

ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ХИРУРГА И ДЛИТЕЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИИ НА ТОЧНОСТЬ ДВИЖЕНИЙ И УРОВЕНЬ МИКРОХИРУРГИЧЕСКОГО ТРЕМОРА

А.Е. Быканов, Д.И. Пицхелаури, М.А. Кирюшин, О.А. Растворова, Т.Р. Загидуллин

ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России; Россия, 125047 Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, 16

Контакты: Андрей Егорович Быканов abykanov7@gmail.com

Введение. Физиологический тремор – одна из значимых проблем при выполнении микрохирургической техники. Одно неосторожное движение может повлечь за собой повреждение соседних анатомических структур и, как следствие, ухудшение состояния пациента. Поэтому вопрос о снижении тремора остается актуальным по сей день.

Цель исследования – определить влияние позы микрохирурга, длительности выполнения операции на точность двигательного хирургического действия и уровень микрохирургического тремора.

Материалы и методы. Исследование проведено при участии 14 ординаторов-нейрохирургов, соответствующих критериям включения. Для оценки и симуляции микрохирургического действия использовали валидированные и разработанные авторами исследования устройства для тестирования и операционный микроскоп Carl Zeiss. Результаты экспериментов сравнивали между собой с помощью однофакторного анализа. Различия признавали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Статистически значимо на пространственную точность двигательного хирургического действия и уровень микрохирургического тремора не влияли варианты положения микрохирурга стоя/сидя. Однако отмечалось статистически значимое изменение тремора как в положении стоя, так и в положении сидя по мере увеличения продолжительности микрохирургического действия.

Заключение. Выбор положения сидя или стоя для выполнения микрохирургической операции не является фактором, существенно влияющим на пространственную точность движений и тремор микрохирурга. Длительность оперативного вмешательства влияет на уровень микрохирургического тремора.

Ключевые слова: микрохирургия, точность хирургического действия, микрохирургический тремор

Для цитирования: Быканов А.Е., Пицхелаури Д.И., Кирюшин М.А. и др. Влияние положения хирурга и длительности выполнения операции на точность движений и уровень микрохирургического тремора. Нейрохирургия 2024;26(1): 76–82. DOI: <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2024-26-1-76-82>

The effect of surgeon's pose and duration of operation on movement accuracy and level of microsurgical hand tremor

A.E. Bykanov, D.I. Pitskhelauri, M.A. Kirushin, O.A. Rastvorova, T.R. Zagidullin

N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Health of Russia; 16 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow 125047, Russia

Contacts: Andrey Egorovich Bykanov abykanov7@gmail.com

Background. Physiological hand tremor is one of significant problems in microsurgical technique. One careless movement can cause damage to the neighboring structures and consequently worsen a patient's condition. Therefore, the problem of reducing hand tremor remains relevant.

Aim. To determine the effect of microsurgeon's pose, duration of operation on the accuracy of surgical action and level of microsurgical hand tremor.

Materials and methods. The study included 14 neurosurgery residents satisfying inclusion criteria. For evaluation and simulation of microsurgical action, validated and developed by the study authors devices for testing and surgical

microscope Carl Zeiss were used. The experimental results were compared using univariate analysis. The differences were considered statistically significant at $p < 0.05$.

Results. Surgeon's pose standing/sitting did not affect spatial accuracy of surgical action and the level of microsurgical hand tremor. However, statistically significant changes in hand tremor were observed both in standing and sitting positions with increased time of microsurgical action.

Conclusion. The choice between sitting or standing pose for microsurgical operation is not a factor significantly affecting microsurgeon's spatial accuracy of movement and hand tremor. Duration of surgical intervention affects the level of microsurgical hand tremor.

Keywords: microsurgery, accuracy of surgical action, microsurgical hand tremor

For citation: Bykanov A.E., Pitskhelauri D.I., Kirushin M.A. et al. The effect of surgeon's pose and duration of operation on movement accuracy and level of microsurgical hand tremor. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2024;26(1):76–82. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2024-26-1-76-82>

ВВЕДЕНИЕ

Исследование физиологии точных движений остается одним из актуальных и многогранных направлений общей физиологии. Эта фундаментальная проблема имеет прямое отношение к вопросам эффективности микрохирургической техники.

Следующие факторы обычно рассматриваются в литературе как вероятно влияющие на микрохирургическую технику: использование β -блокаторов [1], опоры [2], прослушивания музыки в операционной [3, 4], длина хирургического инструмента [5], нарушение режима сна [6, 7], физические упражнения [8, 9], употребление кофеина [10, 11] и алкоголя [12, 13], число надетых на руки перчаток [14], употребление энергетических напитков [15].

«Твердая» рука хирурга может быть фактором, влияющим на успешность микрохирургических операций (нейрохирургических, кардиохирургических, вмешательств в трансплантологии и других областях медицины), что особенно актуально в условиях узкой и глубокой операционной раны при малоинвазивных микрохирургических доступах, которые широко применяются при высокотехнологичных операциях.

Известно, что некоторые микрохирурги и микрохирургические школы отдают предпочтение выполнению многочасовых микрохирургических операций в положении сидя и с обязательной опорой для рук в виде подлокотников, а по мнению других микрохирургов, это сковывает движения и затрудняет перемещения операционного микроскопа, поэтому они предпочитают выполнять операции в положении стоя.

Цель исследования — определить, насколько значимо влияние фактора выбора положения микрохирурга (стоя/сидя) на точность двигательного хирургического действия и уровень микрохирургического тремора.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации 1964 г. с учетом последующих поправок к ней.

Критерии включения. С целью минимизации влияния фактора значительного предшествующего микро-

хирургического опыта были сформулированы следующие критерии включения испытуемых: возраст от 22 до 27 лет, обучение в ординатуре по микрохирургической специальности на момент проведения исследования, наличие базового опыта микрохирургического тренинга, подписание добровольного информированного согласия.

В результате в исследовании приняли участие 14 ординаторов-нейрохирургов (11 мужчин и 3 женщины), средний возраст которых составил 24,9 года (от 23 до 26 лет).

Описание эксперимента. Устройства для тестирования. Для оценки пространственной точности двигательного хирургического действия и уровня микрохирургического тремора использовали специально разработанные для тестирования устройства. Корпус устройства и его ограничивающие рамки имитировали трепанационное окно и раневой операционный ход, на дне которого располагалась хирургическая цель.

Пространственные характеристики задания (размеры трепанационного окна и раневого канала) для всех участников эксперимента были одинаковыми и максимально приближенными к реальной интраоперационной ситуации — нейрохирургических операций с использованием keyhole-техник.

Участникам эксперимента необходимо было выполнить через трепанационное отверстие размерами $2,0 \times 2,0$ см и раневой канал длиной 3,5 см микрохирургическими ножницами Aesculap FD034R длиной 16 мм разрез имитации арахноидальной оболочки головного мозга вокруг макета артериального сосуда (рис. 1).

При выполнении задания необходимо было сделать как можно меньше касаний микроножницами ограничивающих рамок устройства, имитирующих операционный раневой ход (в реальных условиях нейрохирургических операций это мозговая ткань, сосуды и нервы). Устройство для тестирования автоматически подсчитывало число касаний микроножниц к его ограничивающим рамкам и таким образом определяло пространственную точность двигательного хирургического действия. Помимо этого, определяли уровень



Рис. 1. Схематическое изображение точки цели

Fig. 1. Diagram of target point

микрохирургического тремора по данным акселерометра (STMicroelectronics, Швейцария), закрепленного на микрохирургическом инструменте. Размеры и масса используемого акселерометра ($3 \times 3 \times 1$ мм, 0,04 г) не влияли на измеряемые частоты тремора. Вычисляли средние геометрические значения посекундных максимумов ускорений за период эксперимента (максимум ускорения ограничивался 0,1 g, чтобы дифференцировать ускорение тремора от ускорения целенаправленного движения) (рис. 2).

Каждый из участников исследования выполнял следующие эксперименты, результаты которых измеряли в 2 точках — 10 и 30 мин от начала выполнения микрохирургического задания:

- 1) исследование уровня пространственной точности и микрохирургического тремора в положении сидя, без опоры для рук: испытуемый выполнял микрохирургическое задание с помощью микрохирургических ножниц Aesculap FD034R длиной 16 мм в положении сидя;
- 2) исследование уровня пространственной точности и микрохирургического тремора в положении стоя, без опоры для рук: дизайн эксперимента аналогичен описанному выше, за исключением положения тела (стоя).

Эксперименты № 1 и 2 выполнялись с интервалом минимум 6 ч с целью исключения влияния фактора усталости на результаты.

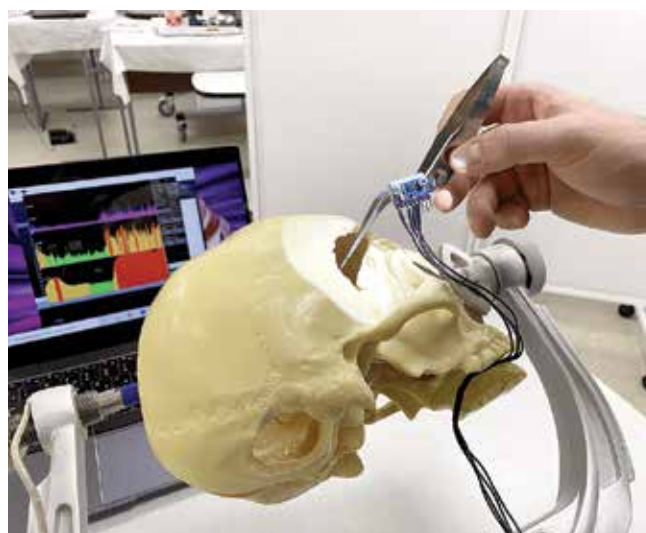


Рис. 2. Микрохирургические ножницы с закрепленным на них акселерометром

Fig. 2. Microsurgical scissors with attached accelerometer

Статистический анализ. Результаты экспериментов сравнивали между собой с помощью однофакторного анализа (критерий Вилкоксона). Различия признавали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты однофакторного анализа показали, что вариант положения микрохирурга (сидя/стоя) статистически значимо не влиял на пространственную точность двигательного хирургического действия и уровень микрохирургического тремора (табл. 1, 2, рис. 3, 4).

Выявлена статистически значимая разница в уровне микрохирургического тремора как в положении сидя, так и в положении стоя в зависимости от длительности выполнения микрохирургического задания.

ОБСУЖДЕНИЕ

Микрохирургическая техника — сложный комплекс целенаправленных и координированных действий. Стабильность нейрохирургического инструмента в руке оперирующего хирурга является одним из наиболее критических факторов во время оперативного вмешательства, так как при неконтролируемых движениях кончик микроинструмента может повредить ткани организма (которые в условиях реальной операции являются краями операционной полости) либо важные нервы и сосуды, их кровоснабжающие [16].

Нейрохирургические операции отличаются от других микрохирургических операций рядом признаков [17]:

- значительная длительность;
- узкое и глубокое операционное поле;
- края операционного поля часто являются функционально важными зонами головного мозга;

Таблица 1. Результаты измерений, полученные с помощью тестирующего устройства и акселерометра в ходе эксперимента: при разном положении микрохирурга (сидя/стоя), разном времени выполнения микрохирургического задания

Table 1. Measurement results obtained using the testing device and accelerometer during the experiment: in different surgeon's poses (sitting/standing) and different duration of microsurgical task

№ участ- ника экспери- мента Study participant No.	Точность двигательного хирургического действия (число касаний инструментом рамок устройства)* Accuracy of surgical action movement (number of touches of the device walls with the instrument)*				Уровень микрохирургического тремора (среднее геометрическое максимумов ускорений)*, g Level of microsurgical hand tremor (geometric mean of acceleration maxima)*, g			
	в положении сидя in sitting position		в положении стоя in standing position		в положении сидя in sitting position		в положении стоя in standing position	
	10 мин 10 minutes	30 мин 30 minutes	10 мин 10 minutes	30 мин 30 minutes	10 мин 10 minutes	30 мин 30 minutes	10 мин 10 minutes	30 мин 30 minutes
1	30	32	36	29	0,09331699	0,09959311	0,080871396	0,09112933
2	29	31	25	30	0,09324539	0,09963884	0,08076363	0,09113809
3	23	22	23	20	0,047010627	0,05394012	0,075716384	0,078231931
4	19	17	18	22	0,08346425	0,09273410	0,04322919	0,06194502
5	28	24	35	38	0,047072865	0,048261194	0,049879443	0,054916293
6	21	21	15	25	0,1	0,168947591	0,1	0,1
7	32	36	35	38	0,04343431	0,04891711	0,056611713	0,067925144
8	40	43	42	41	0,06064038	0,06614597	0,04799141	0,06164227
9	29	33	32	29	0,07270826	0,07842169	0,06881275	0,07119586
10	22	26	17	28	0,053540017	0,059851119	0,055950414	0,059904530
11	28	28	29	28	0,05539566	0,058619451	0,046984565	0,056497561
12	18	23	22	26	0,1	0,158092716	0,04759572	0,08681947
13	23	25	26	22	0,040894736	0,048876971	0,065470785	0,069795693
14	24	21	20	25	0,1	0,09867261	0,1	0,126951876
p	0,155		0,207		0,001**		0,002**	

*Подробнее о способе измерения см. текст; **различия статистически значимы.

*Details on measurement method see in the text; **statistically significant differences.

Таблица 2. Результаты однофакторного анализа данных, полученных в ходе экспериментов

Table 2. Results of univariant analysis of data obtained during the experiments

Оцениваемый показатель Estimated parameter	Положение хирурга сидя, Ме (Q1; Q3) Sitting position of the surgeon, Me (Q1; Q3) (n = 14)	Положение хирурга стоя, Ме (Q1; Q3) Standing position of the surgeon, Me (Q1; Q3) (n = 14)	p
Точность двигательного хирургического действия (число касаний ограничивающих рамок)*: Accuracy of surgical action movement (number of touches of the device walls)*: при длительности операции 10 мин in duration of the operation of 10 minutes при длительности операции 30 мин in duration of the operation of 30 minutes	26,1 (22,2; 29) 27,2 (22,2; 31,7)	26,7 (20,5; 34,2) 28,6 (25; 29,7)	0,674 0,361
Уровень микрохирургического тремора (среднее геометрическое максимумов ускорения)*, g: Level of microsurgical hand tremor (geometric mean of acceleration maxima)*, g: при длительности операции 10 мин in duration of the operation of 10 minutes при длительности операции 30 мин in duration of the operation of 30 minutes	0,07 (0,049; 0,093) 0,084 (0,055; 0,093)	0,066 (0,048; 0,08) 0,077 (0,062; 0,099)	0,505 0,583

*Описание способа измерения оцениваемых показателей см. в тексте.

*Details on measurement method see in the text.

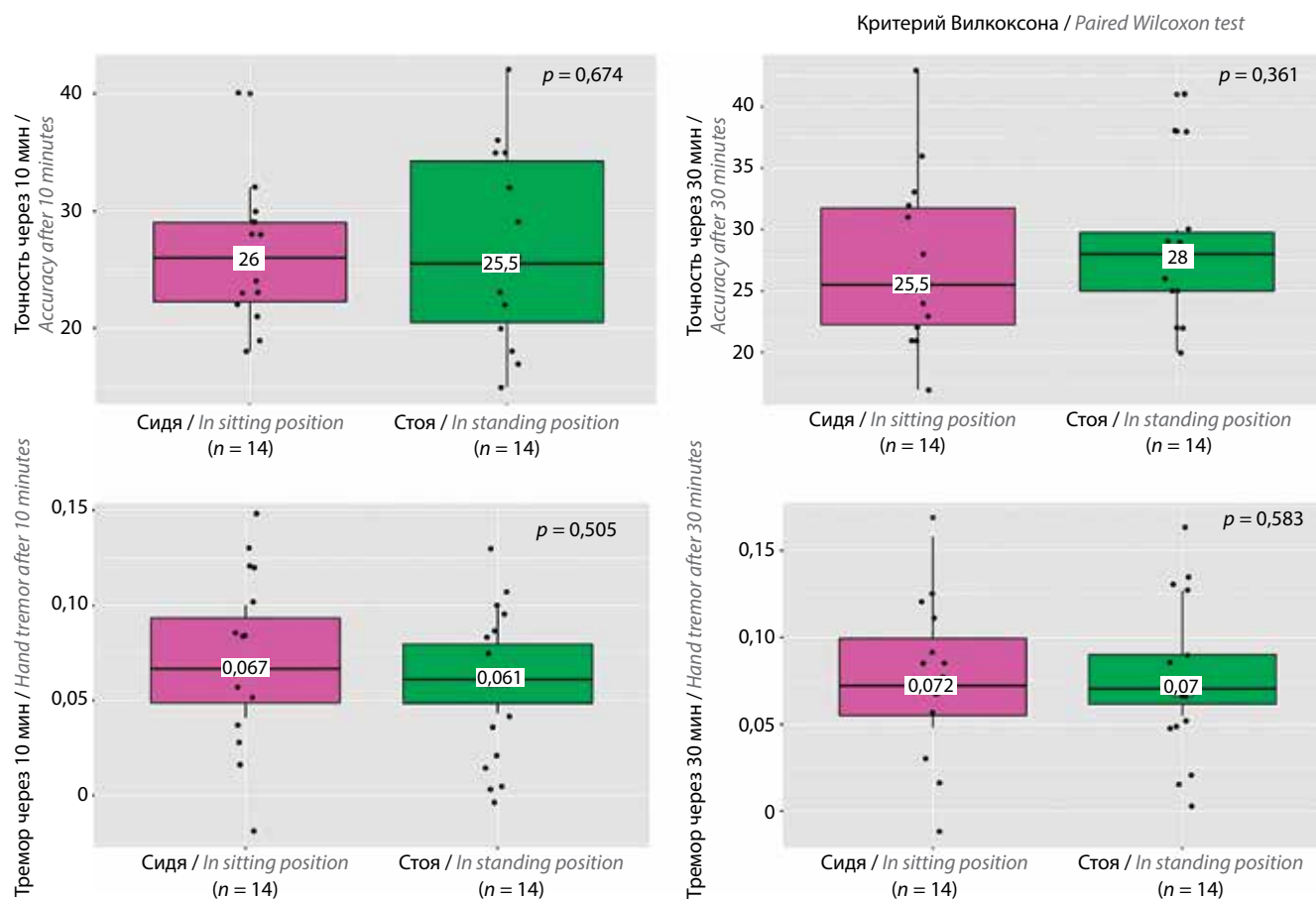


Рис. 3. Оценка точности движений и уровня микрохирургического тремора в зависимости от положения микрохирурга (сидя/стоя) при разном времени операции

Fig. 3. Evaluation of microsurgeon's movement accuracy and hand tremor depending on microsurgeon's pose (sitting/standing) for different operative times

— некоторые виды операций можно выполнить только в положении оперирующего хирурга стоя.

Обучение и формирование микрохирургической техники молодых микрохирургов часто предопределены хирургической школой, в которую они попадают при поступлении в ординатуру. Это особенно заметно при посещении различных медицинских учреждений. В одних медицинских учреждениях подавляющее большинство микрохирургов предпочитают оперировать в положении стоя, а в других большинство использует специальные кресла и выполняет микрохирургические операции сидя.

Очевидным преимуществом положения сидя является меньшая нагрузка на мышцы ног и суставы нижних конечностей, что позволяет экономить энергию и фокусироваться на хирургической задаче. Помимо этого, возможность использования подлокотников и специальных подпорок для рук может значительно повысить точность двигательного хирургического действия.

По мнению микрохирургов, предпочитающих выполнять операции стоя, в положении сидя амплитуды движений и перемещений операционного микроскопа ограничены, в результате теряются мобильность и воз-

можность изменения углов атаки. Это особенно актуально при использовании малоинвазивных доступов, когда микрохирург по причине ограниченного операционного окна вынужден постоянно перемещать операционный микроскоп.

Полученные нами результаты говорят об отсутствии влияния положения микрохирурга сидя или стоя на пространственную точность двигательного хирургического действия и уровень микрохирургического тремора. Выявленные различия в уровне микрохирургического тремора в зависимости от длительности оперативного вмешательства, вероятно, связаны с фактором мышечной усталости.

Сравнить полученные результаты с результатами других авторов не удалось, так как нами не было найдено в литературе работ, в которых бы исследовалось влияние положения оперирующего хирурга стоя или сидя на точность двигательного хирургического действия и уровень микрохирургического тремора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования не выявлено значимой разницы в уровне точности движений и микрохирургического тремора в зависимости от позы оперирующего

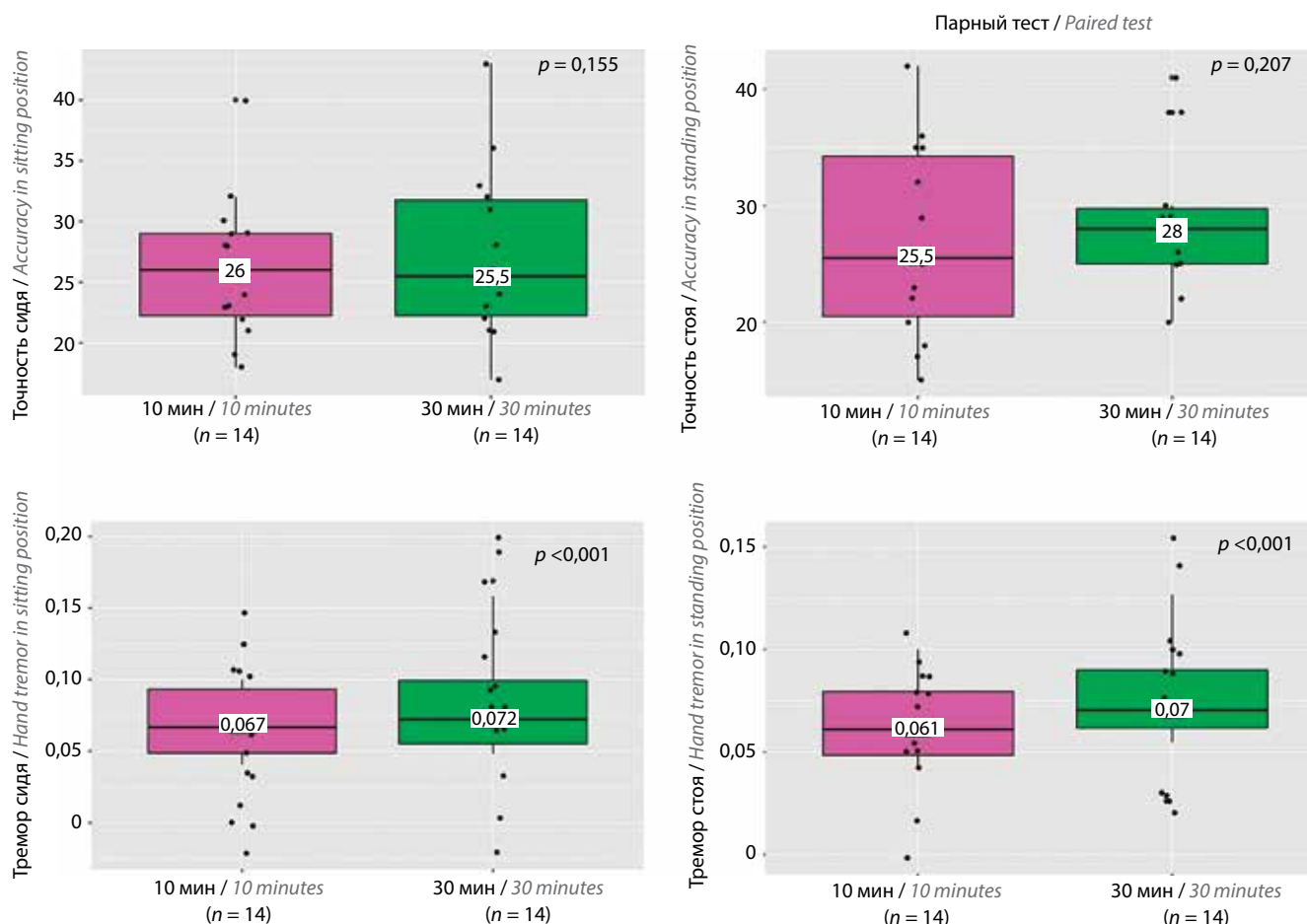


Рис. 4. Оценка точности движений и уровня микрохирургического тремора в зависимости от времени операции при разном положении микрохирурга (сидя/стоя)

Fig. 4. Evaluation of movement accuracy and hand tremor depending on surgery duration for different microsurgeon's poses (sitting/standing)

хирурга стоя/сидя, что говорит об отсутствии необходимости строгих рекомендаций для обучающихся и моло-

дых нейрохирургов относительно выбора положения тела во время выполнения микрохирургических операций.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Lubahn J.D., Dickson B.G., Cooney T.E. Effect of Timolol vs. a postural orthotic on hand tremor during microsurgery. *Microsurgery* 2002;22(6):273–6. DOI: 10.1002/micr.10049
- Ohta T., Kuroiwa T. Freely movable armrest for microneurosurgery: technical note. *Neurosurgery* 2000;46(5):1259–61. DOI: 10.1097/00006123-200005000-00049
- Miskovic D., Rosenthal R., Zingg U. et al. Randomized controlled trial investigating the effect of music on the virtual reality laparoscopic learning performance of novice surgeons. *Surg Endosc* 2008;22(11):2416–20. DOI: 10.1007/s00464-008-0040-8
- Oomens P., Fu V.X., Kleinrensink V.E.E. et al. The effects of preferred music on laparoscopic surgical performance: a randomized crossover study. *World J Surg* 2020;44(8):2614–9. DOI: 10.1007/s00268-020-05523-0
- Bykanov A., Pitskhelauri D., Grachev N. Endogenous and exogenous factors affecting the surgical technique (review). *Sovrem Tekhnologii Med* 2020;12(2):93–9. DOI: 10.17691/stm2020.12.2.12
- Jakubowicz D.M., Price E.M., Glassman H.J. et al. Effects of a twenty-four hour call period on resident performance during simulated endoscopic sinus surgery in an accreditation council for graduate medical education-compliant training program. *Laryngoscope* 2005;115(1):143–6. DOI: 10.1097/01.mlg.0000150689.77764.ad
- Aggarwal R., Mishra A., Crochet P. et al. Effect of caffeine and taurine on simulated laparoscopy performed following sleep deprivation. *Br J Surg* 2011;98(11):1666–72. DOI: 10.1002/bjs.7600
- Mürbe D., Hüttenbrink K.B., Zahnert T. et al. Tremor in otosurgery: influence of physical strain on hand steadiness. *Otol Neurotol* 2001;22(5):672–7. DOI: 10.1097/00129492-200109000-00019
- Hsu P.A., Cooley B.C. Effect of exercise on microsurgical hand tremor. *Microsurgery* 2003;23(4):323–7. DOI: 10.1002/micr.10156
- Arnold R.W., Springer D.T., Engel W.K., Helveston E.M. The effect of wrist rest, caffeine, and oral timolol on the hand steadiness of ophthalmologists. *Ann Ophthalmol* 1993;25(7):250–3.

11. Urso-Baiarda F., Shurey S., Grobbelaar A.O. Effect of caffeine on microsurgical technical performance. *Microsurgery* 2007;27(2): 84–7. DOI: 10.1002/micr.20311
12. Kocher H., Warwick J., Al-Ghnam R., Patel A. Surgical dexterity after a 'night out on the town'. *ANZ J Surg* 2006;76(3):110–2. DOI: 10.1111/j.1445-2197.2006.03664.x
13. Dorafshar A.H., O'Boyle D.J., McCloy R.F. Effects of a moderate dose of alcohol on simulated laparoscopic surgical performance. *Surg Endosc* 2002;16(12):1753–8. DOI: 10.1007/s00464-001-9052-3
14. Hardison S.A., Pyon G., Le A. et al. The effects of double gloving on microsurgical skills. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2017;157(3):419–23. DOI: 10.1177/0194599817704377
15. Bykanov A., Kiryushin M., Zagidullin T. et al. Effect of energy drinks on microsurgical hand tremor. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2021;9(4):e3544. DOI: 10.1097/gox.0000000000003544
16. Harwell R.C., Ferguson R.L. Physiologic tremor and microsurgery. *Microsurgery* 1983;4(3):187–92. DOI: 10.1002/micr.1920040310
17. Yadav Y.R., Parihar V., Rathe S. et al. Microneurosurgical skills training. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg* 2016;77(2):146–54. DOI: 10.1055/s-0034-1376190

Вклад авторов

А.Е. Быканов: разработка концепции и дизайна исследования, сбор, анализ и интерпретация данных, написание и редактирование текста статьи, подготовка рукописи;

Д.И. Пицхелаури: внесение критических правок, редактирование текста статьи;

М.А. Кирюшин: сбор и анализ данных;

О.А. Растворова: сбор и анализ данных, редактирование текста статьи;

Т.Р. Загидуллин: статистический анализ данных.

Authors' contribution

A.E. Bykanov: development of the research concept and design, data collection and analysis, data interpretation, article writing and editing, preparation of the manuscript;

D.I. Pitskhelauri: making critical edits and editing of the article;

M.A. Kirushin: data collection and analysis;

O.A. Rastvorova: data collection and analysis, editing of the article;

T.R. Zagidullin: statistical data analysis.

ORCID авторов / ORCID of authors

А.Е. Быканов / A.E. Bykanov: <https://orcid.org/0000-0002-0588-4779>

Д.И. Пицхелаури / D.I. Pitskhelauri: <https://orcid.org/0000-0003-0374-7970>

О.А. Растворова / O.A. Rastvorova: <https://orcid.org/0000-0003-2820-9124>

Т.Р. Загидуллин / T.R. Zagidullin: <https://orcid.org/0000-0002-5621-6834>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-75-10117.

Funding. The study was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation No. 22-75-10117.

Статья поступила: 14.11.2022. **Принята к публикации:** 24.10.2023.

Article submitted: 14.11.2022. **Accepted for publication:** 24.10.2023.