала положительный эмоциональный фон и хороший контакт врача с пациентом.

Было обследовано в различных отделениях Ленинградского научно-исследовательского института хирургического туберкулеза 125 больных (из них 100 детей в возрасте от 1 года до 17 лет). При обследовании была выявлена локализация туберкулезного процесса (абсцессы, натечники), определен уровень сдавления спинного мозга, подтвержденные на операции в 92%. Обследование больного длилось 2-3 минуты и позволяло получить достоверную информацию о распределении электрокожного сопротивления ещё до опроса больного и рентгенодиагностики. Наиболее полезным оказалась топическая диагностика уровня сдавления спинного мозга, особенно в тех случаях, когда не было неврологической симптоматики, указывавшей на уровень компрессии его.

При помощи предложенного датчика было возможно с точностью до 0,5 см определить границы воспаленного органа (его прямую проекцию на кожу).

На основании результатов проведенных испытаний можно сделать вывод о целесообразности широкого применения предложенного Датчика для измерения биоэлектрических величин (особенно электрокожного и электроэпидермального сопротивления). Использование в клинической практике, особенно детской, предлагаемого датчика совместно с измерительным устройством повысит скорость и качество диагностики воспалительных заболеваний.

Председатель комиссии
зав. детским отделением, канд. мед. наук.

Е. М. Миловинова

/Е. М. Миловинова/

Члены комиссии:
руковод. патентного отдела, канд. мед. наук.
канд. мед. наук. ст. науч. сотр.

М. У. Саммагамбетов

/М. У. Саммагамбетов/

А. Е. Гарбуз

/А. Е. Гарбуз/

УТВЕРЖДАЮ
Начальник кафедры
нервных болезней
Военно-Медицинской
Ордена Ленина Краснзнамённой
Академии им. С.И.Кирова
засл. деятель науки СССР
проф. Д.И.М. полковник и/сл
ПАНОВ А.Г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

О полезности предполагаемого изобретения
"способ и устройство определения электро-
кожного сопротивления"

Авторы: Ворошилов Б.И.
Розенберг Г.В.

1. Предлагаемый способ и устройство для определения электрокожного сопротивления (ЭКС) предназначены для применения в медицинской практике с целью выявления очагов с патологически сниженным ЭКС. Способ заключается в применении металлических электродов, расположенных коаксиально на расстоянии 0,2-2 мм. Определение ЭКС по предлагаемому способу производится при токах менее 10^{-7} А. Устройство, реализующее этот способ, представляет собой портативный индикатор с размерами не более 120 x 40 x 20 мм.
2. Предложенные авторами способ и устройство продемонстрированы на заседании кафедры нервных болезней ВМОЛ им. С.М.Кирова. Этому предшествовала работа с устройством в клинике. Обследован 21 больной. Материалы клинической проверки прилагаются в протоколе обследования больных. Установлено, что при болевом синдроме, в частности у больных радикулитом, отмечалось снижение ЭКС в зонах предъявляемой боли.
3. Ранее известны и применяются в медицинской практике способы измерения ЭКС между неподвижным базовым и поисковыми электродами. Известно о снижении величины ЭКС при вегетативных реакциях на боль и воспаление. Однако, практика применения таких устройств показала сложность выявления патологических изменений из-за интегрального характера измеряемых величин ЭКС. Используемые для измерения токи более 10^{-5} А вызывают поляризацию электродов. Все известные устройства для измерения ЭКС имеют большие габариты и массу. Таким образом, предлагаемые портативное устройство А1-2 и способ оценки ЭКС могут быть полезны для широкого практического применения.
4. Учитывая, что авторами реализовано их предложение в нескольких образцах, пригодных для работы, целесообразно просить Миназдрав СССР провести разработку конструкторской документации и организовать серийное производство таких устройств.

-3-

5. По данным зарубежной печати и предварительной патентной информации аналогичные устройства не разработаны. Предвидится перспектива применения данного устройства как в Советском Союзе, так и за границей. Целесообразно провести патентование предполагаемого изобретения в странах социалистического лагеря и в ведущих капиталистических странах.

6. Выводы:

- 6.1. Предлагаемый способ определения ЭКС коаксональными металлическими электродами не известен в отечественной и зарубежной практике.
- 6.2. Оценка ЭКС таким способом полезна для облегчения диагностики острых воспаления и боли.
- 6.3. С накоплением опыта работы с устройством возможно выявление дополнительных полезных качеств.
- 6.4. Целесообразно рекомендовать Минздраву СССР организовать серийный выпуск таких устройств.
- 6.5. Рекомендуется сохранить приоритет Советского Союза на это изобретение путём патентования его в странах социализма и в ведущих капиталистических странах (Япония, ФРГ, США, Франция, Англия).
- 6.6. До окончания патентования за границей следует воздержаться от открытой публикации сущности изобретения

Настоящее заключение обсуждено и одобрено на заседании кафедры нервных болезней ВМОЛ им. С.М.Кирова.

23 апреля 1973 года.

Главный невропатолог ВМО СССР
ст.преподаватель кафедры
нervных болезней ВМО
им. С.М.Кирова
д.м.н. полковник и/сл
В.С. Лебзин.
Преподаватель кафедры
к.м.н. майор и/сл.
О.А.Степан.

Научное издание

*Ворошилов (Штрупп) Б. М.,
Захарова Н. Г., Кубасов В. А.*

**Электроэпидермальное сопротивление
в экспресс-диагностике патологических
процессов организма человека**

**Electroepidermal Resistance
in Express Diagnostics of the Human
Body Pathological Processes**

*В авторской редакции
Вёрстка, обложка: Елена Пильгун*

ООО «Эдитус»
125195, г. Москва, Ленинградское ш., д. 59, эт. 4, оф. 429
8 (800) 775-30-87
www.editus.ru

Отпечатано в типографии ООО Фирма «П-Центр»
129515, г. Москва, ул. Академика Королёва, 13

Подписано в печать ???
Формат 148х210. Усл. печ. л. 9,5
Печать цифровая. Бумага офсетная
Тираж 35 экз. Заказ № 202009046

ISBN 978-5-00149-460-7