

**И. В. Бойцов**

**СПОСОБ ТЕСТИРОВАНИЯ КОЖНЫХ СИМПАТИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ  
И КОНЦЕПЦИЯ ВЕГЕТОТОМА**

*ООО Спектрально-динамические системы г.Минск*

Цель исследования – концептуальное осмысление данных, полученных с помощью динамической сегментарной диагностики, как способа тестирования кожных симпатических реакций. Обследованы пациенты с различной патологией и практически здоровые люди, всего более 15000 человек – мужчины и женщины в возрастной категории от 17 до 93 лет, а также дети в возрасте от 2 месяцев до 16 лет. Было показано, что имеется прямая зависимость интенсивности рефлекторных кожных симпатических реакций от состояния вегетативных нейронов грудного отдела спинного мозга, при этом афферентный импульс распространяется по проводящим путям вегетативной чувствительности. В процессе исследования были выявлены 12 пар кожных сегментов вегетативного обеспечения и предложена концепция вегетотома, как участка эмбриональной закладки вегетативной нервной системы, формирующего единую вегетативную иннервацию отдельных участков мезо-, энто- и эктодермы.

**Ключевые слова:** вегетативная нервная система, кожные симпатические реакции, вегетотом, акупунктура.

**I. V. Boitsov**

**METHOD OF TESTING SKIN SYMPATHETIC REACTIONS  
AND THE CONCEPT OF VEGETOTOME**

The aim of the study consists in forming a certain conception on the base of evidence obtained by Dynamic Segmentary Diagnostics as a means of testing skin sympathetic reactions. Patients with various diseases as well as practically healthy people (more than 15000, male and female, aged from 17 to 93) and children aged from 2 months to 16 years were examined. It has been demonstrated that there is a direct correlation between the degree of reflectory skin sympathetic reactions and the condition of vegetative neurons of the thoracic spinal cord while the afferent impulse is being transmitted along the conductive pathways of vegetative sensitivity. In the course of investigations twelve pairs of skin segments responsible for vegetative supply were found and the concept of a vegetotome was proposed which is to be viewed as a site of embryonic foundation of the vegetative nervous system which forms a single whole innervation of separate areas of the mesoderm, endoderm and ectoderm.

**Key words:** autonomic nervous system, skin sympathetic reactions, vegetotome, acupuncture.

Среди важных патогенетических факторов неинфекционной патологии висцеральных систем организма рассматриваются дисфункции вегетативного отдела нервной системы. Правильное понимание роли и значимости таких дисфункций невозможно без решения фундаментальной проблемы выявления системной (морфологической и функциональной) и межсистемной (нейросоматической -- нейровегетативной) организации функций вегетативного обеспечения. Поэтому остаются актуальными разработка и внедрение в медицинскую практику новых методов тестирования состояния вегетативной нервной системы [4].

**Целью** данного исследования стало концептуальное осмысление данных, полученных с помощью динамической сегментарной диагностики, как способа тестирования кожных симпатических реакций [1, 9]. В задачи исследования входило: 1) определение параметров тестирующего тока для проведения тестирования кожных симпатических реакций; 2) разработка методики интерпретации результатов тестирования; 3) теоретическое обоснование разработанного метода тестирования; 4) клинические исследования с использованием разработанного метода тестирования.

**Объекты и методы.** В группу наблюдений входили пациенты с различной патологией и практически здоровые люди, всего более 15000 человек - мужчины и женщины в возрастной категории от 17 до 93 лет, а также дети в возрасте от 2 месяцев до 16 лет.

Исследование проводилось на приборах «ПОСТ-12.2» (Российская Федерация, Сертификат соответствия № РОСС RU.ИМ02.В09845; Регистрационное удостоверение МЗ РФ № 29/23030700/2834-02) и «АРМ Пересвет» (Российская Федерация, Сертификат соответствия № РОСС RU. ИМО 2. В14772; Регистрационное удостоверение МЗ РФ № ФСР 2009/05421; Регистрационное удостоверение МЗ РФ № ИМ 7.4935; EC-Conformance confirmation Registered-No.: V-06-045).

Динамическая сегментарная диагностика (ДСД-тестирование, англ. Dynamic Segmentary Diagnostics или DSD-test) – была разработана нами как способ сегментарной нейрофункциональной диагностики, при котором кожная симпатическая реакция представляет собой рефлекторный ответ вегетативной нервной системы на воздействие электрическим током на нервные рецепторы кожи в области приложения активного электрода [1]. Параметры электрического тока для проведения ДСД-тестирования выявлены эмпирическим путем и составляют: ток постоянный напряжением 6-21 В и силой тока при замкнутых электродах 150-250 мкА. В процессе исследования доказано, что вышеприведенные параметры тока являются оптимальными для тестирования кожных симпатических реакций (КСР). Так, например, при снижении напряжения или силы тока кожная симпатическая реакция не вызывается или ее интенсивность значительно снижена. При увеличении напряжения и силы тока быстро

развивается фаза угнетения кожно-симпатической реакции, и результаты тестирования трудно интерпретируются. Активный электрод, устанавливаемый на тестируемую кожную зону, имеет отрицательную полярность. Площадь активного электрода составляет около  $1 \text{ см}^2$ . Между кожей и металлическим контактом активного электрода для снижения эффектов поляризации помещается хлопчатобумажная ткань, смоченная физиологическим раствором. Пассивный электрод пациент держит в руке. Прибор в процессе тестирования стабилизирует напряжение на изначально заданных величинах и через интервалы времени, равные 0,1 секунды, фиксирует значения силы тока между электродами. В норме при воздействии на кожу тестирующим током заданных параметров в месте приложения активного электрода наблюдается снижение кожного электрического сопротивления (КЭС), что приводит к повышению силы тока между активным и пассивным электродами. Изменение этих показателей электрофизиологического состояния кожи обусловлено рефлекторной кожной симпатической реакцией. На рисунке 1 начальная фаза данной реакции обозначена как «стадия повышения вегетативного обеспечения кожи (ВОК)». Через интервал времени 10-60 секунд снижение электрического сопротивления прекращается. Сопротивление кожи становится стабильным и не меняется в течение 1-2 минут тестирования, поэтому сила тока в этот промежуток времени также не изменяется. На рисунке 1 эта фаза кожной симпатической реакции обозначена как «стадия стабилизации ВОК» или «стадия плато». Через 1-2 минуты непрерывающегося воздействия на кожу КЭС начинает увеличиваться и достигает исходных значений за интервал времени 5-10 минут. На рисунке 1 третья фаза КСР обозначена как «стадия угнетения ВОК», во время которой сила тока между электродами снижается до исходных величин.

Начальную фазу вызванной кожной симпатической реакции можно интерпретировать следующим образом: во-первых, воздействие тестирующего тока на нервные рецепторы вызывает в последних деполяризационный эффект; во-вторых, возникает афферентная импульсация; в-третьих, посредством вставочных нейронов происходит возбуждение эффекторных вегетативных нейронов; и, в-четвертых, активируется вегетотрофическое обеспечение кожи под активным электродом со снижением кожного электрического сопротивления, что сопровождается повышением силы тока, проходящего через кожу между активным и пассивным электродами.

Во второй фазе продолжающееся воздействие электрическим током на нервные рецепторы не вызывает еще большего возбуждения эффекторных вегетативных нейронов, а их активированное функциональное состояние остается стабильным без изменения степени вегетативного обеспечения кожи, кожного электрического сопротивления и силы тока между электродами.

В третьей фазе, на фоне воздействия электрического тока на нервные рецепторы, эффекторные вегетативные нейроны уже не способны поддерживать достигнутое в процессе тестирования возбужденное состояние и начинают угнетаться. В результате в третью фазу кожной симпатической реакции вегетативное обеспечение кожи снижается, что сопровождается повышением кожного электрического сопротивления и снижением силы тока между электродами.

По результатам тестирования получают следующие основные оценки:

во-первых, оценивают максимальный показатель силы тока во время тестирования, то есть те значения силы тока, которые тестируемая часть вегетативного аппарата способна поддерживать постоянными на «стадии плато». Это показатель вегетативного обеспечения деятельности (ВОД), он характеризует степень вегетотрофического обеспечения данного участка кожи. На рисунке 2 представлены графики, характеризующие повышение (А), снижение (С), физиологическое состояние (В) показателя ВОД и график отсутствия рефлекторной кожной симпатической реакции (D).

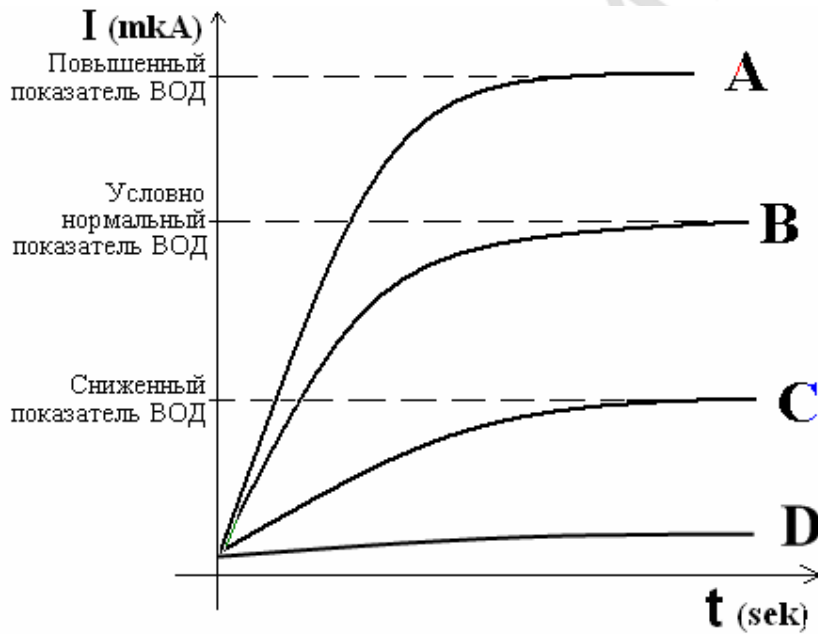
Во-вторых, оценивают вегетативную реактивность первой фазы КСР, т.е. амплитудно-временная (динамическая) характеристика этой стадии. Показатель вегетативной реактивности первой фазы – это соотношение максимальной силы тока ко времени начала «стадии плато». На рисунке 3 представлены графики, характеризующие гиперреактивность - повышение (А), гипореактивность - снижение (С) и физиологическое состояние (В) показателя вегетативной реактивности первой фазы КСР. Также целесообразно рассчитывать вегетативную реактивность третьей фазы КСР – это соотношение максимальной силы тока к длительности протекания третьей фазы.

В-третьих, немаловажным для оценки состояния сегментарного вегетативного аппарата является показатель длительности второй фазы КСР («стадии плато»).

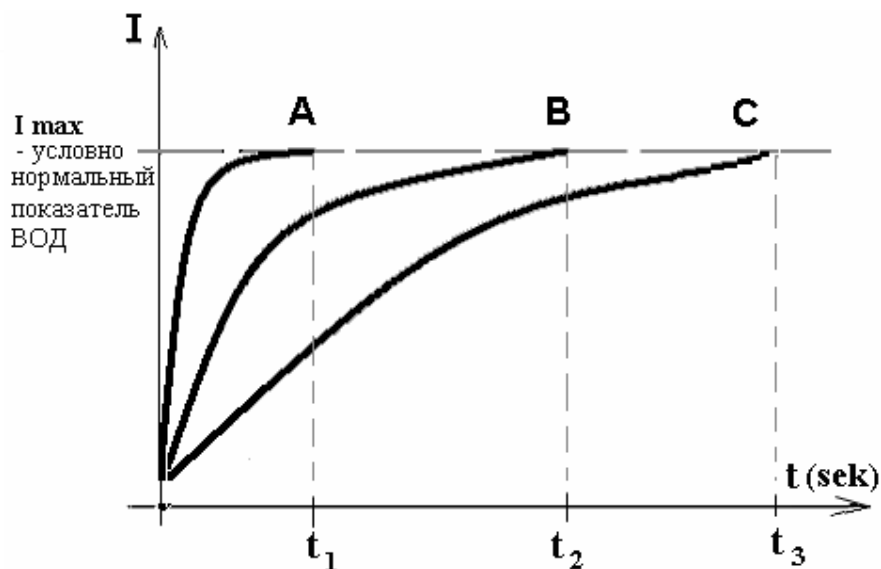
В клинической части нашей работы тестирование в основном проводилось до «стадии плато».



**Рис. 1** Стадии рефлекторной кожной симпатической реакции во время проведения ДСД-тестирования (объяснение в тексте).



**Рис. 2** Варианты изменения показателя вегетативного обеспечения деятельности во время проведения ДСД-тестирования (объяснение в тексте).



**Рис. 3** Варианты изменения показателя вегетативной реактивности первой фазы кожно-симпатической реакции во время проведения ДСД-тестирования (объяснение в тексте).

**Результаты.** Исследования больных с поражением достаточно большого объема спинного мозга по его длинной оси на уровне средне-нижних грудных сегментов показали, что при такой патологии кожные симпатические реакции на нижних конечностях вызвать не удастся, или они очень низкой интенсивности. При этом график изменения силы тока практически не имеет стадии возбуждения (рис.2, D).

Данную категорию пациентов в основном составили больные с ишемией спинного мозга ниже уровня Th2 или Th8 сегментов при компрессии *a.radiculomedullaris anterior magna* при магистральном (паусегментарном) типе кровоснабжения спинного мозга [8]. Тот же результат был получен при обследовании больного с нижним спастическим парапарезом на фоне радиационного поражения спинальных нейронов грудного отдела, которое развилось как осложнение после проведенной лучевой терапии костного мозга грудины. У больных с ишемией шейно-верхнегрудного отдела спинного мозга во время компрессии или спазма сразу двух *aa.vertebrales* интенсивность КСР снижалась на верхних конечностях.

Таким образом, на данном этапе клинической части работы было показано, что при проведении динамической сегментарной диагностики имеется прямая зависимость интенсивности КСР от состояния вегетативных нейронов грудного отдела спинного мозга. Кроме того, полученные данные исключают значимую для интерпретации зависимость показателя силы тока от эффектов электрохимической поляризации при прохождении постоянного тока в системе «металл-электролит».

На следующем этапе клинической части проводились обследования пациентов с травматическими повреждениями 1-2 сегментов в каком-либо отделе спинного мозга. По результатам наших исследований и по данным других источников [6] значимых различий в интенсивности КСР на кожных участках выше и ниже травмы отмечено не было, включая больных с полным перерывом спинного мозга.

Таким образом, на основании полученных результатов был сделан вывод о том, что рефлекторная дуга кожной симпатической реакции носит сегментарный характер, без замыкания в коре головного мозга и подкорковых центрах. Однако влияние высших вегетативных отделов, по-видимому, преимущественно гуморального характера, на общий уровень интенсивности всех сегментарных вегетативных реакций имеет место, что также подтверждено работами Фере и И.Р.Тарханова [5]. При исследовании больных с длительно протекающими патологическими процессами в организме на фоне снижения активности высших вегетативных центров фиксируется низкая интенсивность КСР на всех участках кожи. При психоэмоциональном возбуждении человека, интенсивность КСР повышается на всех кожных участках, а во время сна наблюдается ее понижение.

Следующий этап клинической части работы включал в себя исследования пациентов с выпадениями поверхностной, болевой и температурной чувствительности на различных участках кожи. Данную категорию пациентов составили больные с компрессиями спинномозговых нервов на фоне грыж межпозвонковых дисков и пациенты с травматическими повреждениями периферических нервов. Интенсивность КСР на участках кожи с гипо- и анестезией, имеющих по данным электронейромиографии поражение толстых миелиновых волокон, значимо не отличалась от реакций на участках кожи с нормальной чувствительностью, что позволило сделать вывод о том, что афферентным звеном в рефлекторных кожных симпатических реакциях не являются рецепторы и проводящие пути нейронов поверхностной, болевой или температурной чувствительности. Значимое снижение интенсивности КСР (рис.2 D) наблюдается только на участках кожи с полным перерывом нерва, включая тонкие вегетативные волокна, что в свою очередь может явиться диагностическим критерием целостности этих волокон при поражении нерва.

Таким образом, афферентный импульс рефлекторной кожно-симпатической реакции распространяется по проводящим путям вегетативной чувствительности. Рецепторы данных нейронов находятся в стенках кровеносных сосудов и в потовых железах. Косвенно это подтверждается исследованиями КСР у пациентов с травматическими ампутациями конечностей. При последующем микрохирургическом соединении здоровой и ампутированной частей травмированной конечности на дистальной части травмированной конечности кожные

симпатические реакции появляются и имеют достаточную интенсивность только при восстановлении ее вегетотрофической регуляции.

Так как при проведении динамической сегментарной диагностики поверхностная, болевая и температурная чувствительность не являются афферентным звеном рефлекторной дуги КСР, то эти реакции нельзя соотносить с распределением на коже сегментов поверхностной чувствительности.

Задачей следующего этапа работы было сравнение интенсивности КСР на различных участках кожной поверхности тела. В результате проведенного исследования было выявлено, что кожные симпатические реакции в зависимости от места установки активного электрода имеют разную интенсивность. Обследование пациентов с различной патологией показало, что в некоторых случаях на дистальных отделах конечностей определяются достаточно четко очерченные кожные участки, где интенсивность КСР отличается в несколько раз от смежных областей. Причем при проведении динамической сегментарной диагностики у пациентов с однотипной патологией такие участки кожи с резко выраженными изменениями вегетативной регуляции имеют типичную локализацию и располагаются в виде вытянутых вдоль конечности сегментов («лампасный» тип распределения) [2, 3]. Всего было выделено 24 сегмента, по шесть сегментов на каждой конечности. На верхних конечностях определены четкие границы шести сегментов на кистях, в некоторых случаях переходящих на нижние трети предплечий. На внутренней (ладонной) поверхности руки выявлены три сегмента: ладонно-медиальный – идет по ладонной поверхности мизинца к кожной проекции сухожилия локтевого сгибателя запястья; ладонно-срединный – идет от среднего пальца к кожной проекции сухожилия длинной ладонной мышцы; ладонно-латеральный – идет от большого пальца к кожной проекции сухожилия плечелучевой мышцы. На наружной (тыльной) поверхности руки выделены три сегмента: тыльно-медиальный – идет по тыльной поверхности мизинца к кожной проекции сухожилия локтевого разгибателя запястья; тыльно-срединный – идет от III-IV пальцев к кожной проекции сухожилия разгибателя мизинца; тыльно-латеральный – идет от указательного пальца к кожной проекции сухожилия длинной мышцы, отводящей большой палец кисти. На нижних конечностях выявлены шесть сегментов на стопах, иногда переходящих на нижние трети голеней. На тыльной поверхности стопы четко прослеживаются три сегмента: тыльно-медиальный – идет от первого межпальцевого промежутка к переднему краю медиальной лодыжки; тыльно-срединный – идет от второго межпальцевого промежутка к проекции сухожилия длинного разгибателя пальцев в области сгиба голеностопного сустава; тыльно-латеральный – идет от четвертого межпальцевого промежутка к переднему краю латеральной лодыжки. Медиальный (четвертый) сегмент идет по медиальному краю стопы от большого пальца к центру медиальной лодыжки, а казади от него на



медиальной поверхности пяточной кости от ее нижнего края к заднему краю медиальной лодыжки проходит задний (пятый) сегмент. Латеральный (шестой) сегмент идет по латеральному краю стопы от мизинца к заднему краю латеральной лодыжки.

**Заключение.** Таким образом, результаты проведенного исследования показали, что кроме сегментов поверхностной чувствительности, на дистальных отделах конечностей достаточно четко прослеживаются кожные сегменты вегетативного обеспечения (КСВО). Всего было выявлено 12 пар таких сегментов - по шесть на каждой конечности. Смежные КСВО имеют зоны перекрытия иннервации. Кроме того, выше сгибов лучезапястных и голеностопных суставов формирование перекрестной иннервации КСВО не ограничивается законами смежности сегментов.

На основе полученных экспериментальных данных подтверждается вывод о сегментарном распределении вегетативной иннервации в процессе эмбриогенеза, и появляется целесообразность введения такого понятия, как **вегетотом** (vegetotome). Вегетотом – участок эмбриональной закладки вегетативной нервной системы, формирующий единую вегетативную иннервацию отдельных участков мезо-, энто- и эктодермы. Впоследствии, определенные группы мышц, костей, сосудов, конкретные висцеральные системы и участки кожи с ее эпителиальными структурами, получившие в процессе эмбриогенеза первичную вегетативную иннервацию от одного и того же вегетотома, становятся взаимосвязанными единой сегментарной вегетативной иннервацией.

Как показали результаты клинической части представленной работы, кожные сегменты вегетативного обеспечения не соответствуют сегментам поверхностной (соматической) чувствительности, являющимися производными отдельных сомитов, а точнее дерматомов, как частей сомитов. Поэтому понятие вегетотом нельзя приравнять к понятию **невротом**, который представляет собой участок закладки мозга, соответствующий месту отхождения одной пары черепных или спинномозговых нервов [10], и по сути формирующий первичную соматическую иннервацию производных одного основного и двух смежных сомитов [7]. Исходя из количества выявленных кожных сегментов вегетативного обеспечения, можно предположить, что в процессе эмбриогенеза формируются 12 вегетотомов в отличие от 40-42 невротомов. Безусловно, являясь производными нейроэктодермы, вегетотомы и невротомы связаны морфологически и функционально, что обеспечивает рефлекторное взаимодействие между иннервируемыми ими структурными элементами организма.

При сопоставлении локализации кожных сегментов вегетативного обеспечения на дистальных отделах конечностей с локализацией в этих отделах наружных ходов классических меридианов, представленных в теории традиционной восточной медицины, можно сделать вывод

о том, что функциональная значимость и активность точек акупунктуры, расположенных на линиях меридианов, зависит от степени вегетотрофической регуляции соответствующих КСВО. По-видимому, трудности установления границ КСВО выше линий сгибов лучезапястных и голеностопных суставов имеют причиной сложную перекрестную вегетативную иннервацию. Законы формирования такой иннервации возможно параллельны законам взаимодействия классических меридианов, изложенным в теории акупунктуры.

### **Литература**

1. *Бойцов, И. В.* Динамическая сегментарная диагностика нейрофункционального статуса систем организма / И. В. Бойцов // Рефлексология. 2005. № 4 (8). С. 15–18.
2. *Бойцов, И. В.* Способ диагностики идиопатической артериальной гипотензии: Положительное решение на выдачу патента РБ по заявке № а 20101615 от 12.11.2010. Минск: Национальный Центр интеллектуальной собственности, 2010. 6 с.
3. *Бойцов, И. В.* Способ диагностики моторно-секреторной функции желудка: приоритет заявки на выдачу патента на изобретение № а 20110136 от 03.02.2011. Минск: Национальный Центр интеллектуальной собственности, 2011. 8 с.
4. *Вегетативные расстройства: Клиника, лечение, диагностика* / под ред. А. М. Вейна. М.: Медицинское информационное агентство, 1998. 752 с.
5. *Вейн, А. М.* Диагностическое значение вызванных кожных симпатических потенциалов / А. М. Вейн, А. Б. Данилов // Журнал невропатологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 1992. № 92 (5). С. 3–7.
6. *Морозов, И. Н.* Возможности метода сегментарной нейрофункциональной диагностики для прогноза восстановления функции мочевого пузыря у пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой / И. Н. Морозов, А. Г. Полякова // Современные технологии в медицине. 2010. № 4. С. 65–68.
7. *Сенсорное и рефлекторное взаимодействие в механизмах акупунктуры* / Г. А. Иваничев. – Казань: Изд-во «Матбугат йорты», 1999. 144 с.
8. *Спинальная ангионеврология: руководство для врачей* / А. А. Скоромец [и др.]. М., 2003. 607 с.
9. *Суббота, В. В.* Применение метода динамической сегментарной диагностики спинномозговых нервов (ДСД-тест) при лечении заболеваний позвоночника / В. В. Суббота // Лечебная физкультура и массаж. Спортивная медицина. 2008. № 9 (57). С. 23–25.
10. *Эмбриогенез систем органов человека: учеб.-метод. пособие по нормальной анатомии* / под ред. П. Г. Пивченко. Минск: БГМУ, 2007.