



# Акселерометрический анализ в диагностике функционального тремора

К.М. Евдокимов, Е.О. Иванова, А.Г. Брутян, Е.Ю. Федотова, С.Н. Иллариошкин

Научный центр неврологии, Москва, Россия

## Аннотация

**Введение.** Функциональный тремор (ФТ) – наиболее часто встречающийся фенотип функционального двигательного расстройства. Электрофизиологическая оценка тремора входит в объём диагностики, однако нет единого стандарта дифференциальной диагностики ФТ.

**Целью** данного исследования являлась оценка возможности использования частотных характеристик тремора по данным акселерометрии для дифференциальной диагностики ФТ и органического тремора (ОТ).

**Материалы и методы.** В исследовании участвовали 19 пациентов с ФТ, 20 пациентов с эссенциальным тремором и 20 пациентов с болезнью Паркинсона, которым проводили электрофизиологическое исследование, включающее двухканальную акселерометрию с последующей обработкой полученных данных.

**Результаты.** В ходе исследования были выявлены различия в ширине частотного пика тремора по данным акселерометрии у пациентов с ФТ и ОТ, преимущественно на фоне когнитивной нагрузки. Данный показатель в исследуемой выборке продемонстрировал высокую чувствительность (100%) и специфичность (97,5%) для диагностики ФТ.

**Заключение.** Анализ характеристик тремора по данным акселерометрии с дополнительной задачей в виде когнитивной нагрузки может использоваться в качестве дополнительного теста для дифференциальной диагностики ФТ и ОТ.

**Ключевые слова:** функциональные двигательные расстройства; функциональный тремор; диагностика; акселерометрия

**Этическое утверждение.** Исследование одобрено локальным этическим комитетом Научного центра неврологии (протокол № 10-3/22 от 23.11.2022).

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешних источников финансирования при проведении исследования.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Адрес для корреспонденции:** 125367, Москва, Волоколамское шоссе, д. 80. Научный центр неврологии.  
E-mail: evdokimov@neurology.ru. Евдокимов К.М.

**Для цитирования:** Евдокимов К.М., Иванова Е.О., Брутян А.Г., Федотова Е.Ю., Иллариошкин С.Н. Акселерометрический анализ в диагностике функционального тремора. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии.* 2024;18(4):5–11.

DOI: <https://doi.org/10.17816/ACEN.1144>

Поступила 31.05.2024 / Принята в печать 02.07.2024 / Опубликовано 25.12.2024

# Accelerometry in Diagnosis of Functional Tremor

Konstantin M. Evdokimov, Ekaterina O. Ivanova, Amayak G. Brutyan, Ekaterina Yu. Fedotova, Sergey N. Illarioshkin

Research Center of Neurology, Moscow, Russia

## Abstract

**Introduction.** Functional tremor (FT) is the most common phenotype of functional movement disorders. Electrophysiological assessment is included in the diagnostic criteria for tremor; however, there is currently no consensus criteria for the differential diagnosis of FT.

The **objective** of this study was to evaluate the utility of tremor frequency characteristics derived from accelerometry for the differential diagnosis between FT and organic tremor (OT).

**Materials and methods.** Nineteen patients with FT, 20 patients with essential tremor, and 20 patients with Parkinson's disease were enrolled in the study and underwent electrophysiological examination with a two-channel accelerometer and subsequent data processing.

**Results.** The study results revealed the differences in the frequency peak widths in patients with FT and OT, predominantly while performing a cognitive load task. This criterion showed a high sensitivity (100%) and a high specificity (97.5%) for the diagnosis of FT in the study population.

**Conclusion.** Tremor characteristics recorded during accelerometry combined with cognitive load task can serve as an additional testing aid for differential diagnosis between functional and organic tremor.

**Keywords:** functional movement disorders; functional tremor; diagnosis, accelerometry

**Ethics approval.** The study was conducted with the informed consent of the patients. The research protocol was approved by the Ethics Committee of the Research Center of Neurology (protocol No. 10-3/22, November 23, 2022).

**Source of funding.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Conflict of interest.** The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**For correspondence:** 80 Volokolamskoye shosse, Moscow, 125367, Russia. Research Center of Neurology.  
E-mail: evdokimov@neurology.ru. Evdokimov K.M.

**For citation:** Evdokimov K.M., Ivanova E.O., Brutyan A.G., Fedotova E.Yu., Illarioshkin S.N. Accelerometry in diagnosis of functional tremor. *Annals of Clinical and Experimental Neurology*. 2024;18(4):5–11.

DOI: <https://doi.org/10.17816/ACEN.1144>

Received 31.05.2024 / Accepted 02.07.2024 / Published 25.12.2024

## Введение

Тремор определяется как произвольные, ритмичные, быстрые возвратно-поступательные (осциллирующие) движения части тела [1, 2]. Данный гиперкинез является наиболее частой формой двигательных расстройств в клинической практике и может наблюдаться при большом числе заболеваний, имеющих различные патофизиологические основы [3].

В 1998 г. Международное общество по изучению болезни Паркинсона и расстройств движения (Movement Disorders Society, MDS) представило первые критерии, основанные на синдромальной классификации тремора [4]. В 2018 г. классификация тремора была пересмотрена и, помимо описания синдромов тремора, были выделены 2 оценочные оси: клинических признаков и этиологии [2]. В первой оси учитываются анамнестические особенности, характеристики тремора, ассоциированные с тремором дополнительные симптомы и данные лабораторно-инструментального обследования, включая электрофизиологическую оценку. Для электрофизиологической оценки тремора авторы классификации предлагают использовать поверхностную электромиографию (ЭМГ) с целью подтверждения наличия тремора, измерения его частоты, оценки

паттерна и ритмичности ЭМГ-активности (например, для дифференциальной диагностики с миоклонусом), а также Фурье-анализ акселерометрических и ЭМГ-данных с нагрузкой весом и без неё для выявления генератора тремора (центральный нейрогенный или механически-рефлекторный), анализа частот и когерентности ЭМГ-активности нескольких конечностей для диагностики первичного ортостатического тремора [2]. В литературе есть также много сообщений о применении для оценки тремора гироскопических методов, методов видеорегистрации тремора с последующей обработкой данных, различных кинематических и тактильных систем регистрации тремора [1].

Функциональный (ранее – психогенный) тремор (ФТ) характеризуется отвлекаемостью, изменением частоты при совершении ритмичных движений контралатеральной конечностью (вовлекаемость), феноменом коактивации (одновременным сокращением мышц-антагонистов), увеличением амплитуды колебаний при нагрузке весом и регресс тремора при проведении баллистических движений контралатеральной конечностью [2, 5]. В мета-анализе, включающем 4905 пациентов с функциональными двигательными расстройствами (ФДР), ФТ являлся наиболее частым гиперкинезом, наблюдавшимся у 21,6% пациентов; ФТ также входил в категорию ФДР со сме-

шанным фенотипом, который отмечался у 23% пациентов. Наиболее часто изолированный ФТ возникал у женщин (71,2%) в возрасте 40–42 года [6].

В настоящее время нет единых критериев диагностики ФДР. В клинической практике широко используются критерии Fahn–Williams [7]. Впоследствии А. Gupta и соавт. предложили расширить данные критерии с использованием электрофизиологических исследований для оценки ФДР, преимущественно тремора и миоклонуса [8]. Для выявления ФТ необходимо оценивать различные параметры тремора: частоту ЭМГ-активности и колебаний акселерометра (включая анализ ширины частотного пика), продолжительность и паттерн ЭМГ-активности, вариабельность, отвлекаемость, регресс тремора при проведении баллистических движений, навязывание ритма, повышение амплитуды и частоты тремора при нагрузке весом, феномен коактивации, анализ когерентности ЭМГ-активности мышц, вовлечённых в тремор, с обеих сторон [5, 9–11]. В 2016 г. международной группой специалистов по ФДР были предложены электрофизиологические критерии ФТ – батарея тестов тремора (БТТ) [12]. БТТ состоит из 10 параметров, каждый можно оценить в 1 балл (табл. 1). Сумма баллов, рав-

ная 3 и больше, свидетельствует о наличии ФТ. Однако стоит отметить, что выполнение БТТ требует специального обучения, длительной записи и последующей обработки данных, что затруднительно в рутинной клинической практике, поэтому вопрос поиска более простого метода инструментальной диагностики ФТ остаётся открытым. До сих пор члены группы по изучению функциональных двигательных расстройств и нейрофизиологических методов исследования двигательных расстройств в составе MDS не пришли к единому протоколу оценки тремора.

**Целью** данного исследования являлась оценка возможности использования частотных характеристик тремора по данным акселерометрии для дифференциальной диагностики ФТ и органического тремора (ОТ).

### Материалы и методы

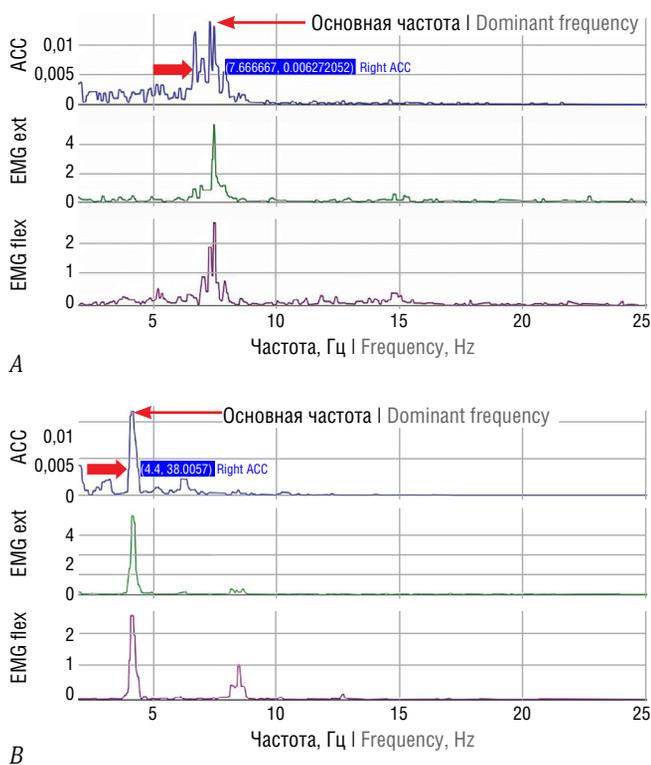
В исследование были включены 19 пациентов с ФТ (14 женщин, возраст 38 [26; 46] лет); пациенты с ОТ были представлены двумя группами: 20 пациентов с эссенциальным тремором (ЭТ; 13 женщин; возраст 71 [55; 75] год) и 20 пациентов с тремором при болезни Паркинсона (БП; 9 женщин; возраст 57,5 [49,5; 62,5] года). Тип тремора

Таблица 1. БТТ (переведено и адаптировано из [12])

Table 1. Tremor Test Battery (translated and adapted from [12])

Параметр   Parameter	Методика оценивания   Assessment technique
Амплитуда тремора при нагрузке (1 балл) Tremor amplitude with weight loading (1 point)	Увеличение общей мощности спектра 30-секундной записи колебаний акселерометра наиболее вовлечённой руки при нагрузке массой 500 г по сравнению с исследованием без нагрузки An increase in total power of the spectra derived from a 30-second epoch of accelerometer oscillations recorded from more affected hand before and after 500-g loading
Ответ на баллистические движения (1 балл) Response to ballistic movements (1 point)	Паузы тремора или снижение частоты или амплитуды дрожания не менее 50% как минимум в 7 из 10 проб баллистических движений контралатеральной рукой Tremor pause or > 50% reduction in tremor frequency or amplitude in at least 7 of 10 contralateral ballistic movement tests
ЭМГ-когерентность мышц контралатеральных конечностей (1 балл) EMG coherence in contralateral limbs (1 point)	Балл присваивался при наличии значимой когерентности частот спектра ЭМГ-активности правого и левого разгибателей кисти при сопоставлении частоты, при которой отмечалась когерентность, с частотой тремора The point was assigned in case of significant EMG-coherence between frequency spectra from right and left wrist extensors by comparing the frequency where coherence was detected with the frequency of tremor
Феномен коактивации (1 балл) Tonic co-activation (1 point)	Фаза тонической коактивации определялась как тоническая активность мышц-антагонистов (сгибателей и разгибателей кисти) примерно за 300 мс до начала вспышек тремора The tonic co-activation phase was defined as tonic discharge of antagonist muscles (wrist flexors and wrist extensors) approximately 300 ms before the onset of tremor bursts
Точность выполнения тэппинга контралатеральной рукой (максимум 3 балла) Tapping task performance by contralateral tapping (max. 3 points)	Правильное выполнение тэппинга на частотах 1, 3 и 5 Гц расценивалось в диапазонах 0,5–1,5, 2,5–3,5 и 4,5–5,5 Гц соответственно Tapping performance at 1, 3, and 5 Hz was considered correct if it fell within the range of 0.5–1.5 Hz, 2.5–3.5 Hz, and 4.5–5.5 Hz, respectively
Изменение характеристик тремора более вовлечённой руки при тэппинге контралатеральной рукой (максимум 3 балла) Changes in tremor characteristics for more affected hand during contralateral tapping (max. 3 points)	Характеристики тремора на руке, не вовлечённой в тэппинг, оценивались на предмет наличия вовлечения, подавления тремора или патологического сдвига частоты, который определялся как сдвиг частотного пика по крайней мере на 19,0, 26,9 и 25,7% при тэппинге на частотах 1, 3 и 5 Гц соответственно Tremor in the ipsilateral hand during contralateral tapping was assessed for entrainment, tremor suppression, or a frequency shift, which was defined as pathological if the frequency peak shifted with 19.0, 26.9, and 25.7% during tapping at 1, 3, and 5 Hz, respectively

определяли согласно консенсусным критериям классификации тремора MDS [2]. Диагностика ФТ основывалась на клинических позитивных критериях диагностики: отвлекаемости, вовлекаемости при совершении ритмичных движений контралатеральной рукой, коактивацией мышц-антагонистов и переходе тремора на другую часть тела при внешней фиксации дрожащей руки. В исследование не включали пациентов с сочетанием различных типов тремора (например, ФТ на фоне БП, ЭТ + БП и др.). Электрофизиологическая оценка тремора включала двухканальную акселерометрию (акселерометр закреплялся на тыльной поверхности средней фаланги ука-



**Рис. 1.** Определение ширины пика частоты тремора в программе «Tremoroton».

Верхняя и нижняя границы пика частоты колебаний акселерометра определяется вручную на уровне 40–50% от высоты пика частоты. Ширина пика является разностью между верхней и нижней границами. Красной тонкой стрелкой обозначена точка определения основной частоты пика. Красной толстой стрелкой и синей полосой обозначены точки оценки ширины пика. *A* – спектр частот у пациента с ФТ; *B* – у пациента с БП. ACC – колебания акселерометра, EMG ext – ЭМГ-активность разгибателей, EMG flex – ЭМГ-активность сгибателей.

**Fig. 1.** Tremor frequency peak width was measured with Tremoroton software.

Upper and lower limits of the frequency peak of accelerometer oscillations were determined manually at 40–50% from the height of the frequency peak. The peak width is defined as a difference between upper and lower limits. The red thin arrow indicates the point where the dominant frequency of the peak is measured. The red bold arrow and blue bar indicate the points where the peak width was measured.

*A* – the frequency spectrum in a patient with FT; *B* – in a patient with PD; ACC – accelerometer oscillations; EMG ext – EMG-recordings from wrist extensors; EMG flex – EMG-recordings from wrist flexors.

зательного или среднего пальца руки). Запись тремора проводили на электродиагностической системе «Viking EDX» («Natus»). Тремор оценивали в состоянии покоя, в позе с вытянутыми руками (постуральный тремор, ПТ) в отсутствие и при наличии когнитивной нагрузки (КН) в виде вычитания по 13 из 100. Продолжительность каждой записи составляла 30 с.

Зарегистрированные сигналы экспортировали и обрабатывали с помощью открытого программного обеспечения «Tremoroton» (рис. 1) [13]. Проводили оценку частотных характеристик тремора по данным акселерометрии; оценивали основную частоту (верхняя точка частотного пика), ширину пика, верхнюю и нижнюю границы, среднюю амплитуду колебаний методом быстрого преобразования Фурье. Смещение минимальной и максимальной частот определяли как модуль разности частоты на фоне КН и в отсутствие КН. Под «расщеплением» частотного пика или полосы понимается ширина пика тремора более 0,5 Гц.

Обработку данных проводили в программах «Microsoft Excel» и «IBM SPSS Statistics v. 27». Для оценки различий между группами применяли *H*-критерий Краскела–Уоллиса с последующими апостериорными попарными сравнениями между группами с поправкой Бонферрони. Для оценки различий внутри одной группы использовали *W*-критерий Вилкоксона. Уровень значимости принимали равным 0,05. Для оценки чувствительности и специфичности различий ширины пика проводили анализ ROC-кривых.

## Результаты

Основная частота колебаний акселерометра в отсутствие и на фоне КН была сопоставима у пациентов с ФТ и ОТ без статистически значимых различий (табл. 2). При оценке ширины основного пика частоты по данным акселерометрии у пациентов с ФТ отмечались статистически значимые отличия по сравнению с пациентами с ЭТ и БП как в отсутствие КН (рис. 2, *A*), так и на фоне КН (рис. 2, *B*). При этом было отмечено нарастание ширины пика на фоне КН у пациентов с ФТ ( $p_w = 0,002$ ). Ширина пика ПТ в отсутствие КН у пациентов с ЭТ несколько превышала данный параметр у пациентов с БП, однако на фоне КН у пациентов с ЭТ отмечалось снижение ширины частотного пика ( $p_w = 0,002$ ), а у пациентов с БП – сохранение частоты пика ( $p_w = 0,538$ ). Аналогичные результаты получаются при сравнении между группами показателя разности ширины пика ПТ у пациентов с КН и без неё (рис. 2, *C*).

Анализ изменений нижней и верхней границ частотного пика (минимальной и максимальной частот соответственно) показал, что смещение минимальной частоты пика у пациентов с ФТ имело различия при сравнении 3 групп ( $p = 0,04$ ), однако не достигало уровня статистической значимости при проведении попарных сравнений (рис. 2, *D*), а изменение ширины частотного пика у пациентов с ФТ происходило в основном за счёт смещения в большую сторону верхней границы частотного пика, что подтверждалось при попарном сравнении с группами пациентов с ЭТ и БП (рис. 2, *E*).

Таблица 2. Частотные характеристики тремора по данным акселерометрии

Table 2. Accelerometric characteristics of tremor frequency

Параметр   Parameter	ФТ   FT	ЭТ   ET	БП   PD	<i>p</i>
Основная частота ПТ без КН Dominant PT frequency without CL	6 [3,2; 7,8]	5,3 [4,8; 5,7]	5,25 [4,75; 6,20]	0,800
Основная частота ПТ с КН Dominant PT frequency with CL	4,9 [3,8; 8,4]	5,3 [4,65; 5,95]	5,4 [4,80; 5,95]	0,968
Ширина пика ПТ без КН PT peak width without CL	1,4 [0,9; 1,9]	0,4 [0,3; 0,5]	0,3 [0,2; 0,4]	< 0,001
Ширина пика ПТ с КН PT peak width with CL	1,9 [1,4; 3,0]	0,25 [0,2; 0,3]	0,3 [0,2; 0,4]	< 0,001
Разность ширины пика ПТ без КН и ПТ с КН Difference in PT peak width without CL and with CL	0,6 [0; 1,2]	-0,1 [-0,3; 0]	-0,1 [-0,15; 0,10]	0,003
Смещение минимальной частоты при КН Shift of minimum frequency, with CL	0,4 [0,2; 2,8]	0,2 [0,10; 0,35]	0,2 [0,10; 0,40]	0,040
Смещение максимальной частоты при КН Shift of maximum frequency, with CL	1,3 [0,5; 3,0]	0,1 [0,10; 0,35]	0,25 [0,15; 0,4]	< 0,001

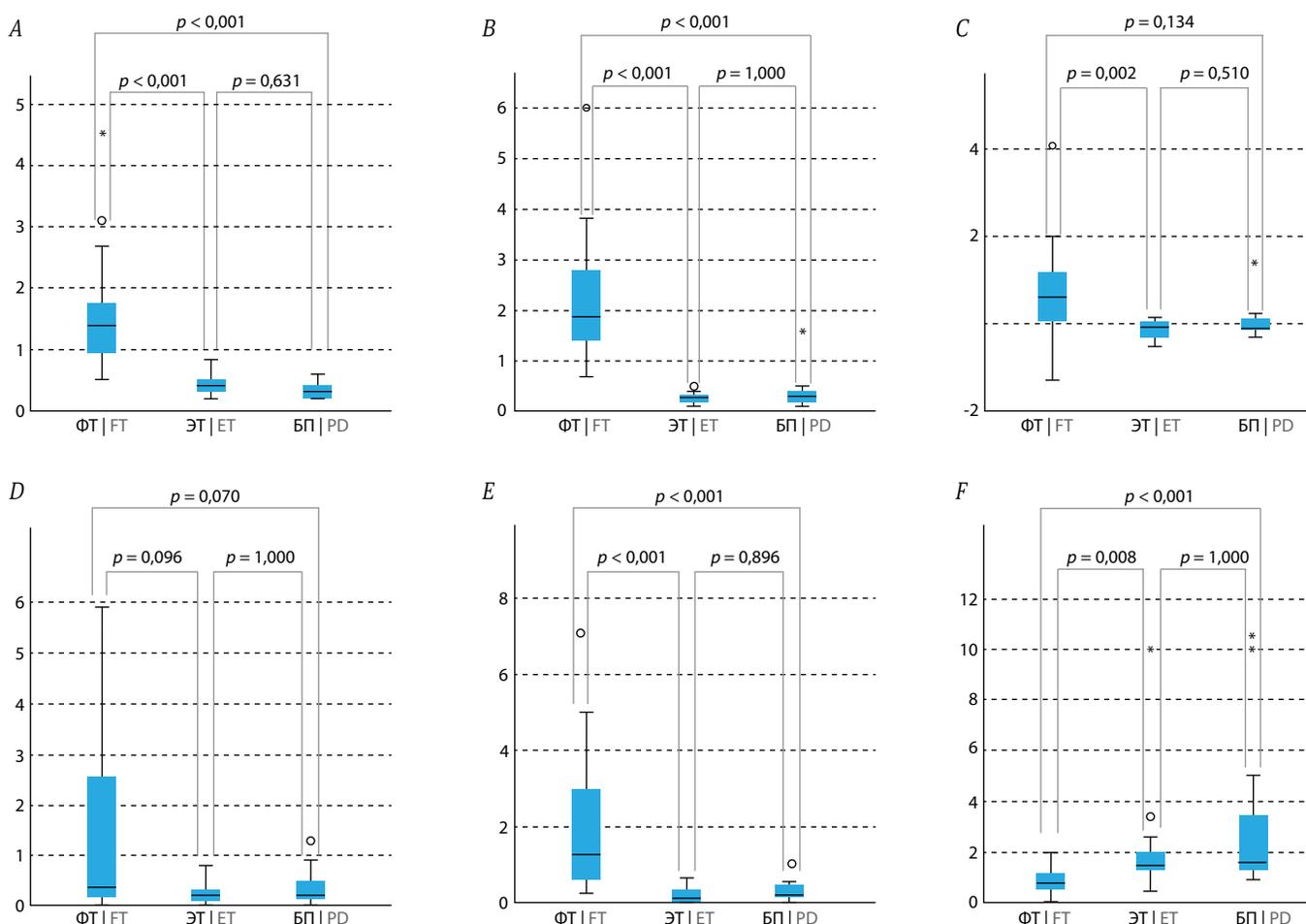


Рис. 2. Результаты апостериорных попарных сравнений между группами ФТ, ЭТ и БП.

*A* – ширина частотного пика ПТ без КН; *B* – ширина частотного пика ПТ с КН; *C* – разность ширины частотного пика ПТ без КН; *D* – оценка смещения минимальной частоты (нижней границы) частотного пика; *E* – оценка смещения максимальной частоты (верхней границы) частотного пика; *F* – отношение средней амплитуды колебаний ПТ с КН к ПТ без КН.

Fig. 2. Results of a posteriori pairwise comparison between FT, ET, and PD patients.

*A* – PT frequency peak width without CL; *B* – PT frequency peak width with CL; *C* – difference in PT frequency peak width without CL; *D* – shift of minimum frequency peak (lower limit); *E* – shift of maximum frequency peak (upper limit); *F* – ratio of the mean amplitude of PT oscillations with CL to the mean amplitude of PT oscillations without CL.

Дополнительным параметром, отличающимся у пациентов с ФТ по сравнению с группами ЭТ и БП, было отношение средней амплитуды колебаний акселерометра при КН к этому показателю в отсутствие КН (рис. 2, Е). У пациентов с ОТ амплитуда колебаний увеличивалась: при ЭТ – в 1,43 [1,23; 2] раза ( $p_w = 0,003$ ), при БП – в 1,63 [1,25; 3,38] раза ( $p_w = 0,008$ ), тогда как у пациентов с ФТ отмечалось лёгкое снижение амплитуды колебаний с соотношением амплитуд 0,7 [0,47; 1,4] ( $p_w = 0,031$ ).

Среди исследованных параметров наибольший интерес представляла ширина частотного пика по данным акселерометрии с проведением КН. Для оценки возможности использования данного метода в дифференциальной диагностике дрожательных гиперкинезов был проведён ROC-анализ. При ширине частотного пика ПТ без КН  $\geq 0,55$  Гц чувствительность и специфичность метода определения ФТ равны 94,7 и 85,0% соответственно. На фоне КН ширина частотного пика  $\geq 0,6$  Гц свидетельствует о наличии ФТ с чувствительностью 100,0% и специфичностью 97,5%. На исследованной выборке диагностическая точность метода без КН составила 98,3%, а с КН – 99,0%.

## Обсуждение

Электрофизиологическая оценка тремора применяется всё в более широких масштабах. Данные нашего исследования подтверждают тот факт, что основная частота тремора сама по себе не может использоваться в качестве метода дифференциальной диагностики различных типов тремора (кроме ортостатического тремора, частота которого 13–18 Гц значительно превышает частоты 4–8 Гц, характерные для других типов ОТ) [4]. Исходя из этого, проводились исследования по поиску дополнительных маркеров ФТ и разрабатывались новые методы анализа тремора, такие как БТТ. Многие из этих методов требуют длительного времени для записи и последующей обработки данных. Например, проведение полного протокола БТТ с последующим анализом данных занимает около 30–40 мин, а акселерометрическая оценка ширины частотного пика и визуальная оценка спектрограммы двух записей (ПТ без КН и ПТ с КН) – около 5 мин. В настоящее время создаётся большое количество носимых устройств для акселерометрического анализа тремора на протяжении длительного времени в обычной жизни. Дополнительно стоит отметить, что единого протокола проведения треморографии пока нет, однако группа MDS по изучению нейрофизиологии двигательных расстройств активно обсуждает этот вопрос. Другим камнем преткновения для широкого распространения предлагаемых методик является то, что в лабораториях используется программное обеспечение какого-либо конкретного производителя электродиагностических машин либо собственной разработки. Использование открытой программы «Тремотор», которая анализирует экспортированный с прибора txt-файл, может облегчить распространение треморографии среди клинических нейрофизиологов.

В проведённом нами исследовании установлено, что ширина пика частот тремора по данным акселерометрии у пациентов с ФТ превышала 0,6 Гц, а у пациентов с ОТ ширина частотного пика была в пределах 0,5 Гц. Значение ширины частотного пика на фоне КН  $\geq 0,6$  Гц по данным

акселерометрии может использоваться в качестве первичной электрофизиологической оценки тремора, что подтверждается данными ROC-анализа. Показатель ширины частотного пика в качестве критерия дифференцирования ФТ от ОТ используется, например, в клинике Mayo. На основании данного критерия в этой клинике проводится рутинное ЭМГ-исследование тремора, по данным которого пациенты отбираются на хирургическое лечение тремора методом стимуляции глубоких структур головного мозга или деструкции фокусированным ультразвуком под контролем магнитно-резонансной томографии. Применение дополнительной электрофизиологической оценки позволило определить ФТ у 12 (14%) из 87 пациентов, клинически отобранных на хирургическое лечение, что позволило избежать лишнего оперативного вмешательства и сохранить возможность лечения для других пациентов [14]. В нашем исследовании показано, что вместо трудоёмкой поверхностной ЭМГ можно без потери точности применять более простую в реализации акселерометрию.

Использование КН повышает чувствительность и специфичность метода. КН чаще всего используется при клинической оценке тремора и не была задействована в указанных выше электрофизиологических критериях диагностики ФТ, однако полученные результаты отражают её важность и при электрофизиологической оценке. В данном исследовании продемонстрировано влияние КН на изменение ширины частотного пика колебаний акселерометра, что позволяет быстро оценить тип тремора. Дополнительно электрофизиологически был подтверждён феномен «отвлекаемости» на фоне КН у пациентов с ФТ в виде расширения частотного пика и уменьшения средней амплитуды колебаний, тогда как у пациентов с ОТ, напротив, происходит сужение частотного пика и увеличение амплитуды тремора при смещении концентрации внимания с удержания тремора на когнитивную задачу.

В настоящее время создаётся большое количество носимых устройств для оценки тремора [15], преимущественно для объективизации течения БП [16]. С помощью носимых устройств (актиграфических часов) проводилось объективное сравнение суточной интенсивности тремора и субъективных ощущений у пациентов с ФТ и ОТ [17]. Учитывая простое устройство и дешевизну акселерометров, представляется перспективным создание устройства для быстрого, простого и дешёвого метода дифференциальной диагностики ФТ и ОТ, которое позволило бы шире использовать электрофизиологическую диагностику в клинической практике на амбулаторном этапе.

Предложенная методика после проведения полноценного валидационного исследования с большим количеством пациентов может использоваться для дифференциальной диагностики ФТ и ОТ. Универсальность файлов экспорта и быстрота обработки данных являются дополнительными факторами, облегчающими её широкое применение.

Своевременное и точное установление диагноза ФТ имеет большое значение, поскольку при этом состоянии тактика ведения значительно отличается от лечения ОТ и по большей мере основывается на реабилитационном, а не на медикаментозном подходе.

## Список источников / References

1. Иллариошкин С.Н., Иванова-Смоленская И.А. Дрожательные гиперкинезы. Руководство для врачей. М.; 2011. Illarioshkin S.N., Ivanova-Smolenskaya I.A. Trembling hyperkinesia. Guide for doctors. Moscow; 2011. (In Russ.)
2. Bhatia K.P., Bain P., Bajaj N. et al. Consensus Statement on the classification of tremors. From the task force on tremor of the International Parkinson and Movement Disorder Society. *Mov. Disord.* 2018;33(1):75–87. DOI: 10.1002/mds.27121
3. Иванова Е.О., Иванова-Смоленская И.А., Иллариошкин С.Н. Тремор: патогенез, особенности клинической картины и лечение. *Неврологический журнал.* 2013;18(5):4–12. Ivanova E.O., Ivanova-Smolenskaya I.A., Illarioshkin S.N. Tremor: pathogenesis, clinical features and treatment. *Neurological Journal.* 2013;18(5):4–12.
4. Deuschl G., Bain P., Brin M. Consensus statement of the Movement Disorder Society on tremor. *Mov. Disord.* 1998;13(Suppl. 3):2–23. DOI: 10.1002/mds.870131303
5. Иванова Е.О., Федотова Е.Ю. Функциональные двигательные расстройства: позитивные критерии диагностики. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика.* 2019;11(1):125–130. Ivanova E.O., Fedotova E.Yu. Functional movement disorders: positive diagnostic criteria. *Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics.* 2019;11(1):125–130. DOI: 10.14412/2074-2711-2019-1-125-130
6. Lidstone S.C., Costa-Parke M., Robinson E.J. et al. Functional movement disorder gender, age and phenotype study: a systematic review and individual patient meta-analysis of 4905 cases. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 2022;93(6):609–616. DOI: 10.1136/jnnp-2021-328462
7. Fahn S., Williams D. Psychogenic dystonia. *Adv. Neurol.* 1988;50:431–455.
8. Gupta A., Lang A.E. Psychogenic movement disorders. *Curr. Opin. Neurol.* 2009;22(4):430–436. DOI: 10.1097/WCO.0b013e32832dc169
9. Gresty M., Buckwell D. Spectral analysis of tremor: understanding the results. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 1990;53(11):976–981. DOI: 10.1136/jnnp.53.11.976
10. Kamble N.L., Pal P.K. Electrophysiological evaluation of psychogenic movement disorders. *Parkinsonism Relat. Disord.* 2016;22 (Suppl. 1):S153–158. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2015.09.016
11. Schwingenschuh P., Deuschl G. Functional tremor. *Handb. Clin. Neurol.* 2016;139:229–233. DOI: 10.1016/B978-0-12-801772-2.00019-9
12. Schwingenschuh P., Saifee T.A., Katschnig-Winter P. et al. Validation of “laboratory-supported” criteria for functional (psychogenic) tremor. *Mov. Disord.* 2016;31(4):555–562. DOI: 10.1002/mds.26525
13. Vial F., McGurrin P., Osterholt T. et al. Tremoroton, a new free online platform for tremor analysis. *Clin. Neurophysiol. Pract.* 2019;5:30–34. DOI: 10.1016/j.cnp.2019.11.004
14. Chou C.Z., Ahlskog J.E., Klassen B.T. et al. Utility of routine surface electrophysiology to screen for functional tremor prior to surgical treatment of essential tremor. *Clin. Park. Relat. Disord.* 2022;7:100149. DOI: 10.1016/j.prdoa.2022.100149
15. Moreau C., Rouaud T., Grabli D. et al. Overview on wearable sensors for the management of Parkinson's disease. *NPJ Parkinsons Dis.* 2023;9(1):153. DOI: 10.1038/s41531-023-00585-y
16. Vescio B., Quattrone A., Nisticò R. et al. Wearable devices for assessment of tremor. *Front. Neurol.* 2021;12:680011. DOI: 10.3389/fneur.2021.680011
17. Kramer G., Dominguez-Vega Z.T., Laarhoven H.S. et al. Similar association between objective and subjective symptoms in functional and organic tremor. *Parkinsonism Relat. Disord.* 2019;64:2–7. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2019.05.026

## Информация об авторах

*Евдокимов Константин Михайлович* – аспирант, врач-невролог 5-го неврологического отделения с молекулярно-генетической лабораторией Института клинической и профилактической неврологии Научного центра неврологии, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-6217-4151>  
*Иванова Екатерина Олеговна* – канд. мед. наук, н. с., врач-невролог 5-го неврологического отделения с молекулярно-генетической лабораторией Института клинической и профилактической неврологии Научного центра неврологии, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-3337-1759>  
*Брутян Амаяк Грачевич* – канд. мед. наук, в. н. с., рук. лаб. клинической нейрофизиологии Института клинической и профилактической неврологии Научного центра неврологии, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-6381-2925>  
*Федотова Екатерина Юрьевна* – д-р мед. наук, в. н. с., зав. 5-м неврологическим отделением Института клинической и профилактической неврологии Научного центра неврологии, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-8070-7644>  
*Иллариошкин Сергей Николаевич* – д-р мед. наук, проф., акад. РАН, зам. директора по научной работе, директор Института мозга Научного центра неврологии, Москва, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-2704-6282>

**Вклад авторов:** *Евдокимов К.М.* – создание концепции исследования, проведение исследования, анализ данных; *Иванова Е.О.* – проведение исследования, разработка методологии; *Брутян А.Г.* – курирование данных, программное обеспечение; *Федотова Е.Ю.* – создание концепции исследования, разработка методологии, руководство научно-исследовательской работой; *Иллариошкин С.Н.* – руководство научно-исследовательской работой.

## Information about the authors

*Konstantin M. Evdokimov* – postgraduate student, neurologist, 5<sup>th</sup> Neurology department, Institute of Clinical and Preventive Neurology, Research Center of Neurology, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-6217-4151>  
*Ekaterina O. Ivanova* – Cand. Sci. (Med.), researcher, neurologist, 5<sup>th</sup> Neurology department, Institute of Clinical and Preventive Neurology, Research Center of Neurology, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-3337-1759>  
*Amayak G. Brutyan* – Cand. Sci. (Med.), Head, Laboratory of clinical neurophysiology, Institute of Clinical and Preventive Neurology, Research Center of Neurology, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-6381-2925>  
*Ekaterina Yu. Fedotova* – D. Sci. (Med.), leading researcher, Head, 5<sup>th</sup> Neurology department, Institute of Clinical and Preventive Neurology, Research Center of Neurology, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-8070-7644>  
*Sergey N. Illarioshkin* – D. Sci. (Med.), prof., RAS Full Member, Director, Brain Institute, Deputy director, Research Center of Neurology, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-2704-6282>

**Authors' contribution:** *Evdokimov K.M.* – creating the research concept, conducting the research, analyzing the data; *Ivanova E.O.* – conducting the research, methodology development; *Brutyan A.G.* – data curation, software development; *Fedotova E.Yu.* – creation of the research concept, methodology development, supervising the research work; *Illarioshkin S.N.* – supervising the research work.