



## Влияние синдрома «Пизанской башни» на равновесие и походку при болезни Паркинсона: сравнительное исследование

id Назарова К.М.<sup>1,\*</sup>, id Налобина А.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**ВВЕДЕНИЕ.** Синдром «Пизанской башни» — это позная деформация, которая может привести к ухудшению контроля позы и равновесия у пациентов с болезнью Паркинсона (БП), что повышает риск травматизма и снижает качество жизни.

**ЦЕЛЬ.** Изучить влияние синдрома «Пизанской башни» на постуральный контроль, равновесие и походку пациентов с болезнью Паркинсона.

**ГИПОТЕЗА.** Предполагается, что пациенты с БП, имеющие синдром «Пизанской башни», будут иметь специфические особенности постурального контроля и равновесия, которые необходимо учитывать при разработке реабилитационных технологий для коррекции позных нарушений.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В рамках сравнительного исследования было обследовано 30 человек обоих полов, возрастной диапазон 45–80 лет, с 2–4-й стадией БП по классификации Хен и Яра (1967), все участники исследования получали препараты леводопы в индивидуальной дозировке, подобранной врачом неврологом-паркинсологом. Исследуемые были разделены на 2 группы по 15 человек в каждой по принципу наличия синдрома «Пизанской башни» и его отсутствия. Критерии включения в группы: добровольное информированное согласие лиц с БП на исследование; возраст от 45–80 лет, 2–4-я стадия болезни Паркинсона по Хен — Яру, отсутствие других заболеваний и грубых когнитивных нарушений. Критерии невключения в исследование: возраст моложе 45 и старше 80 лет, лица, страдающие психическими расстройствами, отказ подписать информированное согласие на участие в исследовании, все заболевания, в том числе инфекционные, в острой стадии, хронические заболевания в стадии обострения, другие неврологические заболевания. Диагностика проводилась с помощью системы стабилометрии COBS Physiomed и опросника EQ-5D-3L, дневников падений и динамического индекса походки (DGI). Достоверность различий определялась по *U*-критерию Манна — Уитни. Обработка данных была проведена с использованием программы Statistica 10.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** При статистическом анализе выявлены достоверные различия в параметре индекс координации теста «Баланс стоя» для правой ноги при уровне значимости  $p < 0,05$ . По шкале EQ-5D-3L выявлены достоверные различия между группами при уровне значимости  $p < 0,05$ , в группе людей с БП без синдрома «Пизанской башни» качество жизни достоверно выше, а количество падений достоверно выше в группе лиц, страдающих БП с синдромом «Пизанской башни», этот показатель превышает частоту падений среди лиц с БП без синдрома «Пизанской башни» почти в два раза, что учащает травматизацию людей и ведет к снижению качества жизни.

**ОБСУЖДЕНИЕ.** Ходьба со сменой направления и многозадачностью является наиболее значимой проблемой для лиц с БП с синдромом «Пизанской башни», различия между группами достоверны при уровне значимости  $p < 0,01$ .

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Пациенты с БП и синдромом «Пизанской башни» имеют измененную походку, связанную с наклоном тела вперед, нестабильностью и снижением контроля над равновесием.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** физическая реабилитация, болезнь Паркинсона, синдром «Пизанской башни», качество жизни, повседневная активность.

**Для цитирования / For citation:** Назарова К.М., Налобина А.Н. Влияние синдрома «Пизанской башни» на равновесие и походку при болезни Паркинсона: сравнительное исследование. Вестник восстановительной медицины. 2024; 23(3):8-13. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-3-8-13> [Nazarova K.M., Nalobina A.N. The Effect of the Pisa Syndrome on Balance and Gait in Parkinson's Disease: a Comparative Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(3):8-13. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-3-8-13> (In Russ.).]

\* Для корреспонденции: Назарова Кристина Михайловна, E-mail: [nkm19@yandex.ru](mailto:nkm19@yandex.ru), [nazarovakm@nmicrk.ru](mailto:nazarovakm@nmicrk.ru)

Статья получена: 06.03.2024  
Статья принята к печати: 14.05.2024  
Статья опубликована: 17.06.2024

# The Effect of the Pisa Syndrome on Balance and Gait in Parkinson's Disease: a Comparative Study

 Kristina M. Nazarova<sup>1,\*</sup>,  Anna N. Nalobina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Moscow city University, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Pisa syndrome is a postural deformity that can lead to impaired posture control and balance in patients with Parkinson's disease (PD), which increases the risk of injury and reduces the quality of life.

**AIM.** To study the effect of the Pisa syndrome on postural control, balance and gait of patients with Parkinson's disease.

**HYPOTHESIS.** It is assumed that patients with PD with the Pisa syndrome will have specific features of postural control and balance, which must be taken into account when developing rehabilitation technologies for correcting postural disorders.

**MATERIALS AND METHODS.** As part of the comparative study, 30 people of both sexes were examined, all study participants received levodopa drugs in an individual dosage selected by a neurologist-parkinsonologist. The subjects were divided into 2 groups of 15 people each according to the principle of the presence of the Pisa syndrome and its absence. Criteria for inclusion in the groups: voluntary informed consent of persons with PD for the study; age from 45–80 years, stage 2–4 of Hoehn-Yahr Parkinson's disease, absence of other diseases and gross cognitive impairment. The diagnosis was carried out using the COBS Physiomed stabilometry system and the EQ-5D-3L questionnaire, a diary of falls and a dynamic gait index (DGI). The reliability of the differences was determined by the Mann-Whitney *U*-test. Data processing was carried out using the Statistica 10 program.

**RESULTS.** Significant differences were revealed in the parameter of the coordination index of the Standing Balance test for the right leg and on the EQ-5D-3L scale at a significance level of  $p < 0.05$ , in the group of people with PD without the Pisa syndrome, the quality of life was significantly higher, the number of falls was significantly higher in the group of people suffering from PD with the Pisa syndrome towers.

**DISCUSSION.** Walking with a change of direction and multitasking is the most significant problem for people with PD with the Pisa syndrome, the differences between the groups are significant at a significance level of  $p < 0.01$ .

**CONCLUSION.** Patients with PD and Pisa syndrome have altered gait associated with body tilt forward, instability and decreased balance control.

**KEYWORDS:** physical rehabilitation, Parkinson's disease, Pisa syndrome, quality of life, daily activity.

**For citation:** Nazarova K.M., Nalobina A.N. The Effect of the Pisa Syndrome on Balance and Gait in Parkinson's Disease: a Comparative Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 23(3):8-13. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-3-8-13> (In Russ.).

\* **For correspondence:** Kristina M. Nazarova, E-mail: [nkm19@yandex.ru](mailto:nkm19@yandex.ru), [nazarovakm@nmicrk.ru](mailto:nazarovakm@nmicrk.ru)

**Received:** 06.03.2024

**Accepted:** 14.05.2024

**Published:** 17.06.2024

## ВВЕДЕНИЕ

Синдром «Пизанской башни» (тоническое латеральное сгибание туловища) — это деформация осанки, поражающая пациентов с болезнью Паркинсона (БП), распространенность составляет 1,9 % [1, 2]. Это относится к боковому сгибанию туловища более чем на 10°, которое устраняется пассивной мобилизацией или нахождением в положении лежа на спине [3, 4]. Патологические основы синдрома «Пизанской башни» при БП еще не полностью изучены. Как центральные, так и периферические механизмы могут влиять на эту деформацию [3, 5], при этом ключевую роль могут играть центральные механизмы, такие как дистония мышц туловища и нижних конечностей. Электромиографические исследования [2, 4, 6, 7] показали увеличенную активацию параспинальных мышц при наклоне туловища по сравнению со здоровыми контрольными испытуемыми. Периферические механизмы, включая миопатию и дегенеративные изменения в позвоночнике и мягких тканях, могут вызывать мышечный дисбаланс, слабость и компенсационную позу [2, 3].

Контроль позы и равновесия играет важную роль в поддержании подвижности и общего благополучия

человека [2, 8]. Постуральный контроль помогает сохранять стабильность тела относительно гравитации и окружающей среды. Контроль равновесия включает выполнение статических и динамических задач, необходимых для повседневных действий [4]. У пациентов с БП часто возникают проблемы с контролем позы и равновесия [5]. Исследования показывают, что синдром «Пизанской башни» может оказывать влияние на эти нарушения, однако точная природа этого воздействия требует дальнейшего изучения. Некоторые данные указывают на то, что искаженное выравнивание осанки не обязательно связано с неадекватными реакциями на позу или равновесие [6]. Исследования продемонстрировали, что пациенты с БП страдают от измененного чувства вертикали и что нарушение проприоцептивной системы и соматосенсорной интеграции может являться причиной частых падений и серьезной травматизации [5, 6]. Такое нарушение также может создавать неточное внутреннее представление о структуре тела [6], предрасполагая людей с БП к повышенному риску падения [5, 8]. Еще одним потенциальным осложнением, наблюдаемым особенно часто у пациентов с БП, имеющих синдром «Пизанской башни» на ранних

стадиях заболевания, является отсутствие осознания смещения туловища [4].

Насколько нам известно, на сегодняшний день ни в одном исследовании не изучались нарушения пострурального контроля, равновесия и походки у пациентов с БП и синдромом «Пизанской башни».

## ЦЕЛЬ

Изучить влияние синдрома «Пизанской башни» на поструральный контроль, равновесие и походку у пациентов с болезнью Паркинсона.

## ГИПОТЕЗА

Предполагается, что из-за нарушения осанки у пациентов с БП, имеющих синдром «Пизанской башни», будут выявлены специфические особенности пострурального контроля, равновесия и ходьбы по сравнению с пациентами с БП без синдрома «Пизанской башни», которые необходимо учитывать при разработке реабилитационных технологий, направленных на коррекцию поздних нарушений.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе лечебно-реабилитационного центра ФГБУ «Клиническая больница» Управления делами Президента РФ (г. Москва) с июля 2022 г. по август 2023 г. В рамках открытого проспективного контролируемого исследования было обследовано 30 человек обоих полов (в равных долях), возрастной диапазон 45–80 лет, с 2–4-й стадией БП по классификации Хен и Яра (1967), все участники исследования получали препараты леводопы в индивидуальной дозировке, подобранной врачом неврологом-паркинсологом. В анализируемой нами выборке средний возраст составлял  $64,2 \pm 5,1$  года, стадия по Хен — Яру в среднем составила  $2,6 \pm 0,5$ . Длительность заболевания составляла от 3 до 27 лет. Исследуемые были разделены на 2 группы по 15 человек в каждой по принципу наличия синдрома «Пизанской башни» и его отсутствия. Критерии включения в группы: добровольное информированное согласие лиц с БП на исследование; возраст от 45–80 лет, 2–4-я стадия болезни Паркинсона по Хен — Яру, отсутствие других неврологических, ортопедических и онкологических заболеваний, отсутствие грубых когнитивных нарушений. Критерии исключения: возраст моложе 45 и старше 75 лет; лица, страдающие психическими расстройствами; отказ подписать информированное согласие на участие в исследовании; все заболевания, в том числе инфекционные, в острой стадии, хронические заболевания в стадии обострения, другие неврологические заболевания.

### Критерии не включения

Наличие выраженных когнитивных нарушений, наличие выраженных аффективных нарушений, требующих медикаментозной коррекции, наличие патологий опорно-двигательного аппарата (остеопороз, заболевания позвоночника), возникновение острых заболеваний, препятствующих продолжению восстановительного лечения (острые пневмонии, тромбозы вен и артерий и др.), декомпенсация сопутствующих соматических заболеваний, необходимость коррекции противопар-

кинсонической терапии в связи с прогрессированием основных симптомов, отказ от участия в исследовании на любом из этапов.

### Комплекс обследования пациентов

Диагностика проводилась специалистом по физической реабилитации совместно с врачом неврологом-паркинсологом. В ходе исследования были получены данные о различных параметрах, таких как стадия по Хен — Яру, нагрузка и координация для каждой ноги, флуктуация и симметрия. Они были оценены при помощи системы стабилотрии COBS Physiomed. Кроме того, были исследованы показатели качества жизни через EQ-5D-3L, дневники падений и динамический индекс походки (DGI).

### Статистический анализ

Обработка данных проводилась с использованием программы Statistica 10 для Windows с использованием непараметрических методов. Достоверность различий была проверена при помощи *U*-критерия Манна — Уитни. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,01.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Во время исследования были измерены стабилотрические характеристики участников. В тесте «Баланс стоя» средняя нагрузка на левую ногу составила  $50,9 \pm 7,6$  %, на правую —  $50,7 \pm 6,1$  %. Индекс координации левой ноги был  $0,8 \pm 0,1$ , правой —  $0,8 \pm 0,2$ . Флуктуация составила  $14,5 \pm 6,2$  %, индекс симметрии —  $0,6 \pm 0,2$ . В тесте «Наклоны корпуса вперед» средняя нагрузка на левую ногу составила  $48,6 \pm 4,1$  %, на правую —  $51,1 \pm 4,1$  %. Индекс координации левой ноги —  $0,8 \pm 0,2$ , правой —  $0,7 \pm 0,1$ . Флуктуация составила  $4,1 \pm 2,9$  %, индекс симметрии —  $0,7 \pm 0,2$ . В тесте «Подъемы из положения сидя» средняя нагрузка на левую ногу составила  $52,9 \pm 3,5$  %, на правую —  $47,6 \pm 4,8$  %. Индекс координации левой ноги  $0,7 \pm 0,2$ , правой —  $0,7 \pm 0,1$ . Флуктуация составила  $7,3 \pm 4,5$  %, индекс симметрии —  $0,7 \pm 0,2$ . Все параметры, кроме индекса координации, были снижены у всех участников исследования. Значения индекса массы тела (ИМТ) участников обеих групп находились в пределах нормы:  $19,2 \pm 2,4$  балла в группе пациентов с БП с синдромом «Пизанской башни» и  $19,6 \pm 2,1$  балла в группе пациентов с БП без синдрома «Пизанской башни».

Данные, представленные в табл. 1, свидетельствуют о том, что у пациентов обеих групп наблюдались нарушения равновесия и частые падения, что существенно снижает качество жизни людей с БП.

В группе пациентов с БП и синдромом «Пизанской башни» наблюдались следующие особенности: в тесте «Баланс стоя» нагрузка на ноги была неодинаковой, флуктуация составила 16,1 %, индекс симметрии уменьшился на 40 %. В тесте «Наклоны корпуса вперед» центр тяжести смещался вправо, флуктуация составила 3,6 %, индекс симметрии снизился на 30 %. В тесте «Подъемы из положения сидя» наблюдалось увеличение нагрузки на левую ногу выше нормы, на правую — ниже нормы. Качество жизни по опроснику EQ-5D-3L было оценено в  $50,5 \pm 15,9$  балла, среднее количество падений в не-

Таблица 1. Параметры стабилотрии и качества жизни людей с болезнью Паркинсона

Table 1. Parameters of stabilometry and quality of life of people with Parkinson's disease

Параметры / Parameters	БП с синдромом «Пизанской башни» / PD with Pisa syndrome		БП без синдрома «Пизанской башни» / PD without Pisa syndrome	
	Левая нога / Left leg	Правая нога / Right leg	Левая нога / Left leg	Правая нога / Right leg
<b>Баланс стоя / Standing balance</b>				
Нагрузка, % / Load, %	44,9 ± 5,6	55,1 ± 5,6	50,6 ± 8,3	50,3 ± 8,2
Индекс координации, ед. / Coordination index, units	0,9 ± 0,1*	0,8 ± 0,1*	0,8 ± 0,1*	0,7 ± 0,1*
Флуктуация, % / Fluctuation, %	16,1 ± 6,9		16,1 ± 6,9	
Индекс симметрии, ед. / Symmetry index, units	0,6 ± 0,2		0,6 ± 0,2	
<b>Наклоны корпуса вперед / Body tilts forward</b>				
Нагрузка, % / Load, %	46,8 ± 3,5	53,2 ± 3,5	50,4 ± 2,5	50 ± 2,9
Индекс координации, ед. / Coordination index, units	0,7 ± 0,2	0,7 ± 0,2	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1
Флуктуация, % / Fluctuation, %	3,6 ± 1,4		3,7 ± 1,8	
Индекс симметрии, ед. / Symmetry index, units	0,7 ± 0,2		0,7 ± 0,2	
<b>Подъемы из положения сидя / Lifts from a sitting position</b>				
Нагрузка, % / Load, %	54,1 ± 2,9	45,9 ± 2,9	54,7 ± 4,6	45,3 ± 4,6
Индекс координации, ед. / Coordination index, units	0,6 ± 0,2	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,1
Флуктуация, % / Fluctuation, %	9,2 ± 4,6		6,6 ± 4,3	
Индекс симметрии, ед. / Symmetry index, units	0,6 ± 0,1		0,5 ± 0,1	
<b>Шкалы / Scales</b>				
EQ-5D-3L, баллы / points	50,5 ± 15,9*		54 ± 12*	
Дневник падений, количество падений в неделю / Diary of falls, the number of falls per week	11 ± 1*		6 ± 2*	
Динамический индекс походки (DGI), баллы / Dynamic gait Index (DGI), points	11,3 ± 3,1**		17,7 ± 3,6**	
Индекс массы тела (ИМТ), баллы / Body Mass Index (BMI), points	19,2 ± 2,4		19,6 ± 2,1	

**Примечание:** \* — межгрупповые статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ); \*\* — межгрупповые статистически значимые различия ( $p < 0,01$ ).

**Note:** \* — statistically significant differences between groups ( $p < 0.05$ ); \*\* — statistically significant differences between groups ( $p < 0.01$ ).

делю составило  $11 \pm 1$  раз. Средний балл динамического индекса походки (DGI) снизился на 58,1 %, достигнув значения  $11,3 \pm 3,1$  балла.

Среди пациентов с БП без синдрома «Пизанской башни» обнаружены следующие особенности. В положении стоя флуктуация составляет 16,1 %, индекс симметрии снижен на 40 %. При сгибании туловища распределение нагрузки между стопами симметрично, с флуктуацией 3,7 % и индексом симметрии, сниженным на 30 %. Во время подъемов из положения сидя наблюдается смещение центра тяжести, что отражается в увеличении нагрузки на левую ногу на 4,7% и уменьшении на правую ногу на 9,6 %, с флуктуацией 6,6 % и индексом симметрии, сниженным на 50 %. Качество жизни, оцененное по опроснику EQ-5D-3L, составляет  $54 \pm 12$  баллов. Среднее количество падений в неделю составило  $6 \pm 2$  раза, а средний балл динамического индекса походки (DGI) —  $17,7 \pm 3,6$  балла, о чем свидетельствуют ранее опубликованные исследования [9].

### ОБСУЖДЕНИЕ

В результате статистического анализа были обнаружены значимые различия в индексе координации теста «Баланс стоя» для правой ноги ( $p < 0,05$ ), который остался в норме для обеих групп. Качество жизни у пациентов с БП без синдрома «Пизанской башни» оказалось выше, а количество падений ниже. Однако в группе с синдромом «Пизанской башни» частота падений была выше, увеличивая риск травм и снижая качество жизни ( $p < 0,05$ ). Наиболее значимым фактором оказалась проблема ходьбы с изменением направления и выполнением нескольких задач у пациентов с обоими состояниями, при этом различия между группами были значимы ( $p < 0,01$ ). Полученные результаты подтверждают данные других исследований, которые также выявили снижение стабилметрических показателей у этой категории пациентов [10]. Не обнаружено значительной разницы в стабилметрических параметрах между группами пациентов с БП с синдромом «Пизанской башни» и без него [11]. Некоторые исследования [12] могут показывать различия в значениях индекса координации между группами

пациентов с БП с синдромом «Пизанской башни» и без него. В нашем исследовании не выявлено таких различий, это может быть вызвано различиями в методологии измерения и критериями включения пациентов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования было выявлено, что синдром «Пизанской башни» оказывает существенное влияние на постуральный контроль, равновесие и походку у лиц, страдающих БП. Наблюдаемые изменения в образе движения и позе пациентов подтверждают связь между симптомами болезни и описанным синдромом.

#### Основные выводы исследования:

1. Постуральный контроль: у пациентов с БП отмечается снижение постурального контроля, проявляющееся в произвольном наклоне тела (синдром «Пизанской башни»). Этот феномен значительно влияет на способность поддерживать вертикальное положение.

2. Равновесие: синдром «Пизанской башни» существенно сказывается на равновесии больных. Изменения в общем центре масс и центре тяжести приводят к нестабильности и повышенному риску потери равновесия.

3. Походка: характеристики походки подвергаются существенным изменениям под воздействием синдрома. Это проявляется в уменьшении длины шага, ухудшении координации движений и увеличении времени контакта стопы с поверхностью.

4. Практические рекомендации: полученные результаты могут быть использованы для разработки эффективных методов физической реабилитации, направленных на улучшение постурального контроля и равновесия у пациентов с БП.

Данное исследование подчеркивает важность дальнейших научных исследований в области влияния синдрома «Пизанской башни» на функциональные аспекты жизни пациентов с БП и открывает новые перспективы для разработки персонализированных подходов к реабилитации данной категории пациентов.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Назарова Кристина Михайловна**, специалист по эргореабилитации, ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России, аспирант кафедры адаптологии и спортивной подготовки, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет».

E-mail: [nkm19@yandex.ru](mailto:nkm19@yandex.ru), [nazarovakm@nmicrk.ru](mailto:nazarovakm@nmicrk.ru);

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2590-6755>

**Налобина Анна Николаевна**, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры адаптологии и спортивной подготовки, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6574-1609>

**Вклад авторов.** Авторы данного исследования подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен сле-

дующим образом: Назарова К.М. — научное обоснование, методология, верификация данных, проведение исследования, анализ данных, обеспечение материалов для исследования, написание черновика рукописи, визуализация; Налобина А.Н. — курация данных, проверка и редактирование рукописи, курирование проекта, руководство проектом.

**Источники финансирования.** Данное исследование не было поддержано никакими внешними источниками финансирования.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие других явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Этическое утверждение.** Авторы заявляют, что все процедуры, использованные в данной статье, соответствуют этическим стандартам учреждений, проводивших исследование, и соответствуют Хельсинкской декларации в редакции 2013 г.

**Доступ к данным.** Данные, подтверждающие выводы этого исследования, можно получить по обоснованному запросу у корреспондирующего автора.

**ADDITIONAL INFORMATION**

**Kristina M. Nazarova**, Occupational Therapist, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Postgraduate at the Department of Adaptology and Sports Training, Moscow City University.

E-mail: nkm19@yandex.ru, nazarovakm@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2590-6755>

**Anna N. Nalobina**, Ph.D. (Biol.), Docent, Professor at the Department of Adaptology and Sports Training, Moscow City University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6574-1609>

**Author Contributions.** All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors contributed significantly to the conception, study design and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Special contributions: Nazarova K.M. — scientific justification, methodology, data verification, research, data analysis, provision of materials for research, writing a draft manuscript, visualization; Nalobina A.N. — Data curation, manuscript review and editing, project curation, project management.

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

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

**Ethics Approval.** The authors declare that all procedures used in this article are in accordance with the ethical standards of the institutions that conducted the study and are consistent with the 2013 Declaration of Helsinki.

**Data Access Statement.** The data that support the findings of this study are available on reasonable request from the corresponding author.

**Список литературы / References**

- Исмаилова С.Б., Ондар В.С., Прокопенко С.В. Реабилитация при болезни Паркинсона-немедикаментозные подходы. Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2020; 2(1): 57–65. <https://doi.org/10.36425/rehab19282> [Ismailova S.B., Ondar V.S., Prokopenko S.V. Rehabilitation for Parkinson's disease-non-drug approaches. Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation. 2020; 2(1): 57–65. <https://doi.org/10.36425/rehab19282> (In Russ..)]
- Panero E., Dimanico U., Artusi C.A., et al. Standardized biomechanical investigation of posture and gait in pisa syndrome disease. *Symmetry*. 2021; 13(12): 22–37. <https://doi.org/10.3390/sym13122237>
- Прокопенко С.В., Можейко Е.Ю., Аброськина М.В. и др. Персонализированная реабилитационная оценка локомоторных функций при болезни Паркинсона с использованием трехмерного видеоанализа движений. Российский неврологический журнал. 2021; 26(1): 23–33. <https://doi.org/10.30629/2658-7947-2021-26-1-23-33> [Prokopenko S.V., Mozheyko E.Yu., Abroskin M.V., et al. Personalized rehabilitation assessment of locomotor functions in Parkinson's disease using three-dimensional video analysis of movements. *Russian Neurological Journal*. 2021; 26(1): 23–33. <https://doi.org/10.30629/2658-7947-2021-26-1-23-33> (In Russ..)]
- Gimenez F.V., Ripka W.L., Maldaner M., et al. Stabilometric Analysis of Parkinson's Disease Patients. In 2021 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society. 2021; 1341–1344. <https://doi.org/10.1109/EMBC46164.2021.9629598>
- Geroïn C., Artusi C. A., Nonnekes J., et al. Axial postural abnormalities in parkinsonism: gaps in predictors, pathophysiology, and management. *Movement Disorders*. 2023; <https://doi.org/10.1002/mds.29377>
- Panero E., Borzelli D., Artusi C.A., et al. Biomechanical assessment of botulinum toxin effects in Pisa syndrome disease. In 2022 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications. 2022; 1–6. <https://doi.org/10.1109/MeMeA54994.2022.9856455>
- Tinazzi M., Fasano A., Geroïn C., et al. Pisa syndrome in Parkinson disease: an observational multicenter Italian study. *Neurology*. 2015; 85(20): 1769–1779. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000002122>
- Назарова К.М., Налобина А.Н. Возможности эрготерапии для улучшения качества жизни при болезни Паркинсона. Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Естественные науки. 2023; 49(1): 88–96. <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2023.49.1.7> [Nazarova K.M., Nalobina A.N. Possibilities of occupational therapy to improve the quality of life in Parkinson's disease. *Bulletin of the Moscow City Pedagogical University. Series: Natural Sciences*. 2023; 49(1): 88–96. <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2023.49.1.7> (In Russ..)]
- Назарова К.М., Налобина А.Н. Влияние камптокормии на постуральный контроль, равновесие и походку лиц с болезнью Паркинсона. Современные вопросы биомедицины. 2024; 8(1): 225–230. <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2023.49.1.7> [Nazarova K.M., Nalobina A.N. The effect of camptocormia on postural control, balance and gait of persons with Parkinson's disease. *Modern issues of biomedicine*. 2024; 8(1): 225–230. <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2023.49.1.7> (In Russ..)]
- Gimenez F.V., Ripka W.L., Maldaner M., Stadnik A.M.W. Stabilometric Analysis of Parkinson's Disease Patients. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2021; 1341–1344. <https://doi.org/10.1109/EMBC46164.2021.9629598>
- López-Liria R., Vega-Tirado S., Valverde-Martínez M.Á., et al. Efficacy of Specific Trunk Exercises in the Balance Dysfunction of Patients with Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sensors*. 2023; 23(4): 1817. <https://doi.org/10.3390/s23041817>
- Чигалейчик Л.А., Полещук В.В., Иллариошкин С.Н. Применение компьютерной стабилометрии для оценки и дифференциальной диагностики постуральных нарушений при болезни Паркинсона. Вестник Российской военно-медицинской академии. 2019; 38(3): 167–168. <https://doi.org/10.17816/rmmar26172> [Chigaleychik L.A., Poleshchuk V.V., Illarioshkin S.N. Primenenie komp'yuternoy stabilometrii dlya otsenki i differentsial'noy diagnostiki postural'nykh narusheniy pri bolezni Parkinsona. *Russian Military Medical Academy Reports*. 2019; 38(Suppl. 3): 167–168. <https://doi.org/10.17816/rmmar26172> (In Russ..)]