



# Аэробная физическая нагрузка в реабилитации пациентов с болезнью Паркинсона

О.В. Гусева

Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Россия

## Аннотация

Болезнь Паркинсона (БП) является заболеванием с самым высоким приростом инвалидности среди нейродегенеративной патологии. Рекомендован мультидисциплинарный подход к реабилитации пациентов с БП, включающий различные типы физических тренировок. Аэробная тренировка на выносливость, вследствие общеукрепляющего действия, необходима для поддержания здоровья всем людям. Аэробную нагрузку при БП применяют также для реабилитации моторных и немоторных симптомов. В статье обоснован выбор интенсивности аэробной нагрузки, показаны трудности в подборе интенсивности при определении максимального потребления кислорода из-за влияния клинических и поведенческих факторов пациентов, сложности оценки эффективности терапии вследствие широкого диапазона представленных в исследованиях показателей интенсивности и объёма нагрузки. В статье обобщены типы спортивно-прикладных упражнений на выносливость, встречающихся при реабилитации пациентов с БП (ходьба, скандинавская ходьба, тренировки на велоэргометре и тредмиле, упражнения в воде), и их преимущества при разном течении болезни. Например, для пациента с застыванием аппаратурой выбора для аэробной стационарной тренировки является велоэргометр, а тренировки на улице предпочтительны в виде скандинавской ходьбы. Автором показано значение аэробной нагрузки для терапии немоторных симптомов: депрессии, когнитивных изменений и нарушения сна. Открытым остаётся вопрос о применении аэробной нагрузки у пациентов с БП 4–5-й стадии по Hoehn–Yahr. Требуются дальнейшие исследования по протоколу нагрузки, оценке эффективности реабилитации и применению нагрузки на развёрнутой стадии БП.

**Ключевые слова:** болезнь Паркинсона; аэробные упражнения; интенсивность; эффективность; общеукрепляющий эффект; моторные и немоторные симптомы

**Источник финансирования.** Автор заявляет об отсутствии внешних источников финансирования при проведении исследования.

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

**Адрес для корреспонденции:** 634050, Россия, Томск, ул. Московский тракт, д. 2, Сибирский государственный медицинский университет. E-mail: gusovl@gmail.com. Гусева О.В.

**Для цитирования:** Гусева О.В. Аэробная физическая нагрузка в реабилитации пациентов с болезнью Паркинсона. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии.* 2024;18(4):76–82.

DOI: <https://doi.org/10.17816/ACEN.1074>

Поступила 19.12.2023 / Принята в печать 03.04.2024 / Опубликовано 25.12.2024

## Aerobic Exercise in Rehabilitation of Patients with Parkinson's Disease

Olga V. Guseva

Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

## Abstract

Disability due to Parkinson's disease (PD) is increasing faster than for any other neurodegenerative disorder. A multidisciplinary approach to rehabilitation of patients with PD is recommended including various types of physical training. Because of its general beneficial effect, aerobic endurance training is necessary for all people to maintain their health. Aerobic exercise in PD is also used for rehabilitation of motor and non-motor symptoms. This article justifies the choice of aerobic exercise intensity, shows challenges in selecting intensity based on maximum oxygen consumption due to the influence of clinical and behavioral factors, difficulties in assessing the effectiveness of therapy due to the wide range of training intensity and amount in the studies. The article summarizes types of exercises used in rehabilitation of patients with PD (walking, Nordic walking, training with a bicycle ergometer and treadmill, aquatic exercises) and their benefits for patients with different courses of the disease. For patients with freezing of gait, bicycle ergometer is a piece of equipment of choice for aerobic stationary training, and Nordic walking is a preferred type of outdoor training. The author shows the role of aerobic training in the treatment of non-motor symptoms such as depression, cognitive changes, and sleep disorders. A question about the use of aerobic training in patients with Hoehn–Yahr grade 4–5 of PD remains open. Further studies are needed to evaluate training protocols, assess rehabilitation effectiveness and evaluate physical training in the advanced PD.

**Keywords:** Parkinson's disease; aerobic exercise; intensity; effectiveness; general beneficial effect; motor and non-motor symptoms

**Conflict of interest.** The author claims that there are no external sources of funding for the research.

**Source of funding.** The author declares that there are no obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**For correspondence:** 2 Moscow tract, Tomsk, 634050, Russia. Siberian State Medical University. E-mail: gusolvl@gmail.com. Guseva O.V.

**For citation:** Guseva O.V. Aerobic exercise in rehabilitation of patients with Parkinson's disease. *Annals of Clinical and Experimental Neurology*. 2024;18(4):76–82.

DOI: <https://doi.org/10.17816/ACEN.1074>

Received 19.12.2023 / Accepted 03.04.2024 / Published 25.12.2024

## Введение

Болезнь Паркинсона (БП) – хроническое нейродегенеративное заболевание, в основе патогенеза которого – прогрессирующая дегенерация допаминпродуцирующих клеток чёрной субстанции головного мозга. Причина патологических изменений на уровне клеток состоит в избыточном накоплении белка  $\alpha$ -синуклеина с образованием телец Леви [1, 2]. Семейные формы БП составляют 5–15% случаев, но генетические исследования в этих семьях помогли понять патогенез заболевания [3–5].

Клинически БП проявляется моторными симптомами: тремором, ригидностью, замедленностью движений, постуральной неустойчивостью. Возникшие моторные нарушения заставляют пациента обратиться к врачу. Двигательные нарушения в виде дистоний и дискинезий приводят дополнительно к нарушению речи и моторики. На развёрнутой стадии БП появляется тяжёлое нарушение движения – застывание [6]. Кроме моторных симптомов, у больного диагностируют немоторные нарушения, которые могут беспокоить пациента задолго до появления моторной патологии. К ним относятся депрессия, ортостатическая гипотензия, задержка стула, нарушение мочеиспускания, похудение, усталость, нарушения сна, обоняния и вкуса, делирий, галлюцинации, боли и др. [6–8]. Частота заболевания увеличивается с возрастом. Заболевание встречается с частотой 1,6–1,8% в популяции лиц 65 лет и старше. Средний возраст начала болезни – 61 год. Тем не менее 13% случаев диагностируется в возрасте до 50 лет [1, 9]. Во всех странах БП по темпам прироста инвалидности опережает все другие нейродегенеративные патологии<sup>1</sup>.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) в 2022 г. опубликовала техническое задание по БП с обоснованием актуальности проблемы прироста заболеваемости, инвалидности и необходимыми решениями<sup>2</sup>. Техническое

<sup>1</sup> The American Parkinson Disease Association. Common Symptoms of Parkinson's Disease [updated 2023 Apr 15].

URL: <https://www.apdaparkinson.org/what-is-parkinsons/symptoms/#nonmotor> (дата обращения: 19.11.2023).

<sup>2</sup> WHO. Launch of WHO's Parkinson disease technical brief. 2022 June 14 [updated 2023 May 2].

URL: <https://www.who.int/news/item/14-06-2022-launch-of-who-s-parkinson-disease-technical-brief> (дата обращения: 19.11.2023).

задание включает соблюдение прав пациента на своевременную диагностику, лечение и комплексный подход к терапии симптомов. Терапия болезни рассматривается в мультидисциплинарном аспекте. Важной частью лечения является физическая реабилитация. Для реабилитации используют различные методики: тренировки выносливости, силы, баланса, гибкости, внешнюю сигнальную стимуляцию, двойные задания и др. Преимущество какого-либо метода перед другими не доказано. Физическая активность, кроме того, рассматривается как превентивный фактор БП, снижающий риск её появления, наряду с такими факторами, как потребление табака, кофе и приём блокаторов кальциевых каналов [1, 10].

**Цель обзора** – оценить влияние аэробной нагрузки и разнообразных физических упражнений аэробного характера на состояние здоровья пациента с БП.

## Методология

Поиск по названиям и аннотациям статей велся в двух открытых базах данных: PubMed и eLIBRARY.RU и включал опубликованные до 07.06.2023 доступные бесплатные полнотекстовые статьи на английском и русском языках без ограничения по дате публикации. Стратегия поиска источников литературы представлена в таблице.

В результате поиска в базе данных eLIBRARY.RU статей по данным запросам не найдено, в базе данных PubMed с учётом анализа ссылок на литературу отобрано 115 статей с последующим исключением нерелевантных.

## Аэробная физическая нагрузка

В рекомендациях ВОЗ 2020 г. для пациентов с нейродегенеративными заболеваниями, включая БП, определён полезный минимум физической активности [11]. Лицам с БП, как и всем другим больным и здоровым людям, необходима регулярная физическая активность аэробного характера средней интенсивности в объёме 150–300 мин в неделю или высокой интенсивности – 75–150 мин в неделю. Для получения дополнительной выгоды для здоровья аэробную нагрузку средней интенсивности заменяют более 300 мин в неделю или повышают объём нагрузки высокой интенсивности более 150 мин в неделю. Данный объём физической нагрузки необходим для укре-

## Характеристики поиска источников литературы

## Characteristics of a literature search

<b>Ключевое слово</b> Keyword	<b>Болезнь Паркинсона AND аэробная нагрузка OR аэробные упражнения OR выносливость</b> Parkinson's disease AND aerobic load OR aerobic exercises OR endurance
База данных   Databasa	PubMed, eLIBRARY.RU
Язык   Language	Английский, русский   English, Russian
Тип документа   Document type	Рецензируемые оригинальные и теоретические статьи   Peer-reviewed empirical and theoretical papers
Критерии включения Inclusion criteria	Популяция: пациенты с БП; тип вмешательства: аэробная физическая нагрузка; сравнение обязательно для оригинальной статьи Population: patients with Parkinson's disease; Intervention: aerobic physical activity; Comparison is necessary for empirical papers
Критерии исключения Exclusion criteria	Диссертации, материалы конференций, статьи на других языках Thesis papers, conference materials, articles in other languages

пления сердечно-лёгочной системы, костно-мышечных тканей, снижения риска неинфекционных заболеваний и депрессии [11]. С этой позиции аэробная тренировка при БП рассматривается как общеукрепляющая физическая нагрузка. Необходимую интенсивность аэробной нагрузки чаще всего определяют по частоте сердечных сокращений (ЧСС): 60–75% от максимальной ЧСС – нагрузка средней (умеренной) интенсивности, 75–90% – высокой интенсивности. В ряде исследований интенсивность определяли, рассчитывая необходимый процент от максимальной ЧСС [12, 13]. В других работах использовали показатель сердечного резерва или определяли максимальное потребление кислорода ( $Vo_2max$ ) [14]. В некоторых исследованиях во время курса тренировок интенсивность менялась от средней до высокой, что затрудняет оценку эффективности терапии [14].

Измерение потребления кислорода в процессе физической нагрузки является золотым стандартом в определении интенсивности нагрузки на выносливость. Во время выполнения физических упражнений на тредмиле или велоэргометре потребление кислорода линейно связано с мощностью нагрузки вплоть до достижения  $Vo_2max$ . Дальнейшее увеличение мощности поддерживается короткое время за счёт анаэробного метаболизма ценой накопления лактата. Однако линейная зависимость условна, поскольку определено влияние пола, роста и возраста человека на  $Vo_2max$ . Существуют определённые поправки на эти показатели [15]. Влияние часто встречающихся внешних факторов, таких как нетренированность и недостаточная мышечная масса, очевидно, но учесть это, введя определённую поправку в формулу, невозможно.

Принимая во внимание то, что пациенты с БП страдают двигательными нарушениями, часто не имеют тренировочных навыков и ведут, как и большинство людей современного мира, сидячий образ жизни, определение  $Vo_2max$  для расчёта интенсивности аэробной активности у этой категории лиц проблематично. Вероятно, золотой критерий диагностики необходимой интенсивности аэробной нагрузки применим в основном для спортивной подготовки. Польза аэробных упражнений проявляется, прежде всего, в кардиоваскулярном фитнесе, как для первичной, так и для вторичной профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Чем больше времени человек занимается упражнениями аэробного характера средней и высокой интенсивности, тем лучше кардиоваскулярный прогноз [16]. Интерпретация результатов и оценка эффективности терапии аэробной нагрузкой при БП неоднозначны, т. к. научные исследования проведены для разного объёма нагрузки: продолжительности курса и частоты занятий в неделю, широкого диапазона интенсивности тренировки (60–80% от максимальной ЧСС, 50–80% резерва сердца либо 60–80%  $Vo_2max$ ). Чрезмерно высокоинтенсивная нагрузка, мощностью более 11 МЕТ (1200 кгм/мин, или 200 Вт<sup>3</sup>), не рекомендуется для всех людей, которые используют эту нагрузку исключительно для поддержания здоровья и профилактики.

Общеукрепляющее действие аэробной тренировки проявляется во влиянии на метаболизм. Аэробные упражнения снижают постпрандиальный липогенез, мышечную инсулинорезистентность, повышенное артериальное давление, положительно воздействуют на метаболический синдром [17]. Влияние аэробной нагрузки на метаболизм важно для пациентов с БП, т. к. коморбидность с артериальной гипертензией и метаболическим синдромом приводит к быстрому прогрессированию БП [17]. Регулярные аэробные физические упражнения воздействуют положительно на кальциевый обмен, повышают минеральную плотность костной ткани. Распространённость остеопороза в популяции пациентов с БП большая. Патогенез остеопороза связан с ингибированием дифференциации остеокластов, снижением минерализующей способности остеобластов высокими дозами леводопы, снижением мышечной массы за счёт возрастной саркопении и недостаточной физической активности из-за гипокинезии и гиподинамии, а также с низкой концентрацией витамина D в организме из-за дисфункции кишечника, снижением обоняния, вкусовой чувствительности и аппетита [18].

Аэробные упражнения на выносливость при БП применяются на уровне средней и высокой интенсивности. Согласно заключению Американской ассоциации физических терапевтов 2022 г., данная интенсивность имеет высокие силу и качество доказательства для аэробной тренировки пациентов с БП [19]. Кроме общего воздействия

<sup>3</sup> 1 Ватт эквивалентен 6,1 килограмметра за минуту (кгм/мин), 1 кгм = 1 Дж.

на организм, тренировка этой интенсивности имеет специальный эффект. Физическая активность аэробного характера улучшает симптоматику болезни у пациентов с БП. При такой нагрузке у больных, кроме повышения  $Vo_{2max}$ , улучшаются моторика, функциональные показатели и качество жизни [20]. В настоящее время проводятся исследования по влиянию физической активности на моторные и немоторные симптомы БП и выяснению возможных механизмов этого влияния. Результаты исследований свидетельствуют об улучшении моторной симптоматики, мобильности, снижении частоты застываний, улучшении ходьбы вперед и назад и позитивном влиянии на когнитивную функцию [19–21].

Проведено исследование у пациентов с БП с оценкой эффективности аэробной нагрузки, выполненной на велоэргометре с возрастанием в течение курса интенсивности нагрузки от средней до высокой [21]. Интенсивность оценивали по сердечному резерву. Группа сравнения, включающая пациентов с БП, занималась упражнениями на стрейчинг. Авторы определяли влияние физической нагрузки на головной мозг по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ). В ходе исследования в основной группе определено снижение скорости атрофии головного мозга и улучшение когнитивной функции. Таким образом, аэробная нагрузка поддерживает стимуляцию функциональной и структурной нейропластичности. Результаты МРТ, клинического и психологического тестирования свидетельствуют о замедлении прогрессирования БП.

Подобный вывод сделан и в лабораторных исследованиях. Экспериментальное исследование паркинсонизма, индуцированного нейротоксинами, на животных свидетельствует о специальном, целенаправленном действии аэробных упражнений на головной мозг [22]. Физические упражнения увеличивают высвобождение дофамина, влияют на синаптогенез, увеличивают регионарное мозговое кровообращение, повышают эндогенные уровни нейротрофических субстанций головного мозга (мозгового и глиального нейротрофических факторов), которые, возможно, уменьшают потерю дофамина стриатума [21, 23, 24]. Опубликованы исследования постоянной среднеинтенсивной аэробной нагрузки, свидетельствующие об усилении после курса терапии дофаминергической стимуляции [25].

Результаты эпидемиологических и экспериментальных исследований на основе иммунных маркеров дают основание предполагать, что аэробные упражнения снижают скорость развития заболевания. Однако пока нет достоверных иммунных биохимических маркеров прогрессирования БП, поэтому отсутствуют доказательства модифицирующих эффектов аэробных упражнений на головной мозг пациентов с БП. Возможные модифицирующие эффекты остаются невероятно сложными, но в будущих исследованиях по аэробной активности планируются их расшифровка и рассмотрение применения аэробной физической нагрузки в виде заместительной терапии в период «вымывания» специфической дофаминергической терапии или отсроченного её начала [26].

## Упражнения для реабилитации моторных функций

Для выполнения необходимого объёма физической нагрузки используются спортивно-прикладные упражнения. Обычно применяют ходьбу с достижением необходимой интенсивности нагрузки. Интенсивность физической нагрузки при ходьбе в исследованиях измеряют по  $Vo_{2max}$  или по ЧСС.

В практике ходьбы в целях реабилитации используют дополнительное оборудование – тредмил, а также модифицированный тредмил с ненагруженной нижней частью тела [26]. Кроме улучшения аэробных способностей, тренировка на тредмиле улучшает баланс и силу [26, 27]. Модификация тредмила с ненагруженной нижней частью тела применяется у пациентов с выраженным болевым синдромом, являющимся одним из немоторных симптомов болезни, и при изменениях психики, например, при избыточном страхе пациента. Данное оборудование используют на развёрнутой стадии БП и при наличии ортостатической гипотензии [10, 28].

Для пациентов с БП нарушение ходьбы имеет дофаминергические источники, не связанные с допамином источники и источники, связанные непосредственно с ходьбой [29]. К последнему виду нарушений относят застывание – инвалидизирующее явление, состояние кратковременного, эпизодического отсутствия или заметного уменьшения поступательного движения ног, несмотря на намерение идти. Для пациента с застыванием аппаратурой выбора для аэробной стационарной тренировки является велоэргометр [30]. Кроме того, в целом пациенты с БП, несмотря на постуральную нестабильность, демонстрируют устойчивость при езде на велосипеде и во время тренировки на велоэргометре [29, 30].

На ранней стадии заболевания аэробную нагрузку назначают независимо от времени приёма медикаментозной терапии. При прогрессировании патологии, на фоне многолетнего применения леводопы выполнить задание становится невозможно, и тренировки проводятся в состоянии «включения» [21]. При сравнении эффекта тренировок высокой интенсивности на тредмиле и велоэргометре в общей популяции пациентов с БП достоверных различий по улучшению аэробных способностей на разной аппаратуре не найдено [10].

Сравнение физических упражнений, проводимых в течение года и направленных на развитие различных физических качеств, показало преимущество аэробной нагрузки на тредмиле по сравнению с танцевальной терапией (танго) и стрейчингом в отношении моторных симптомов и скорости ходьбы больного вперед и назад с сохранением результатов через 3 мес после терапии. Стрейчинг-терапия оказалась менее эффективной, хотя улучшала моторную функцию и скорость движения назад. Динамика состояния по всем показателям после занятий танго не получено [27]. В другом исследовании сравнивали эффективность общего и специального действия аэробной нагрузки на тредмиле, силовой резистивной нагрузки и стрейчинга. Только стрейчинг и силовая нагрузка увеличивали мышечную силу. Аэробные возможности,

оцениваемые по  $V_{O_2\max}$ , увеличились только после курса тренировок на тредмиле, тест 6-минутной ходьбы улучшился после низко- и высокоинтенсивных тренировок на тредмиле, стрейчинга и силовых тренировок [31].

Самым частым видом аэробной нагрузки является ходьба. Тренировка ходьбы при БП обладает общеукрепляющим и специальным действием. Ходьба рассматривается как самостоятельный метод реабилитации, поскольку снижает тяжесть моторных симптомов у больного, улучшая длину шага, скорость ходьбы, мобильность и баланс. Вариантом ходьбы при БП является модифицированная скандинавская (нордическая) ходьба [32]. Мощность нагрузки при скандинавской ходьбе составляет 6,6–7,7 МЕТ (700 кгм/мин, или 110 Вт) по сравнению с 3,3–5,0 МЕТ (450 кгм/мин, или 75 Вт) при простой ходьбе. В сравнительном исследовании, включающем тренировки по стрейчингу, скандинавской и простой ходьбе, показан лучший результат при реабилитации при скандинавской ходьбе в виде улучшения моторных характеристик: длины шага, скорости, вариабельности ходьбы и поструральной устойчивости [33]. В другом исследовании сравнивали тренировки по скандинавской ходьбе здоровых людей и пациентов с БП. Вариабельность ходьбы оценивали с помощью носимого устройства на основе акселерометра, помещаемого на лодыжку более затронутой патологией нижней конечности пациента спустя 60–120 мин после приёма допаминергического препарата и на лодыжку неведущей ноги у здорового человека контрольной группы. Оказалось, что на фоне курса тренировок улучшались пространственно-временные характеристики ходьбы. Длина шага и ритмичность стали практически одинаковыми в основной и контрольной группах [34].

Застывание приводит к нарушению подвижности, значительно увеличивает риск падения и мешает повседневной деятельности, снижая качество жизни. Встречается чаще при инициации шага и повороте [35, 36]. В физической реабилитации БП используют специфическую только для данной патологии реабилитацию: внешнюю сигнальную стимуляцию (звуковую, световую, тактильную) [19]. При скандинавской ходьбе удары палок по поверхности грунта или полового покрытия действуют как элемент стимуляции, что приводит к суммирующему аэробную нагрузку эффекту [36]. Применение палок для скандинавской ходьбы приводит в движение мускулатуру верхней половины тела, что облегчает инициацию шага за счёт лучшей координации.

Другим вариантом аэробной нагрузки при БП является аквааэробика – выполнение упражнений в воде. М. Avenali и соавт. сравнивали эффективность у пациентов с БП аквааэробики, скандинавской ходьбы и танцевальной терапии (самба) [36]. После курса занятий аквааэробикой улучшались функция ходьбы в тесте 6-минутной ходьбы, качество жизни, но отсутствовало влияние на моторную функцию по Унифицированной шкале оценки болезни Паркинсона Международного общества расстройств движения (MDS UPDRS), часть III. Занятия в бассейне были эффективны у самых тяжёлых пациентов на развёрнутой стадии болезни, хотя при наличии

застывания лучшие результаты показаны при терапии танцем и скандинавской ходьбой.

## Реабилитация немоторных функций

Кроме моторных симптомов, пациентов беспокоят и оказывают негативное влияние на качество их жизни немоторные симптомы БП. К сожалению, не все исследователи при проведении аэробных тренировок оценивали этот важный сегмент состояния здоровья больного. Наиболее часто рассматривалось влияние аэробных тренировок на качество сна, когнитивный уровень и депрессию [37–39]. Кроме того, немоторные симптомы не планировались в исследованиях как первичная конечная точка [26]. Поэтому пациенты изначально не включались в наблюдение на основе тяжести немоторных симптомов. Соответственно проблематична правильность сравнения результатов реабилитации немоторных симптомов лиц основной и контрольной групп. Возможно, курс реабилитации моторных функций явился недостаточным по продолжительности для восстановления некоторых немоторных симптомов, и результаты исследования имели ошибочное заключение об отсутствии воздействия физической терапии на немоторный симптом.

Депрессия – очень часто встречающийся симптом на различных стадиях БП. Частота встречаемости – 2–90% [40]. Пациенты с БП и депрессией имеют худшие показатели качества жизни. Тем не менее больные обычно не обследуются врачом на наличие депрессии и не получают лечения [41]. Анализ лечения депрессии при БП за последние 10 лет выявил, что физкультура является самым востребованным методом терапии [42]. Результаты исследований по применению аэробных упражнений при БП с депрессией разные: часть исследований показала положительный эффект аэробных упражнений, часть – эффекта не обнаружила [14, 24, 42, 43].

Когнитивные нарушения при БП гетерогенны по тяжести, скорости прогрессирования. Симптом варьирует от когнитивного дефицита и мягких когнитивных нарушений до деменции. Исследователи показали улучшение внимания, памяти, осознанных действий, скорости обработки информации у здоровых взрослых людей после 4 мес аэробных тренировок с интенсивностью  $V_{O_2\max} = 70\%$  [44]. У пациентов с БП и лёгкими когнитивными расстройствами только спустя 2 года терапии аэробной нагрузкой улучшились память и осознанные действия [45]. Другие исследователи не нашли пользы от аэробных упражнений для коррекции когнитивных симптомов при БП [14, 46, 47].

Нарушения сна – часто встречающийся симптом при БП. От этого немоторного симптома страдают 40–80% пациентов. У лиц с БП нарушение сна имеет сложную природу [48–50]. Ранние симптомы пациентов – прерывистый сон и затруднение засыпания – часто встречаются и в обычной популяции пожилых людей. Эти нарушения возможны из-за процессов нормального старения. Для БП характерны более выраженная фрагментация сна и дневная сонливость. При БП фармакологическое лечение инсомнии

имеет ограниченные возможности. Применение транскраниальной магнитной стимуляции неэффективно [26]. Физические упражнения положительно воздействуют на сон, но возникают затруднения в оценке эффективности терапии аэробной нагрузкой [14, 51]. Дело в том, что при лечении нарушений сна обычно выбирают смешанные программы физической реабилитации. Поэтому если наблюдается положительный эффект, то он возможен за счёт улучшения других тренировочных качеств, а не выносливости [51].

Актуальным является выбор времени начала физической терапии. Пациент, впервые пришедший к врачу, часто имеет уже 2–3-ю степень тяжести БП по Hoehn–Yahr и опаздывает в этом случае с началом физической терапии. Физкультура как метод лечения на ранних стадиях заболевания (1–2-я степень тяжести по Hoehn–Yahr) оказывает выраженное протективное действие со значительным замедлением скорости нейродегенеративного процесса [1]. Вариантом выбора для всех пациентов являются индивидуально подобранные аэробные упражнения. Прогностическая модель для подбора аэробной нагрузки включает

фенотип пациента и параметры физической нагрузки. Недостатком всех исследований по физической нагрузке любого типа было невключение пациентов 4–5-й стадии по Hoehn–Yahr [19].

## Заключение

Аэробная тренировка для пациентов с БП рекомендуется как общеукрепляющая нагрузка, применяется наряду с другими типами физических упражнений для реабилитации моторных и немоторных симптомов. Требуются дальнейшие исследования по протоколу и оценке реабилитации. Открытым остается вопрос о физической терапии для пациентов с БП 4–5-й стадии по Hoehn–Yahr; однако выполнение аэробной нагрузки доказанной необходимой интенсивности для этой категории пациентов, скорее всего, невозможно. Неясным остаётся вопрос объёма аэробной нагрузки для достижения модифицирующего действия на моторные симптомы. Непонятно, есть ли преимущество у высокоинтенсивной аэробной нагрузки по сравнению с нагрузкой средней интенсивности, недостаточно исследований по терапии немоторных симптомов [20].

## Список источников / References

- Ellis T.D., Colón-Semenza C., DeAngelis T.R. Evidence for early and regular physical therapy and exercise in Parkinson's disease. *Semin. Neurol.* 2021;4(2):189–205. DOI: 10.1055/s-0041-1725133
- Braak H., Ghebremedhin E., Rüb U. et al. Stages in the development of Parkinson's disease-related pathology. *Cell Tissue Res.* 2004;318(1):121–134. DOI: 10.1007/s00441-004-0956-9
- Zia A., Poubagher-Shahri A.M., Farkhondeh T., Samarghandian S. Molecular and cellular pathways contributing to brain aging. *Behav. Brain Funct.* 2021;17(1):6. DOI: 10.1186/s12993-021-00179-9
- Sliter D.A., Martinez J., Hao L. et al. Parkin and PINK1 mitigate STING-induced inflammation. *Nature.* 2018;561(7722):258–262. DOI: 10.1038/s41586-018-0448-9
- Borsche M., König I.R., Delcambre S. Mitochondrial damage-associated inflammation highlights biomarkers in PRKN/PINK1 parkinsonism. *Brain.* 2020;143(10):3041–3051. DOI: 10.1093/brain/awaa246
- Balestrino R., Schapira A.H.V. Parkinson disease. *Eur. J. Neurol.* 2020;27(1):27–42. DOI: 10.1111/ene.14108
- Chen J., Liu J. Management of nonmotor symptoms in Parkinson disease. *Journal of Innovations in Medical Research.* 2022;1(5):18–33. DOI: 10.56397/jimr/2022.12.03
- Kalia L.V., Lang A.E. Parkinson's disease. *Lancet.* 2015;386(9996):896–912. DOI: 10.1016/s0140-6736(14)61393-3
- Virameteekul S., Phokaewarangkul O., Bhidayasiri R. Profiling the most elderly Parkinson's disease patients: does age or disease duration matter? *PLoS One.* 2021;16(12):e0261302. DOI: 10.1371/journal.pone.0261302
- Jopowicz A., Wiśniowska J., Tarnacka B. Cognitive and physical intervention in metals' dysfunction and neurodegeneration. *Brain Sci.* 2022;12(3):345. DOI: 10.3390/brainsci12030345
- WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Geneva; 2020.
- Marusiak J., Fisher B., Jaskólska A. et al. Eight weeks of aerobic interval training improves psychomotor function in patients with Parkinson's disease – randomized controlled trial. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2019;16(5):880. DOI: 10.3390/ijerph16050880
- Schenkman M., Moore C.G., Kohrt W.M. et al. Effect of high-intensity treadmill exercise on motor symptoms in patients with de novo Parkinson disease: a phase 2 randomized clinical trial. *JAMA Neurol.* 2018;75(2):219–226. DOI: 10.1001/jamaneurol.2017.3517
- van der Kolk N.M., de Vries N.M., Kessels R.P.S. et al. Effectiveness of home-based and remotely supervised aerobic exercise in Parkinson's disease: a double-blind, randomised controlled trial. *Lancet Neurol.* 2019;18(11):998–1008. DOI: 10.1016/s1474-4422(19)30285-6
- Grippi M.A. Pulmonary pathophysiology. Philadelphia; 1995.
- Bo B., Guo A., Kaila S.J. et al. Elucidating the primary mechanisms of high-intensity interval training for improved cardiac fitness in obesity. *Front. Physiol.* 2023;14:1170324. DOI: 10.3389/fphys.2023.1170324
- Luthra N.S., Christou D.D. et al. Targeting neuroendocrine abnormalities in Parkinson's disease with exercise. *Front. Neurosci.* 2023;17:1228444. DOI: 10.3389/fnins.2023.1228444
- Figueroa C.A., Rosen C.J. Parkinson's disease and osteoporosis: basic and clinical implications. *Expert. Rev. Endocrinol. Metab.* 2020;15(3):185–193. DOI: 10.1080/17446651.2020.1756772
- Osborne J.A., Botkin R., Colon-Semenza C. et al. Physical therapist management of Parkinson disease: a clinical practice guideline from the American Physical Therapy Association. *Phys. Ther.* 2022;102(4):pzab302. DOI: 10.1093/ptj/pzab302
- Zikereya T., Shi K., Chen W. Goal-directed and habitual control: from circuits and functions to exercise-induced neuroplasticity targets for the treatment of Parkinson's disease. *Front. Neurol.* 2023;14:1254447. DOI: 10.3389/fneur.2023.1254447
- Johansson M.E., Cameron I.G.M., Van der Kolk N.M. Aerobic exercise alters brain function and structure in Parkinson's disease: a randomized controlled trial. 2022. *Ann. Neurol.* 2022;91(2):203–216. DOI: 10.1002/ana.26291
- Cui W., Li D., Yue L., Xie J. The effects of exercise dose on patients with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J. Neurol.* 2023;270(11):5327–5343. DOI: 10.1007/s00415-023-11887-9
- Fan B., Jabeen R., Bo B. et al. What and how can physical activity prevention function on Parkinson's disease? *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2020;2020:4293071. DOI: 10.1155/2020/4293071
- Sujkowski A., Hong L., Wessells R.J., Todi S.V. The protective role of exercise against age-related neurodegeneration. *Ageing Res. Rev.* 2022;74:101543. DOI: 10.1016/j.arr.2021.101543
- Sacheli M.A., Murray D.K., Vafai N. et al. Habitual exercisers versus sedentary subjects with Parkinson's disease: multimodal PET and fMRI study. *Mov. Disord.* 2018;33(12):1945–1950. DOI: 10.1002/mds.27498
- Schootemeijer S., van der Kolk N.M., Bloem B.R., de Vries N.M. Current perspectives on aerobic exercise in people with Parkinson's disease. *Neurotherapeutics.* 2020;17(4):1418–1433. DOI: 10.1007/s13311-020-00904-8
- Rawson K.S., McNeely M.E., Duncan R.P. et al. Exercise and Parkinson disease: comparing tango, treadmill, and stretching. *J. Neurol. Phys. Ther.* 2019;43(1):26–32. DOI: 10.1097/npt.0000000000000245

28. Berra E., De Icco R., Avenali M. et al. Body weight support combined with treadmill in the rehabilitation of Parkinsonian gait: a review of literature and new data from a controlled study. *Front. Neurol.* 2019;9:1066. DOI: 10.3389/fneur.2018.01066
29. Chen R., Berardelli A., Bhattacharya A. et al. Clinical neurophysiology of Parkinson's disease and parkinsonism. *Clin. Neurol. Pract.* 2022;7:201–227. DOI: 10.1016/j.cnp.2022.06.002
30. Aerts M.B., Abdo W.F., Bloem B.R. The “bicycle sign” for atypical parkinsonism. *Lancet.* 2011;377(9760):125–126. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60018-4
31. Saluja A., Goyal V., Dhamija R.K. Multi-modal rehabilitation therapy in Parkinson's disease and related disorders. *Ann. Indian Acad. Neurol.* 2023;26(Suppl 1):15–25. DOI: 10.4103/aian.aian\_164\_22
32. Harro C.C., Shoemaker M.J., Coatney C.M. et al. Effects of Nordic walking exercise on gait, motor/non-motor symptoms, and serum brain-derived neurotrophic factor in individuals with Parkinson's disease. *Front. Reh. Sci.* 2022;3:1010097. DOI: 10.3389/fresc.2022.1010097
33. Warlop T., Detrembleur C., Lopez M.B. et al. Does Nordic walking restore the temporal organization of gait variability in Parkinson's disease? *J. Neuroeng. Rehabil.* 2017;14(1):17. DOI: 10.1186/s12984-017-0226-1
34. Wróblewska A., Gajos A., Smyczyńska U., Bogucki A. The therapeutic effect of Nordic walking on freezing of gait in Parkinson's disease: a pilot study. *Parkinsons. Dis.* 2019;2019:3846279. DOI: 10.1155/2019/3846279
35. Terashi H., Ueta Y., Taguchi T. et al. Clinical features of Parkinson's disease in patients with early-onset freezing of gait. *Parkinsons. Dis.* 2022;2022:4732020. DOI: 10.1155/2022/4732020
36. Peyré-Tartaruga L.A., Martínez F.G., Zanardi A.P.J. et al. Samba, deep water, and poles: a framework for exercise prescription in Parkinson's disease. *Sport. Sci. Health.* 2022;18(4):1119–1127. DOI: 10.1007/s11332-022-00894-4
37. Avenali M., Picascia M., Tassorelli C. et al. Evaluation of the efficacy of physical therapy on cognitive decline at 6-month follow-up in Parkinson's disease patients with mild cognitive impairment: a randomized controlled trial. *Ageing Clin. Exp. Res.* 2021;33(12):3275–3284. DOI: 10.1007/s40520-021-01865-4
38. Costa V., Suassuna A. de O.B., Brito T.S.S. et al. Physical exercise for treating non-motor symptoms assessed by general Parkinson's disease scales: systematic review and meta-analysis of clinical trials. *BMJ Neurol. Open.* 2023;5(2):e3000469. DOI: 10.1136/bmjno-2023-000469
39. Tollár J., Nagy F., Hortobágyi T. Vastly different exercise programs similarly improve Parkinsonian symptoms: a randomized clinical trial. *Gerontology.* 2019;65(2):120–127. DOI: 10.1159/000493127
40. Buono V.L., Palmeri R., Salvo S. D. et al. Anxiety, depression, and quality of life in Parkinson's disease: the implications of multidisciplinary treatment. *Neural. Regen. Res.* 2021;16(3):587–590. DOI: 10.4103/1673-5374.293151
41. Pagonabarraga J., Álamo C., Castellanos M. et al. Depression in major neurodegenerative diseases and strokes: a critical review of similarities and differences among neurological disorders. *Brain Sci.* 2023;13(2):318. DOI: 10.3390/brainsci13020318
42. Liu Y., Ding L., Xianyu Y. et al. Research on depression in Parkinson disease: a bibliometric and visual analysis of studies published during 2012–2021. *Medicine (Baltimore).* 2022;101(31):e29931. DOI: 10.1097/md.00000000000029931
43. Jiang X., Zhang L., Liu H. et al. Efficacy of non-pharmacological interventions on depressive symptoms in patients with Parkinson's disease: a study protocol for a systematic review and network meta-analysis. *BMJ Open.* 2023;13(5):e068019. DOI: 10.1136/bmjopen-2022-068019
44. Smith P.J., Blumenthal J.A., Hoffman B.M. et al. Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosom. Med.* 2010;72(3):239–252. DOI: 10.1097/psy.0b013e3181d14633
45. David F.D., Robichaud J.A., Leurgans S.E. et al. Exercise improves cognition in Parkinson's disease: the PRET-PD randomized, clinical trial. *Mov. Disord.* 2015;30(12):1657–1663. DOI: 10.1002/mds.26291
46. Sacheli M.A., Neva J.L., Lakhani B. et al. Exercise increases caudate dopamine release and ventral striatal activation in Parkinson's disease. *Mov. Disord.* 2019;34(12):1891–1900. DOI: 10.1002/mds.27865
47. van der Kolk N.M., de Vries N.M., Penko A.L. et al. A remotely supervised home-based aerobic exercise programme is feasible for patients with Parkinson's disease: results of a small randomised feasibility trial. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 2018;89(9):1003–1005. DOI: 10.1136/jnnp-2017-315728
48. Thangaleela S., Sivamaruthi B.S., Kesika P. et al. Neurological insights into sleep disorders in Parkinson's disease. *Brain Sci.* 2023;13(8):1202. DOI: 10.3390/brainsci13081202
49. Яковлева О.В., Полуэктов М.Г., Ляшенко Е.А., Левин О.С. Субъективные и объективные варианты дневной сонливости при болезни Паркинсона. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски.* 2019;119(9-2):44–50.
50. Яковлева О.В., Полуэктов М.Г., Ляшенко Е.А., Левин О.С. Subjective and objective subtypes of excessive daytime sleepiness in Parkinson's disease. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova.* 2019;119(9-2):44–50. DOI: 10.17116/jnevro201911909244
51. Доронина К.С., Иллариошкин С.Н., Доронина О.Б. Влияние парасомний на клинические и функциональные характеристики экстрапирамидных расстройств. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2021;121(9):13–18.
52. Doronina K.S., Illarioshkin S.N., Doronina O.B. The influence of parasomnia on clinical and functional characteristics of extrapyramidal disorders. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova.* 2021;121(9):13–18. DOI: 10.17116/jnevro202112109113
53. Amara A.W., Memon A.A. Effects of exercise on non-motor symptoms in Parkinson's disease. *Clin. Ther.* 2018;40(1):8–15. DOI: 10.1016/j.clinthera.2017.11.004

## Информация об авторе

Гусева Ольга Владимировна – канд. мед. наук, врач по лечебной физкультуре отделения физиотерапии, доцент каф. госпитальной терапии с курсом реабилитации, физиотерапии и спортивной медицины Сибирского государственного медицинского университета, Томск, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-8659-9832>

## Information about the author

Olga V. Guseva – Cand. Sci. (Med.), exercises treatment doctor, Physiotherapy department, assistant professor, Division of advanced-level therapy with a course in rehabilitation, physiotherapy and sports medicine, Siberian State Medical University, Tomsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-8659-9832>