

Методология инструментального изучения вегетативной нервной системы в норме и патологии

Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Проведен обзор литературы и обобщен 25-летний опыт использования метода вызванного кожного вегетативного (симпатического) потенциала в России. Установлено, что метод позволяет диагностировать поражения вегетативной нервной системы на сегментарном и надсегментарном уровнях, дифференцировать типы вегетативных пароксизмов в межприступный период, диагностировать вегетативную полинейропатию на доклинической стадии, оценить динамику лечения вегетативной патологии. Тем не менее, признанный и широко распространенный в мире метод вызванного кожного вегетативного потенциала практически не используется в России. На наш взгляд, причинами этого явились: высокая операторская зависимость; отсутствие единой технической базы и общепринятой концепции интерпретации полученных результатов; разнообразие авторских методик.

К настоящему времени совершенствование материально-технической базы позволили максимально упростить технику регистрации вызванного кожного вегетативного потенциала. Соблюдение единого протокола исследования и интерпретации результатов, основанных на понимании физиологических механизмов формирования вызванного вегетативного потенциала, позволяют сделать метод доступным к широкому практическому применению и совершенствовать диагностику заболеваний вегетативной нервной системы.

Ключевые слова: вегетативная нервная система, вызванный кожный вегетативный (симпатический) потенциал, судомоторный рефлекс, симпатический отдел вегетативной нервной системы, вегетативная дисфункция, гипоталамус.

Введение. Метод вызванного кожного вегетативного потенциала (ВКВП) – это инструментальный способ оценки вызванной электродермальной активности в ответ на стимул. Физиологическая основа ВКВП – полисинаптический надсегментарный соматовегетативный рефлекс (судомоторный рефлекс), эффекторным органом которого являются эккринные потовые железы, реагирующие преимущественно на «психическую» стимуляцию, а «генератором» ответа – задний гипоталамус [10].

В 1984 г. Shahani et al. [24] (Япония) впервые предложили использовать методику записи вызванных кожных потенциалов в клинической неврологии для оценки функции симпатических волокон при периферических невропатиях. Они же впервые предложили и термин симпатический кожный ответ (sympathetic skin response – SSR), в настоящее время использующийся в зарубежной литературе [9]. В России более распространен термин «вызванный кожный вегетативный потенциал», подчеркивающий участие всех отделов вегетативной нервной системы в формировании рефлекса потоотделения [12].

В конце 80-х годов в России метод ВКВП впервые стал изучаться в Москве – в отделе нервно-мышечной патологии Научно-исследовательского института общей патологии патологической физиологии (руководитель – проф. Б.М. Гехт) [1, 5, 6] и в лаборатории патологии вегетативной нервной системы Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова

(руководитель – проф. А.М. Вейн) [3, 8, 14]. Позже в Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (ВМА) (Котельников С.А., Одинак М.М., Шустов Е.Б., Михайленко А.А. и др.) [9–13]. Результатами кропотливой работы стали труды, направленные в первую очередь на физиологическую интерпретацию ВКВП, а также разработка исследователями ВМА совместно с фирмой «Нейрософт» (г. Иваново) отечественного аппаратно-программного комплекса по изучению вегетативной нервной системы – ВНС-спектр, позволявшего наряду с оценкой ВКВП исследовать вариабельность сердечного ритма. К сожалению, после смерти А.М. Вейна и С.А. Котельникова (2003), интерес к методу стал постепенно угасать, так и не получив широкого распространения в клинической практике. Заслужив статус «академического», ВКВП стал применяться больше в научных целях, служил инструментальной базой диссертационных исследований, основой ограниченного количества научных статей.

Как видится сейчас, внедрению метода в рутинное обследование неврологических больных препятствовал ряд факторов.

Во-первых, технические особенности (ненадежная фиксация на коже пациента отводящих чашечковых хлорсеребряных электродов требовала постоянного контроля их контакта и импеданса; существовала необходимость применения специальных сред, улучшающих электропроводимость) превратили под-

готовку к регистрации ВКВП в настоящее испытание для врача-исследователя, требовали длительного времени и участия дополнительного персонала. В результате увеличились экономические затраты, а сама методика приобрела высокую операторскую зависимость.

Во-вторых, отсутствие единой технической базы и разнообразие авторских методик регистрации (различная локализация отводящих электродов, отсутствие единого протокола проведения стимуляции) привели к появлению в литературе различных вариантов кривых ВКВП, некоторые из которых принципиально отличались друг от друга как по внешнему виду, так и по полярности (рис. 1, 2).

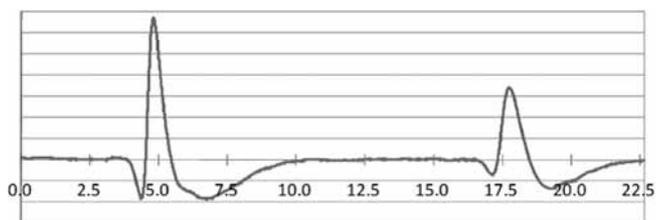


Рис. 1. Fumihiko Masuda and Chikamune Wada. Graduate School of Life Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology, Japan (2010) [18]

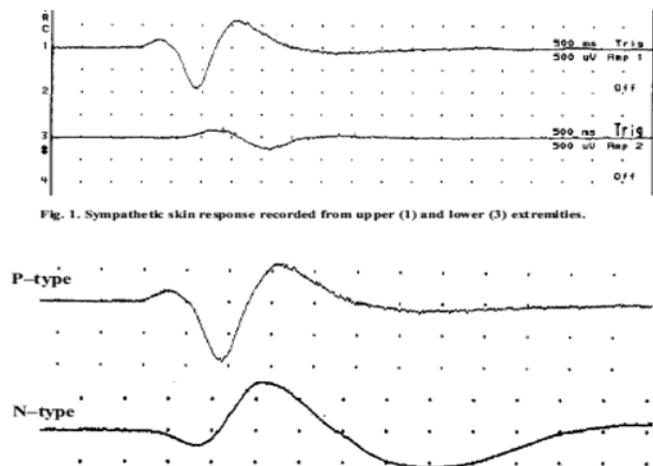


Рис. 2. Kuchera P., Goldenberg Z., Kurca E. 1st Department of Neurology, University and Faculty of Medicine, Comenius University, Bratislava, Slovakia (2004) [20]

В отечественной литературе встречались следующие варианты ВКВП (рис. 3, 4, 5).

Кроме того, в зарубежных и отечественных публикациях описаны различные подходы к выделению фаз и измерению их амплитудно-временных показателей, что привело к появлению большого количества авторских «норм». В качестве примера приводим варианты «нормальных» значений, предложенные зарубежными [20] (табл. 1) и отечественными авторами [3, 11, 12] (табл. 2)

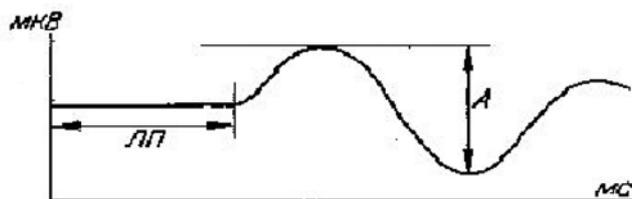
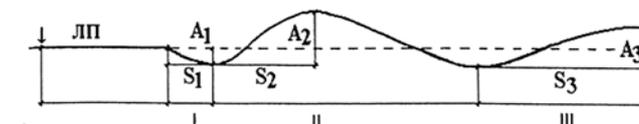
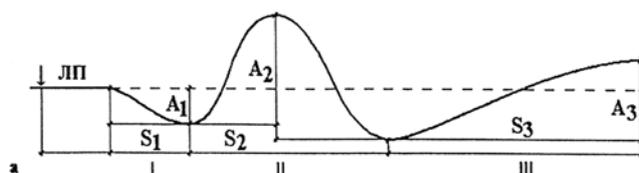


Рис. 3. Вейн А.М., Данилов А.Б. Кафедра нервных болезней факультета усовершенствования врачей Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова (1992) [3]: ЛП – латентный период ВКВП; А – общая амплитуда ВКВП



Показатели ВКВП: а – ВКВП записанный с руки, б – ВКВП записанный с ноги

Рис. 4. Котельников С.А. Кафедра нервных болезней ВМА (1997) [10–12]: А1 – амплитуда первой фазы; А2 – амплитуда второй фазы; А3 – амплитуда третьей фазы; S1 – продолжительность первой фазы; S2 – продолжительность второй фазы; S3 – продолжительность третьей фазы

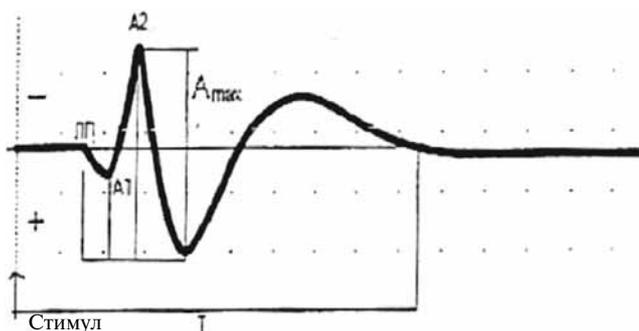


Рис. 5. Тутер Н.В. Кафедра нервных болезней факультета постдипломного профессионального образования Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова (2008) [15]

В-третьих, отсутствовала и до настоящего времени не предложена единая концепция интерпретации полученных результатов. Так, по данным зарубежной

Таблица 1

Нормальные показатели ВКВП у здоровых людей по данным зарубежных исследователей

n	Руки		Ноги		Автор
	латентный период, с	амплитуда первой фазы А1, мкВ	латентный период, мс	амплитуда первой фазы А1, мкВ	
40	1,39±0,10	912,8±605,5	2,00±0,16	480,284±283,82	Denizlich
50	1,45±0,23	678±553	2,02±0,23	268±247	Aramaki
100	1,47±0,16	449±429	1,92±0,21	147±122	Drory
30	1,50±0,08	310±180	2,05±0,10	140±80	Elie
30	1,52±0,13	479±105	2,07±0,16	101±40	Knezevic
30	1,36±0,11	730±630	1,97±0,20	430±390	Zgur
45	1,342±0,108	228,1±103,3	–	–	Baba
50	1,42±0,11	563±424	–	–	Toyokura
35	1,24±0,16	914±372	1,88±0,20	441±214	Tzeng
32	1,48±0,80	444±167	2,06±0,93	203±87,4	Kuchera

Таблица 2

Нормальные показатели ВКВП у здоровых людей по данным отечественных исследователей

Руки		Ноги		Автор
латентный период, мс	амплитуда первой фазы А1, мкВ	латентный период, мс	амплитуда первой фазы А1, мкВ	
1,413±0,033	331±33	1,962±0,037	154±34	Вейн А.М., Данилов А.Б.
1,69±0,05	450±8	2,54±0,14	400±10	Котельников С.А.

литературы, в подавляющем большинстве случаев методика применяется для диагностики функционального состояния периферических постганглионарных симпатических волокон. Отечественные исследователи, отдавая должное периферическому компоненту, уделяли не менее пристальное внимание источникам генерации судомоторного рефлекса – надсегментарным вегетативным центрам, в первую очередь, гипоталамусу. На основании изменения ВКВП при проведении фармакологических проб с вегетотропными препаратами (применение ганглерона, диазепама, анаприлина – А.М. Вейн с соавт. [3]; резерпина, сиднокарба, гаммалона, пирроксана – Е.Б. Шустов, С.А., 1997 [10, 11]) была показана основополагающая роль надсегментарных вегетативных структур в генерации ВКВП, выделено преимущественное влияние симпатического и парасимпатического компонентов на формирование фаз ВКВП. Тем не менее, несмотря на существующие разногласия и перечисленные трудности, в настоящее время существует ряд неподвергающихся сомнению фундаментальных теоретических основ ВКВП и выверенный методологический подход к его регистрации.

ВКВП, являясь надсегментарным соматовегетативным рефлексом, состоит из афферентной, эфферентной частей и иерархических структур центральной нервной системы, модулирующих выраженность

ответной реакции. Афферентными путями могут служить волокна болевой, температурной, глубокой чувствительности, блуждающий и слуховой нервы, зрительные пути. Чувствительные волокна достигают таламуса, височной и теменной долей и, в конечном счете, приходят к лимбической системе и заднему гипоталамусу [3, 10]. В гипоталамусе не выделяют ни парасимпатических, ни симпатических ядер, т.к. ответ одного и того же центра может быть как активирующим, так и тормозным, хотя активацию преимущественно парасимпатических реакций вызывает передний гипоталамус, симпатических – задний. Потовые железы, участвующие в терморегуляции, стимулируются преимущественно теми центрами гипоталамуса, которые обычно считаются парасимпатическими (преоптическая зона переднего гипоталамуса). Следовательно, терморегуляцию при помощи потоотделения можно было бы назвать парасимпатической функцией, несмотря на то, что оно регулируется нервными волокнами, которые анатомически относятся к симпатической нервной системе.

Следует различать эмоциональную и терморегуляторную электродермальную активность. Потовые железы, участвующие в терморегуляции, иннервируются холинергическими нервными волокнами, а медиатором в конечных терминалях этих постганглионарных нейронов служит ацетилхолин. Метод ВКВП основан в

первую очередь на изменении электропроводности кожи за счет работы особого вида эккринных потовых желез, реагирующих преимущественно на «психическую» стимуляцию и в меньшей степени участвующих в процессе теплообмена. Этот вид потовых желез имеет максимальное представительство на ладонях и стопах, в меньшей степени в других областях тела. Их иннервация осуществляется немногочисленными адренергическими волокнами, а медиатором, иннервирующим эккринные потовые железы ладоней и ступней, является норадреналин [2, 4].

Образование пота идет по секреторному механизму. В покое потовая железа секретирует по механизму активного транспорта в просвет глубокой (субдермальной) спиралевидной части своего канальца осмотически активные ионы (чаще анионы), вслед за которыми через поры базальной мембраны по осмотическому градиенту пассивным транспортом перемещается вода и низкомолекулярные гидрофильные соединения – образуется секрет-предшественник. Секреторный механизм подвергается нервной регуляции, так как ионные механизмы активного транспорта секреторных клеток являются рецептор-управляемыми (или прямое управление для К-каналов, или через цАМФ/цГМФ-зависимые механизмы регулирования активности АТФаз). Во время прохождения первичного секрета по протоку начинают работать механизмы реабсорбции ионов (в первую очередь – калия). Для потовых желез существует катионный обменный механизм, работающий по градиенту концентрации катионов (при этом калий из просвета канальца обменивается на катион аммония, что является резервным механизмом выведения этого достаточно токсичного катиона). Этот обменный механизм не влияет на уровень кожного потенциала, так как один катион обменивается на другой катион. Данные синхронной записи кожного потенциала и активности одиночной потовой железы свидетельствуют о том, что первоначальным секретируемым осмотически активным ионом являются анионы (хлориды).

При регистрации ВКВП на руках роль анода выполняет электрод, расположенный на тыльной поверхности или средней фаланге среднего пальца кисти; роль катода – активный (регистрирующий) электрод на ладонной поверхности кисти. На ногах положительный электрод накладывается на тыл стопы или дистальную фалангу 2-го пальца стопы, регистрирующий (отрицательный) – на подошвенную поверхность у основания 2-го пальца (рис. 6). Заземляющий электрод обычно накладывается на голень. Стимулирующие электроды накладываются на указательный палец или, при наличии актуальных чувствительных нарушений на руках, на область надбровья (рис. 7) [3, 5, 12, 19, 24].

ВКВП у здоровых людей, записанный с рук в положении пациента в состоянии покоя при обычных температурных условиях, представляет собой трехфазную кривую (рис. 8).

Источником ВКВП является изменение ионного градиента на стенке канальца потовой железы. Ре-

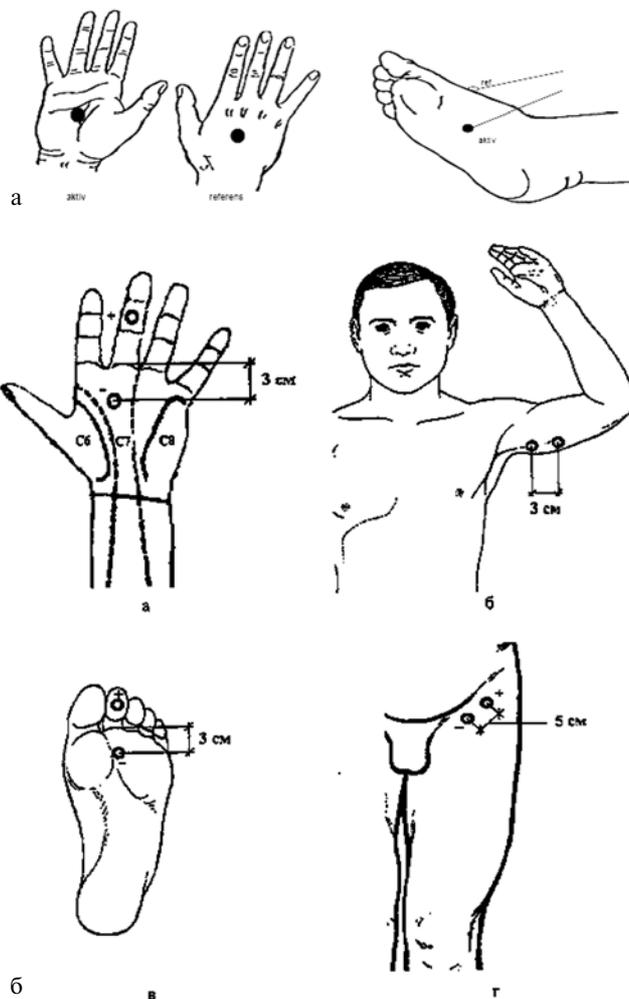


Рис. 6. Пример положения регистрирующих электродов при записи ВКВП: а – на ладонной и тыльной поверхности кисти, подошвенной и тыльной поверхности стопы; б – на пальцах кисти и стопы; в подмышечной и паховой областях

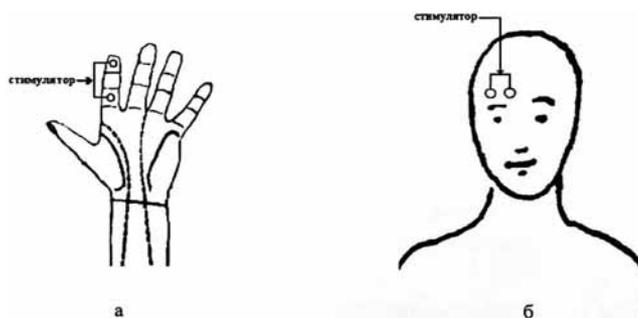


Рис. 7. Пример положения стимулирующего электрода

гистрируемая изолиния отражает суммарный потенциал, связанный с фоновой тонической активностью потовых желез. В силу феномена кожной электропроводности, возникший потенциал передается на поверхность кожи, где суммируется с другими локаль-

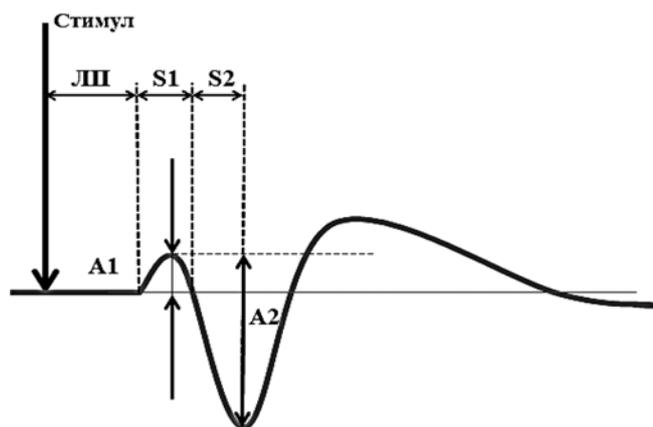


Рис. 8. Трехфазный ВКВП с ладоней

ными потенциалами, и в таком виде регистрируется электродами. Уменьшение плотности электронов в области катода регистрируется как сдвиг потенциала в положительную сторону (первая фаза кривой ВКВП). При одновременной записи ЭДА с кожи и выделения пота одиночной потовой железой установлено, что секреция пота совпадает с отклонением потенциала кожи в негативную сторону [17, 23, 25]. Таким образом, вторая фаза совпадает с выделением пота на поверхность кожи. Отрицательный сдвиг потенциала кожи при секреции потовой железой связан с секрецией в составе пота анионов, основным из которых является хлоридный. Восходящая часть второй фазы связана с восстановлением нормального (тонического) уровня потоотделения [10, 12].

Характер регистрации изменения потенциала (и, соответственно, направление кривой ВКВП) – вопрос выбора полярности регистрирующего электрода. Если при записи ВКВП, регистрируется непосредственный сдвиг потенциала, вторая фаза является отрицательной – кривая имеет вид как на коже в ответ на стимул (как было написано выше, именно вторая фаза совпадает с выделением пота), то визуально легче воспринимать вторую фазу направленной вверх, как на рисунках 1, 4, 5.

Цель исследования. Обобщить опыт клинического применения метода ВКВП в обследовании больных неврологического профиля.

Материалы и методы. Обследовано 158 пациентов в возрасте $34,8 \pm 16,4$ лет, проходивших обследование и лечение в клинике нервных болезней ВМА. Контрольную группу составили 32 здоровых добровольца в возрасте от 19 до 44 лет. Исследование выполнялось на аппаратно-программных комплексах «ВНС-спектр» и «Нейро-МВП» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново). Использовалась модернизированная С.А. Котельниковым [12] методика записи ВКВП W. Knezevic, S. Bajada [19]. Исследование проходило в помещении при температуре $20-22^\circ\text{C}$, интервал после приема пищи составлял не менее 2-х ч. Регистрирующие

электроды накладывались на кисти и стопы. Раздражающие электроды накладывались на указательный палец правой руки. Определялась пороговая сила тока, затем проводилась стимуляция единичными прямоугольными импульсами длительностью 0,1 мс, силой тока равной двойному и тройному пороговым значениям. Интервал между стимулами для восстановления реактивности потовых желез составлял около 1 мин. Для поиска пороговой силы тока использовались однократные стимуляции с возрастающей амплитудой от 3 мА и выше. Шаг величины стимула составлял 3–5 мА. В качестве норм использовались результаты ВКВП, полученные С.А. Котельниковым [9, 12] на приборе «ВНС-спектр» (табл. 3).

Таблица 3

Нормальные показатели ВКВП (С.А. Котельников, 1999)

Показатель	Правая ладонь	Левая ладонь
ЛП, с	$1,69 \pm 0,05$	$1,76 \pm 0,06$
A1, мВ	$0,45 \pm 0,08$	$0,47 \pm 0,09$
A2, мВ	$3,16 \pm 0,24$	$3,16 \pm 0,35$
S1, с	$0,63 \pm 0,06$	$0,67 \pm 0,09$
S2, с	$1,41 \pm 0,10$	$1,41 \pm 0,15$
Показатель	Правая подошва	Левая подошва
ЛП, с	$2,54 \pm 0,14$	$2,52 \pm 0,10$
A1, мВ	$0,40 \pm 0,10$	$0,28 \pm 0,08$
A2, мВ	$1,37 \pm 0,26$	$1,40 \pm 0,27$
S1, с	$0,71 \pm 0,12$	$0,68 \pm 0,13$
S2, с	$1,56 \pm 0,17$	$1,55 \pm 0,19$

С целью оптимизации методики в качестве альтернативы традиционно используемых отводящих чашечковых хлорсеребряных электродов для регистрации ВКВП нами использовались отводящие накожные электроды на твердотелевой основе. Простота их применения и надежная фиксация позволили минимизировать время подготовки к регистрации ВКВП, улучшить качество записи, снизив количество наводок и избавив от необходимости применения специальных гелей и растворов.

Результаты и их обсуждение. Пороговые значения у здоровых пациентов встречались в интервале от 4 до 65 мА, в среднем $11,6 \pm 4,3$ мА, при этом обращало на себя внимание то, что чем ниже были пороговые значения стимула, тем более выраженными были фазы кривой ВКВП. При этом у 5 здоровых добровольцев зарегистрировать ВКВП не удалось.

При регистрации ВКВП с ладоней в 85% случаев получали трехфазный ВКВП (рис. 9), в 15% – двухфазный (рис. 10).

При регистрации ВКВП со стоп преобладали двухфазные – 75% (рис. 11) и однофазные ответы – 20% (рис. 12); трехфазный ВКВП встречался редко – 5% наблюдений (рис. 13).

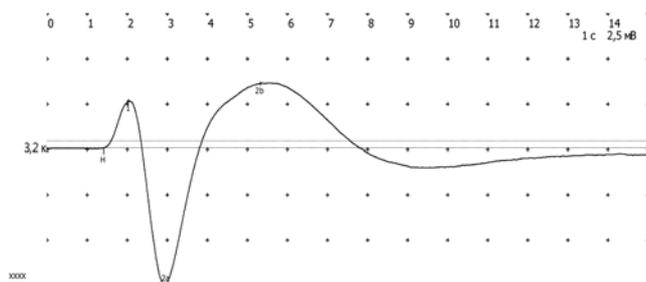


Рис. 9. Трехфазный ВКВП с ладоней

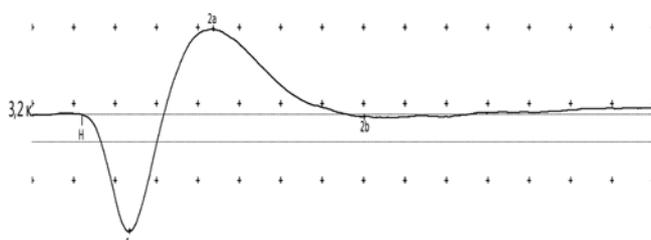


Рис. 10. Двухфазный ВКВП с ладоней

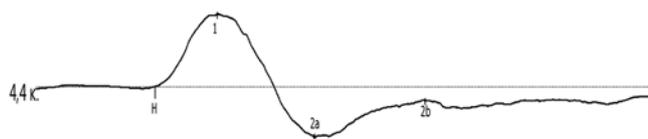


Рис. 11. Двухфазный ВКВП со стоп

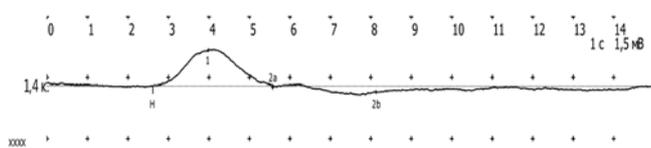


Рис. 12. Однофазный ВКВП со стоп

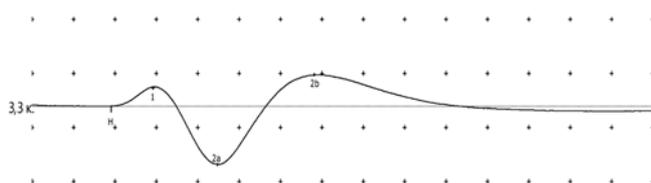


Рис. 13. Трехфазный ВКВП со стоп

При окончательной обработке полученных результатов использовали средние арифметические амплитудно-временные показатели фаз ВКВП. По мнению ряда авторов, наиболее стационарной величиной при регистрации ВКВП является латентный период [19]. При этом локализация стимулирующего электрода не имеет принципиального влияния на

длительность латентного периода вследствие высокой скорости проведения по миелинизированным волокнам, образующим афферентные проводники [10, 20].

После стимуляции появлению ВКВП (на ладонях) предшествует латентный период (ЛП), отражающий синаптическую задержку на уровне головного мозга, звездчатого ганглия и время проведения нервного импульса по постганглионарным волокнам руки. ЛП ВКВП с подошвы отражает синаптическую задержку на уровне головного и спинного мозга, поясничных ганглиев симпатического ствола и время проведения по постганглионарным симпатическим волокнам ног. Показатель уменьшается при симпатикотонии; увеличивается при парасимпатикотонии, поражении звездчатого узла (ЛП на руках), при поражении поясничных симпатических узлов и недостаточности вегетативных центров спинного мозга на уровне ThIX–LIII (ЛП на ногах), поражении постганглионарных симпатических волокон.

Амплитуда первой фазы (A1) ассоциирована с активностью трофотропных центров гипоталамуса. У больных с вегетативными пароксизмами имеется корреляционная зависимость A1 и индекса ваготонии (Nn/N), определяемыми по методике А.Д. Соловьевой [7]. Длительность первой фазы (S1) характеризует временную задержку активации центров, усиливающих потоотделение. Показатели первой фазы увеличиваются при повышении активности трофотропных надсегментарных центров, парасимпатикотонии, вагоинсулярных вегетативных кризах; уменьшаются при повышении активности эрготропных центров, симпатикотонии, симпатoadреналовых кризах.

Амплитуда второй фазы (A2) отражает активность надсегментарных (в первую очередь гипоталамических) эрготропных центров. Уменьшение A2 ВКВП отмечается при повышении активности трофотропных центров, парасимпатикотонии, депрессии, поражении центральных структур (инсульт, травма, множественная системная атрофия) и периферических вегетативных проводников (полинейропатии), поражении боковых рогов спинного мозга, симпатического ствола, спинномозговых корешков соответствующего уровня. Увеличение амплитуды характерно при повышении активности эрготропных центров, симпатикотонии, раздражении ганглиев симпатического ствола соответствующего уровня, симпатoadреналовых кризах [9–12].

При анализе показателей ВКВП наиболее изменчивыми оказались амплитудные показатели фаз, тогда как показатели продолжительности фаз наряду с длительностью латентного периода менялись в меньшей степени. Поэтому, по нашему мнению, более удачным применительно к оценке функционального состояния надсегментарных вегетативных центров является соотношение величины амплитуд и длительности фаз, нежели их абсолютные (средние или максимальные) значения.

В настоящее время за рубежом в клинической

неврологии метод ВКВП применяется в диагностике вегетативных нарушений у пациентов с периферической невропатией при сахарном диабете, наследственном амилоидозе, токсических и воспалительных поражениях нервной системы. Опыт изучения ВКВП отечественными исследователями позволил эффективно применять методику в диагностике заболеваний центральных структур вегетативной нервной системы, индивидуализировать фармакотерапию вегетативных кризов, в динамике оценивать эффективность терапии психовегетативного синдрома. Описаны нарушения ВКВП при синдроме приобретенного иммунодефицита, туннельных невропатиях, радикулитах, мигрени, травмах спинного мозга, рассеянном склерозе, болезни Паркинсона и синдромах паркинсонизма, наследственных заболеваниях, при полушарных и стволовых инсультах [21, 26–28]. Возможно использование ВКВП как вспомогательного метода в диагностике эректильной дисфункции, склеродермии, синдроме Шегрена, витилиго, депрессии, психических нарушений, ревматоидного артрита, ботулизма, болезни Фабри [16, 20]. Перспективным видится использование ВКВП для предоперационного прогнозирования эффективности и определения радикальности выполненной симпатэктомии у пациентов на ранних стадиях облитерирующего поражения конечностей.

Заключение. Метод ВКВП является информативным точным количественным способом изучения вегетативной нервной системы. Соблюдение методики регистрации ВКВП, единая концепция интерпретации полученных результатов наряду с созданием единой технической базы позволят стандартизировать методику ВКВП в России. Совершенствование технического оснащения метода (в первую очередь появление надежных регистрирующих электродов, упрощающих процесс регистрации) позволяет возродить интерес к методу ВКВП и внедрить его в традиционное повседневное обследование больных самого различного профиля.

Литература

- Бжилянский, М.А. Сравнительная оценка состояния нервно-мышечной передачи и вызванного кожного симпатического потенциала при миастеническом синдроме типа Ламберта – Итона у больных с наличием и отсутствием бронхогенной карциномы / М.А. Бжилянский, А.Г. Санадзе // Журн. невропатологии и психиатрии. – 1990. – Т. 90, № 9. – С. 21–25.
- Вейн, А.М. Диагностическое значение вызванных кожных симпатических потенциалов / А.М. Вейн, А.Б. Данилов // Журн. невропатологии и психиатрии. – 1992. – Т. 92, № 5/12. – С. 3–7.
- Гайтон, А.К. Автономная нервная система и мозговое вещество надпочечников / А.К. Гайтон, Дж.Э. Холл // Медицинская физиология: учебник. – М.: Логосфера, 2008. – С. 836–848.
- Гехт, Б.М. О механизмах нарушения функций вегетативной нервной системы при миастеническом синдроме Ламберта – Итона / Б.М. Гехт, М.А. Бжилянский, Д.М. Меркулова // Журн. невропатологии и психиатрии – 1987. – Т. 87, № 11. – С. 1625–1629.
- Гехт, Б.М. Поражение вегетативных волокон периферических нервов при полиневропатиях / Б.М. Гехт [и др.] // Журн. невропатологии и психиатрии – 1989. – Т. 89, № 4. – С. 35–40.
- Голубев, В.Л. Методы исследования вегетативной нервной системы / В.Л. Голубев // Вегетативные расстройства: клиника, диагностика, лечение: руководство для врачей. – М.: МИА, 2010. – С. 49–59.
- Данилов, А.Б. Вегетативные полиневропатии при сахарном диабете (вопросы клиники и лечения) // Журн. невропатологии и психиатрии – 1990. – Т. 90, № 5. – С. 18–23.
- Котельников, С.А. Клинико-нейрофизиологическая характеристика вегетативных дисфункций при заболеваниях нервной системы: автореф. дис. ... канд. мед. наук / С.А. Котельников. – СПб.: ВМА, 1996. – С. 24–29.
- Котельников, С.А. Вызванные кожные вегетативные потенциалы (современные представления о механизмах) / С.А. Котельников [и др.] // Физиология человека – 2000. – Т. 26, № 5. – С. 79–91
- Михайленко, А.А. Закономерности изменения вызванного кожного вегетативного потенциала при заболеваниях нервной системы / А.А. Михайленко [и др.] // Журн. неврологии и психиатрии – 1997. – Т. 97, № 4. – С. 58–61.
- Одинак, М.М. Вызванные кожные вегетативные потенциалы: методические указания / М.М. Одинак, С.А. Котельников, Е.Б. Шустов. – Иваново: Нейрософт, 1999. – С. 12–21.
- Одинак, М.М. Оценка функционального состояния структур вегетативной нервной системы методом вызванных потенциалов / М.М. Одинак [и др.] // Акт. вопр. клиники, диагностики и лечения: тез. докл. науч. конф. – СПб.: ВМА, 1995. – С. 542–543.
- Окнин, В.Ю. Электрофизиологический анализ функции по-тоотделительных волокон при различных заболеваниях / В.Ю. Окнин [и др.] // Журн. невропатологии и психиатрии – 1991. – Т. 91, № 5. – С. 24–27.
- Тутер, Н.В. Диагностическое значение вызванных кожных симпатических потенциалов при панических расстройствах / Н.В. Тутер // Журн. неврологии и психиатрии – 2008. – Т. 108, № 11. – С. 55–57.
- Ashraf, V.V. Role of clinical neurophysiological tests in evaluation of erectile dysfunction in people with spinal cord disorders / V.V. Ashraf [et al.] // J. neurology India. – 2005. – Vol. 53, № 1. – P. 33–36.
- Christie, M.J. Electrodermal activity in the 1980s: a review / M.J. Christie // J. roy. soc. med. – 1981. – Vol. 74, № 8. – P. 616–622;
- Fumihiko, M. Effects of visual stimuli on a communication assistive method using sympathetic skin response / M. Fumihiko, C. Wada // 12th International conference on computers helping people with special needs, Vienna (Austria). – 2010. – P. 189–192.
- Knezevic, W. Peripheral autonomic surface potential: a quantitative technic for recording sympathetic skin conduction in man / W. Knezevic, S. Bajada // J. neurol. sci. – 1985. – Vol. 67, № 2 – P. 239–251.
- Kucera, P. Sympathetic skin response : review of the method and its clinical use / P. Kucera, Z. Goldenberg, E. Kurca // Bratisl. lek. listy. – 2004. – Vol. 105, № 3 – P. 108–116.
- Korpelainen, J.T. Suppressed sympathetic skin in brain infarction / J.T. Korpelainen [et al.] // J. stroke. – 1993. – Vol. 24, № 9. – P. 1389–1392.
- Ogura, T. Sympathetic skin response in patients with spinal cord injury / T. Ogura [et al.] // J. of orthopaedic surgery. – 2004. – Vol. 12, № 1. – P. 35–39.
- Satchell, P.M. Evoked skin sympathetic nerve responses in man / P.M. Satchell, C.P. Seers // J. neurol. neurosurg. psychiatry. – 1987. – Vol. 50, № 8. – P. 1015–1021.
- Shahani, B.T. Sympathetic skin response – a method of assessing unmyelinated axon dysfunction in peripheral neuropathies / B.T. Shahani [et al.] // J. neurol. neurosurg. psychiatry. – 1984. – Vol. 47, № 5 – P. 536–542.

23. Shaver, B. A. Origin of the galvanic skin response / B. A. Shaver, Brusilov S. W., Cooke R. E. // Proc. soc. exp. biol. (N. Y.). – 1962. – Vol. 110. – P. 559–564.
24. Yildiz, S.K. Sympathetic skin responses from frontal region in migraine headache: a pilot study / S.K.Yildiz [et al.] // J. cephalalgia. – 2008. – Vol. 28, № 7 – P. 696–704.
25. Yokota, T. Sympathetic response in patients with multiple sclerosis compared with patients with spinal cord transection and normal controls / T. Yokota [et al.] // J. brain. – 1991. Vol. 114, № 3. – P. 1381–1394.
26. Wang, S. Sympathetic skin response and R-R interval variation in Parkinson's disease / S. Wang [et al.] // J. mov. disorder. – 1993. – Vol. 8, № 2 – P. 151–157.
-

M.M. Odinak, E.B. Shustov, S.V. Kolomencev

Methodology instrumental study of the autonomic nervous system in norm and pathology

Abstract. *Conducted a review of the literature and summarized the 25-year-old experience of application the method skin autonomic (sympathetic) response in Russia. Established, that method allows diagnose the destruction of autonomic nervous system on segmental level and autonomic structures of the brain, to differentiate types of vegetative paroxysms in non-acute period, diagnose autonomic polyneuropathy at pre-clinical stage, to evaluate the dynamics of the treatment the autonomic pathology. Nevertheless, this is recognized and widely used method in the world, practically is not used in Russia. In our opinion the reasons for this were: a high level of operator's dependence; the absence of a common technical base and a generally accepted concept of interpretation the obtained results; the diversity of the author's methods.*

To the present time, improvement of material-technical base allow to simplify the technology of registration of skin autonomic response. Adherence to a common research protocol and the interpretation of the results, based on an understanding the physiological mechanisms of the formation of skin autonomic response, allow to make a method accessible to a wide practical application and improve the diagnosis of diseases the autonomic nervous system.

Key words: *autonomic nervous system, skin autonomic (sympathetic) response, sudomotor reflex, sympathetic division autonomic nervous system, autonomic dysfunction, hypothalamus.*

Контактный телефон: 8 (812) 386-47-00; e-mail: skolomencev@yandex.ru