

# Диагностика состояний вегетативной дисфункции с использованием метода компьютерной пальцевой треморографии

С.В. Прокопенко, Е.Г. Шанина

*Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого;  
Сибирский клинический центр Федерального медико-биологического агентства России (Красноярск)*

*Проведена клиническая оценка состояния вегетативного статуса здоровых людей и пациентов с вегетативной дисфункцией. При обследовании использовался авторский метод пальцевой компьютерной треморографии. Установлено статистически значимое различие характеристик тремора при сравнении группы здоровых лиц и пациентов, страдающих вегетативной дисфункцией. Показана возможность использования метода компьютерной пальцевой треморографии в качестве дополнительного критерия в диагностике вегетативной дисфункции.*

**Ключевые слова:** тремор, треморография, вегетативная дисфункция, спектральный анализ

**В**егетативная дисфункция – синдром, включающий разнообразные по происхождению и проявлениям нарушения соматических (автономных, вегетативных) функций, обусловленные расстройством их нейрогенной регуляции. Генез вегетативных нарушений сложен и включает в себя дисфункцию как центральных, так и периферических вегетативных структур. Причиной вегетативной дисфункции могут быть наследственно-конституциональные факторы, органические поражения нервной системы, соматические и психические расстройства. Большей частью вегетативные нарушения являются вторичными и возникают на фоне различных психических, неврологических и соматических заболеваний. Распространенность вегетативных дисфункций в популяции чрезвычайно высока. На долю вегетативной патологии приходится 5–6% всей заболеваемости и, как показывают эпидемиологические исследования, в популяции вегетативные нарушения (начиная с пубертатного возраста) встречаются у 25–80% пациентов [3, 4]. В одних случаях вегетативная дисфункция является существенным фактором патогенеза, в других – возникает вторично, в ответ на повреждения различных систем организма [3, 7].

Большинство пациентов предъявляют исключительно органичные жалобы, исходя из собственных представлений о значимости той или иной системы (органа) в организме. Такие больные испытывают постоянную тревогу за свое здоровье, необъяснимое беспокойство, внутреннюю напряженность, углубленно изучают свое заболевание, проходят частые повторные исследования, меняют врачей, читают медицинскую литературу, теряют интерес к окружающему.

Диагностика вегетативных дисфункций чрезвычайно сложна, так как данный вид нарушений часто имитирует органичную патологию. Для установления диагноза вегета-

тивной дисфункции необходимо комплексное многопрофильное обследование пациента, включающее в себя клинический осмотр, проведение серии вегетативных проб, инструментальные методы обследования (ЭКГ, МРТ головного мозга, осмотр глазного дна, оценка состояния эмоционально-волевой сферы и т.д.) [2, 4].

Поиск новых методов, которые подтверждали бы наличие синдромов вегетативной дисфункции, является весьма актуальным. Одним из методов диагностики вегетативных дисфункций может являться объективная пальцевая треморография, поскольку регуляция тремора является одной из функций вегетативной нервной системы, а амплитуда дрожательного гиперкинеза усиливается при повышении активности симпатно-адреналовой системы (наряду с увеличением частоты сердечных сокращений, усилением потоотделения, расширением зрачков, полиурией).

Тремор (дрожание) – произвольные ритмичные колебательные движения частей тела (чаще всего конечностей и головы) или всего тела, обусловленные попеременными или синхронными сокращениями мышц – агонистов и антагонистов [12]. Выделяют два основных типа тремора – физиологический и патологический. Физиологический тремор существует у каждого здорового человека и визуально трудно различим [13, 15]. Существуют различные методики оценки параметров тремора:

1. Визуальная регистрация. Метод используется со времен становления неврологии как науки, но он не дает возможности объективно оценить амплитудно-временные характеристики тремора.
2. Фонотремометрия. Тремометр Ю.Н. Верхало [8] представляет собой планшет с металлизированными прорезями для преимущественно горизонтальных движений. Предусмотрена секция с отверстиями круглой формы – для исследования тремора в статике, а также зрительная

и акустическая сигнализация. Данный метод не позволяет регистрировать и анализировать частотно-амплитудные характеристики.

3. Электрмиография (ЭМГ). Используется спектральный анализ огибающей ЭМГ. Метод является косвенным, так как происходит регистрация не самих параметров движения, а запись напряжения и расслабления отдельных групп мышц, которые обеспечивают это движение [1]. Так как электроды накладываются поверхностно, это не позволяет зарегистрировать активность всех мышц. Тем не менее, фундаментальные исследования тремора в норме и при различных вариантах патологии проведены именно с использованием ЭМГ-регистрации.
4. Тензометрия. Производится с помощью тензометрических датчиков, которые устанавливаются на контактную поверхность. При треморе происходит ослабление и усиление давления, параметры сигнала изменяются. Поскольку для регистрации необходимо прикосновение к поверхности, возникают трудности при исследовании кинетического тремора [10].
5. Видеоанализ. Современные методики видеоанализа представляют собой систему видеокамер и световозвращающих датчиков с регистрацией параметров движения и последующим компьютерным анализом [6]. Практическая реализация систем видеоанализа затруднена в связи с высокими требованиями к применяемому оборудованию, программному обеспечению и высокой стоимости диагностического комплекса.
6. Компьютерная акселерометрия [5]. В акселерометрии для регистрации тремора используются датчики ускорения различных конструкций. Наиболее распространены акселерометры на базе роторных гироскопов и пьезоэлектрические акселерометры. Массогабаритные характеристики таких датчиков не позволяют регистрировать низкоамплитудный пальцевый тремор из-за значительной погрешности перемещения инерционных масс. В существующих в настоящее время методиках проводится исследование с метакарпальных суставов, что не позволяет зарегистрировать низкие амплитуды дрожания.

Таким образом, в настоящее время нет надежной и мобильной методики, позволяющей объективно количественно регистрировать низкоамплитудный пальцевый тремор в норме и при вегетативных дисфункциях.

Задачей настоящего исследования являлось создание и апробация акселерометрического метода регистрации низкоамплитудного пальцевого тремора.

## Пациенты и методы исследования

Для решения поставленной задачи нами был создан оригинальный программно-аппаратный комплекс, позволяющий объективно оценивать характеристики пальцевого тремора [9, 11, 15]. Предлагаемая система позволяет регистрировать и анализировать характеристики всех видов низкоамплитудного пальцевого тремора, включая тремор покоя, постуральный и кинетический. В данном диагностическом комплексе применено новое поколение интегральных акселерометрических датчиков на основе поверхностных чувствительных емкостных элементов, содержащих в своем составе двухосный датчик ускорения, демодуляторы и цепи формирования выходных сигналов. Информация с акселерометрического датчика вво-



рис. 1: Компьютерная пальцевая треморография: процесс регистрации.

дидась в компьютер с использованием аналого-цифрового преобразователя. В последующем проводился спектральный анализ сигнала, полученного с акселерометрического датчика.

Для оценки эффективности предлагаемого комплекса компьютерной пальцевой треморографии было проведено сравнительное исследование в группе клинически здоровых лиц молодого возраста — 30 человек (18 мужчин, 12 женщин) и пациентов, страдающих вегетативной дисфункцией — 30 человек (15 мужчин, 15 женщин). Средний возраст пациентов в двух группах был статистически сопоставим. Диагноз вегетативной дисфункции устанавливался на основании стандартного неврологического осмотра, параклинического обследования (МРТ или КТ головного мозга, осмотр глазного дна, эхоэнцефалография, электроэнцефалография и др.), вопросника и схемы выявления признаков вегетативных изменений А.М. Вейна, оценки тревожности с помощью теста Спилбергера—Ханина и депрессии — с помощью шкалы Бека, пробы на вегетативную реактивность, анкеты субъективных характеристик сна, расчета вегетативного индекса Кердо, индекса минутного объема крови.

Для проведения компьютерной пальцевой треморографии на указательном пальце испытуемого фиксировался акселерометрический датчик, соединенный с измерительной системой (рис. 1). Регистрировались три основных вида тремора: тремор покоя (пациент сидит в кресле, руки свободно лежат на подлокотниках), постуральный тремор (руки вытянуты перед собой, пальцы слегка разведены в стороны), кинетический тремор (при выполнении поступательного движения — испытуемый приводит руку к лицу, прикасаясь датчиком к области лба). Записи каждого вида

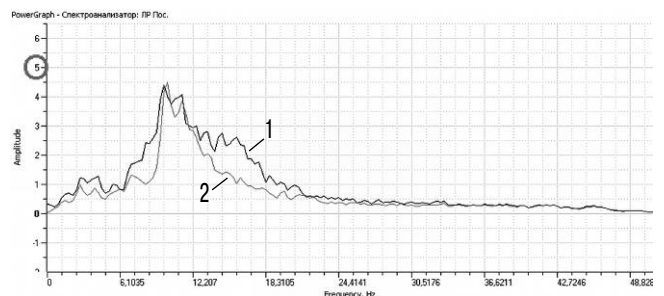


рис. 2: Спектрограмма постурального пальцевого тремора здорового человека (по оси абсцисс — частота, Гц; по оси ординат — амплитуда, мВ).

Кривая 1 — колебания в вертикальной плоскости; кривая 2 — колебания в горизонтальной плоскости.

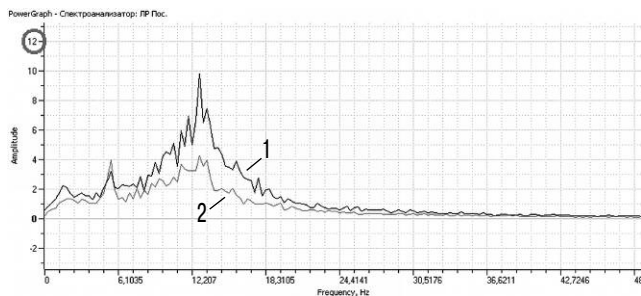


рис. 3: Спектрограмма постурального пальцевого тремора больного с вегетативной дисфункцией (по оси абсцисс – частота, Гц; по оси ординат – амплитуда, мВ).

Кривая 1 – колебания в вертикальной плоскости; кривая 2 – колебания в горизонтальной плоскости.

тремора продолжалась в течение 45 с (кинетического – по мере достижения цели).

Ниже приведены примеры спектрограмм постурального тремора здорового человека (рис. 2) и пациента с вегетативной дисфункцией (рис. 3).

Анализ полученных данных проводился с использованием программного обеспечения PowerGraph Professional. Амплитудные характеристики оценивались по рассчитанному среднеквадратическому значению, частотные – с использованием спектрального анализа. Статистическая обработка проводилась с использованием программного обеспечения Statistica 6.0. Достоверность различий средних значений устанавливали с помощью критерия Вилкоксона для непараметрических рядов данных с заданным уровнем статистической значимости  $p=0,05$ .

### Результаты и обсуждение

В табл. 1 приведены результаты оценки вегетативного статуса пациентов, страдающих синдромом вегетативной дисфункции, и здоровых лиц.

таблица 1: Сравнительная оценка вегетативного статуса больных с вегетативной дисфункцией и здоровых лиц (с указанием абсолютного значения критерия статистической значимости  $p$ ).

| Показатели (в баллах)  | Больные с вегетативной дисфункцией | Здоровые | $p$ (при сравнении обеих групп) |
|--|------------------------------------|----------|---------------------------------|
| Шкала тревоги Спилбергера: актуальная тревога  | 32,5±11,1                          | 16,2±8,1 | 0,000003                        |
| Шкала тревоги Спилбергера: личностная тревога  | 28,5±11,9                          | 18,8±7,3 | 0,000006                        |
| Шкала депрессии Бека   | 13,6±6,3                           | 6,27±3,8 | 0,000003                        |
| Анкета балльной оценки субъективных характеристик сна  | 14,5±4,5                           | 22,3±3,4 | 0,000003                        |
| Схема исследования для выявления признаков вегетативных нарушений (не более 25 баллов в норме) | 64,0±13,6                          | 18,8±4,7 | 0,000003                        |
| Вопросник для выявления признаков вегетативных изменений                                       | 50,6±12,0                          | 11,0±3,5 | 0,000003                        |

Результаты компьютерной треморографии в обследованных группах представлены в табл. 2.

таблица 2: Амплитуда пальцевого тремора в норме и у пациентов с вегетативной дисфункцией.

| Показатель                         | Тремор покоя, мВ |           | Постуральный тремор, мВ |            | Кинетический тремор, мВ |            |
|------------------------------------|------------------|-----------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|
|                                    | Здоровые         | ВД        | Здоровые                | ВД         | Здоровые                | ВД         |
| Канал X (горизонтальная плоскость) |                  |           |                         |            |                         |            |
| Левая рука                         | 5,0±0,8          | 7,8±2,0*  | 10,4±2,1                | 24,1±7,3*  | 18,7±4,6                | 46,7±15,1* |
| Правая рука                        | 5,3±1,0          | 8,0±2,1*  | 9,4±1,7                 | 23,1±7,6*  | 23,0±21,8               | 45,3±16,2* |
| Канал Y (вертикальная плоскость)   |                  |           |                         |            |                         |            |
| Левая рука                         | 5,9±0,9          | 11,3±4,3* | 14,3±4,0                | 34,0±10,6* | 21,5±4,8                | 58,5±19,6* |
| Правая рука                        | 6,4±1,2          | 11,2±3,9* | 13,5±2,5                | 34,9±11,1* | 20,2±4,4                | 57,5±19,9* |

Примечание: ВД – больные с вегетативной дисфункцией; \* – статистически значимые различия между показателями в группах с применением критерия Вилкоксона ( $p < 0,0005$ ).

Как следует из представленных данных, при исследовании всех видов тремора регистрируются статистически значимые различия амплитуд тремора в норме и при вегетативной дисфункции. Наиболее существенные различия проявляются при сравнении амплитуд постурального и кинетического тремора, что предполагает предпочтительное использование именно этих проб в оценке состояния вегетативного тремора.

К преимуществам предлагаемого метода компьютерной пальцевой треморографии следует отнести следующее:

- датчик с малой массой не обладает инерцией, и, как следствие, не вносит искажений, обусловленных возникновением дополнительных усилий перемещения инерционных масс, что позволяет измерять пальцевой тремор;
- высокая чувствительность метода позволяет регистрировать физиологический тремор;
- датчик нечувствителен к расположению относительно горизонта, это дает возможность измерять кинетический тремор (в движении);
- датчик имеет нормированные выходные уровни и погрешность измерения, что позволяет измерять тремор в стандартных единицах СИ.

Необходимо помнить, что состояние вегетативной дисфункции очень неустойчиво. На пациента влияет эмоциональный фон, физическое состояние, изменение факторов окружающей среды, которые могут быть весьма динамичными в течение дня. Однако сочетание изменения проб вегетативного статуса и результатов треморографии позволяет рассматривать предлагаемый метод как значимый при установлении диагноза.

Перспективной, по нашему мнению, является оценка диагностической значимости метода пальцевой компьютерной треморографии при вегетативной дисфункции с преобладанием симпатического или парасимпатического тонуса, а также при начальных проявлениях заболеваний ЦНС, характеризующихся патологическим тремором (болезнь Паркинсона, эссенциальный тремор и др.).

## Список литературы

1. Андреева Е.А., Кандель Э.И., Иванова-Смоленская И.А. и др. Метод спектрального анализа огибающей ЭМГ и его роль в изучении физиологического тремора. Журн. неврол. и психиатрии им. С.С. Корсакова 1986; 7: 966–969.
2. Берсенева В.А., Губа Г.П., Пятак О.А. Справочник по клинической нейровегетологии. Киев: Здоровья, 1990.
3. Вейн А.М. Вегетативные расстройства: клиника, диагностика, лечение. М.: МИА, 2003.
4. Вейн А.М. Неврология для врачей общей практики. М.: Эйдос Медиа, 2001.
5. Голубев В.Л., Магомедова Р.К. Спектральный анализ variability частотно-амплитудных характеристик дрожания при эссенциальном треморе и дрожательной форме болезни Паркинсона. Журн. неврол. и психиатрии им. С.С. Корсакова 2006; 1: 43–48.
6. Доценко В.И., Воронов А.В., Титаренко Н.Ю., Титаренко К.Е. Компьютерный видеонализ движений в спортивной медицине и нейрореабилитации. Медицинский алфавит 2005; 3: 12–14.
7. Мачерет Е.Л., Мурашко Н.К., Писарук А.В. Методы диагностики вегетативной дисфункции. Украинський медичний часопис 2000; 2: 89–93.
8. Патент 2074640. Российская Федерация, МПК А61В 5/16. Секционный тремомер Верхало Ю.Н. / Верхало Ю.Н. — № 5061334/14; заявл. 02.09.1992, опубл. 10.03.1997: Бюл. № 1.
9. Патент 79239. Российская Федерация, МПК А61В 5/11. Система регистрации пальцевого тремора / Шанин Е.В., Шанина Е.Г., Прокопенко С.В. — № 2008128039/22; заявл. 09.07.2008, опубл. 27.12.2008: Бюл. № 36.
10. Романов С.П., Якимовский А.Ф., Пчелин М.Г. Метод тензометрии для количественной оценки тремора. Физиол. журн. им. И.М. Сеченова 1996; 2: 118–123.
11. Шанина Е.Г., Прокопенко С.В. Тремор у неврологических больных. Диагностика, лечение. В сб.: «Актуальные вопросы неврологии. Нейрореабилитация». Красноярск: ООО «Версо», 2008: 101–109.
12. Экстрапирамидные расстройства: Руководство по диагностике и лечению (под ред. В.Н. Штока, И.А. Ивановой-Смоленской, О.С. Левина). М.: МЕДпресс-информ, 2002.
13. Elble R.J. The pathophysiology of tremor. In: Movement Disorders: neurologic principles and practice. 2nd ed. (eds. R.L. Watts, W.C. Koller). NY: The McGraw-Hill Companies, 2004: 481–495.
14. Growdon W., Ghika J., Henderson J. et al. Effects of proximal and distal muscles' groups contraction and mental stress on the amplitude and frequency of physiological finger tremor. An accelerometric study. EMG and Clin. Neurophysiol. 2000; 5: 295–303.
15. Prokopenko S.V., Shanina E.G., Tarasevich A., Shanin E.V. Impartial assessment of physiological and pathological finger tremor by accelerometry. J. Rehabil. Med. 2008; 46: 145.

## Diagnosics of dysfunction of the autonomic nervous system with the use of computer finger tremorography

S.V. Prokopenko, E.G. Shanina

*Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky;  
Siberian clinical centre, Federal Medico-biological agency (Krasnoyarsk)*

**Key words:** tremor, tremorography, autonomic dysfunction, spectral analysis

Clinical assessment of the autonomic status in healthy individuals and patients with autonomic dysfunction was carried out. On examination, the authors used an original method of computer finger tremorography. Significant differences of tremor charac-

teristics were observed between healthy controls and patients with autonomic dysfunction. Possibilities for application of the computer finger tremorography method as an additional criterion in the diagnostics of autonomic dysfunction are shown.

**Контактный адрес:** Прокопенко Семен Владимирович – докт. мед. наук, проф., зав. кафедрой нервных болезней, традиционной медицины с курсом последипломного образования Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого. 660022, Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1. Тел.: +7 (391) 220-13-95; e-mail: s.v.proc.58@mail.ru

Шанина Е.Г. – аспирант кафедры нервных болезней, традиционной медицины с курсом последипломного образования Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, врач-рефлексотерапевт отд. неврологии Сибирского клинического центра Федерального медико-биологического агентства (Красноярск).