

НАРУШЕНИЯ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСА И МЕТОДИКА ЕГО КОРРЕКЦИИ ПРИ ОСОБЕННОСТЯХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Д.В. Федулова, d.v.fedulova@urfu.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7289-3328>

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

Аннотация. Цель: выявить нарушения пострального баланса у детей с особенностями интеллектуального развития и их нормотипичных сверстников, разработать методику двигательной коррекции и проанализировать ее эффективность. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 160 детей в возрасте 12–13 лет, которые были разделены на 4 группы по 40 человек: 2 контрольные и 2 экспериментальные. Для оценки состояния двигательной сферы проводились тестирования постурологических нарушений и исследование динамических и биомеханических нарушений в ходьбе и беге. С участниками экспериментальных групп помимо тестирования проводились занятия лечебной физической культурой два раза в неделю на протяжении двух месяцев два раза в год в течение четырех лет. **Результаты.** Обнаруживается значительная достоверная разница показателей нарушений у лиц с особенностями интеллектуального развития и лиц с нормотипичным развитием. **Заключение.** Выявлено, что после 4 лет занятий по разработанной методике у лиц с особенностями интеллектуального развития количественный показатель постурологических нарушений снижается с 7,5 (6; 8,5) до исследования до 5,05 (4,4; 6,075) балла по его завершении, у лиц с нормотипичным развитием с 3,55 (2,7; 4,2) до 2,05 (1,5; 2,95) балла. В контрольных группах прослеживается отрицательная динамика: без коррекционных упражнений постурологические нарушения увеличиваются: с 8,1 (5,625; 9) до 8,35 (7,525; 9,475) балла у группы ЛИН и с 3,05 (2,1; 4,25) до 3,75 (3,1; 4,65) балла у группы нормотипичных сверстников. При анализе изменения динамических и биомеханических показателей в ходьбе и беге так же, как и в тесте постурологических нарушений, у экспериментальных групп выявлено значительное снижение биомеханических нарушений, у контрольных групп – отсутствует положительная динамика, нарушений становится больше.

Ключевые слова: постральный баланс, опорно-двигательный аппарат, нарушение интеллекта, методика коррекции

Для цитирования: Федулова Д.В. Нарушения пострального баланса и методика его коррекции при особенностях интеллектуального развития // Человек. Спорт. Медицина. 2026. Т. 26, № 3. С. 84–90. DOI: 10.14529/hsm260310

Original article
DOI: 10.14529/hsm260310

POSTURAL BALANCE DISORDERS AND THEIR CORRECTION IN INDIVIDUALS WITH INTELLECTUAL DEVELOPMENTAL FEATURES

D.V. Fedulova, d.v.fedulova@urfu.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7289-3328>

Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia

Abstract. Aim. This paper aims to identify postural balance disturbances in children with intellectual developmental features and their typically developing peers, to develop a motor intervention, and to evaluate its effectiveness. **Materials and methods.** This study involved 160 children aged 12–13 years, divided into 4 groups of 40 individuals each: 2 control and 2 experimental groups. Motor function was assessed via postural tests and analysis of dynamic and biomechanical disturbances in walking and running. In addition to testing, the experimental groups received physical therapy twice weekly for two months,

twice yearly, over 4 years. **Results.** A statistically significant difference in disturbance parameters was detected between children with intellectual developmental features and their typically developing peers. **Conclusion.** After 4 years of the newly developed intervention, postural disturbance scores decreased in the experimental groups: from 7.5 (6; 8.5) at baseline to 5.05 (4.4; 6.075) post-intervention in children with intellectual developmental features and from 3.55 (2.7; 4.2) to 2.05 (1.5; 2.95) in their typically developing peers. The control groups showed negative changes, with scores increasing from 8.1 (5.625; 9) to 8.35 (7.525; 9.475) and from 3.05 (2.1; 4.25) to 3.75 (3.1; 4.65), respectively. The analysis of dynamic and biomechanical parameters in walking and running also demonstrated a significant decrease in the experimental groups, while the control groups showed no positive changes and an increase in disturbances.

Keywords: postural balance, musculoskeletal system, intellectual developmental features, correction methods

For citation: Fedulova D.V. Postural balance disorders and their correction in individuals with intellectual developmental features. *Human. Sport. Medicine.* 2026;26(3):84–90. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm260310

Введение. Важным компонентом физического развития человека является его моторное развитие. Присутствует взаимосвязь психического развития от состояния моторики: психика не просто проявляется в движении, но и движение формирует психику, именно движения осуществляют непосредственно ту практическую связь человека с окружающим миром, которая лежит в основе развития его психических процессов.

Еще Л.С. Выготский писал, что любой дефект имеет сложную структуру. Существует первичный дефект, обусловленный биологическими факторами, и вторичные отклонения, возникающие под влиянием первичного дефекта в ходе последующего аномального развития. Биологические и психологические проявления существуют в сложном взаимодействии, взаимно влияя друг на друга.

У людей с особенностями интеллектуального развития первичное нарушение влечет за собой изменения в уровне взаимодействия структур мозга и корковых процессов, что отражается на психомоторной деятельности.

Изменения двигательного плана могут иметь как устойчивые поструральные нарушения, так и изменения динамических характеристик локомоций [1–3]. Анализ состояния двигательной сферы и определение возможностей нервной системы, за счет каких средств двигательной активности возможно формирование компенсаторных процессов, улучшение компонентов структуры двигательной деятельности представляет собой актуальную задачу.

Материалы и методы. Исследование проводилось в коррекционных и общеобразовательных учреждениях г. Екатеринбурга. В нем приняли участие 160 детей в возрасте

12–13 лет, которые были разделены на 4 группы: 1-я группа (контрольная) – 40 человек с нарушением интеллекта легкой степени (F-70 по МКБ-10), 2-я группа (экспериментальная) – 40 человек с нарушением интеллекта легкой степени (F-70 по МКБ-10), 3-я группа (контрольная) – 40 человек с нормотипичным развитием, 4-я группа (экспериментальная) – 40 человек с нормотипичным развитием. У участников исследования отсутствовали ярко выраженные сопутствующие нарушения речи, слуха, зрения, патологии опорно-двигательного аппарата. При проведении исследования было получено письменное согласие родителей.

Участники контрольных групп проходили тестирования на момент начала исследования (в возрасте 12–13 лет) и далее по завершении каждого этапа исследования (1 раз в год на протяжении 4 лет). С участниками экспериментальных групп помимо тестирования проводились занятия лечебной физической культурой два раза в неделю на протяжении двух месяцев два раза в год в течение четырех лет.

Для оценки состояния двигательной сферы проводились тестирования пострурологических нарушений и исследование динамических и биомеханических нарушений в ходьбе и беге.

1. Диагностика пострурологических нарушений. Цель – произвести визуальную оценку статических и функциональных пострурологических нарушений человека.

Для проведения тестирования использовали специальную визуальную установку, которая состояла из платформы высотой 10 см и полотна с расчерченными линиями, каждое горизонтальное деление которых равнялось 10 см.

Методика проведения: пациент занимал положение на платформе напротив полотна с расчерченными линиями. Далее производилось 10 фотоснимков пациента в различных положениях. Семь снимков во фронтальной плоскости: сзади – стоя, стоя, руки в стороны; стоя, руки вверх под 45°; стоя, руки вверх; наклон вперед, руки (пальцы) вниз до уровня колен; наклон вперед, руки к стопам, колени выпрямлены; спереди – стоя. Три снимка в сагиттальной плоскости: стоя боком; стоя боком, руки перед собой; наклон вперед.

При помощи программы анализа изображения Paint проводили перпендикуляры и горизонтальные ориентиры из проекции центра тяжести каждого анализируемого анатомического сегмента для сравнения симметричности одной стороны тела от другой и для вычисления степени отклонения. Оценка отклонений каждой области производилась в баллах.

Визуальный анализ статических и функциональных постурологических нарушений человека производился по критериям, представленным в табл. 1.

2. Исследование динамических и биомеханических нарушений в ходьбе и беге. Цель – произвести оценку динамических нарушений в ходьбе и беге, установить взаимосвязь с постуральными нарушениями и определить согласованность процессов регуляции двигательной деятельностью.

Методика проведения: пациент занимал положение на беговой дорожке. Вначале предлагалось выбрать скорость привычного шага. После адаптации человека осуществлялась видеофиксация 10 циклов шага в сагиттальной и во фронтальной проекции с расстояния 1,5 м до изучаемого объекта. Далее выполнялась видеофиксация 10 циклов легкого бега (среднего привычного темпа для пациента). Через программный анализ Kinovea осуществлялось рассмотрение механики движения в замедленном темпе (20 % от скорости) с представлением гониометров на область суставов в различные фазы движения, их сравнение со средними нормативными величинами.

Количественная оценка динамических и биомеханических нарушений в сагиттальной плоскости проводилась в баллах и включала следующие критерии оценки:

- норма – 0–5 град/см отклонения;
- отклонение на 6–10 град/см от допустимого диапазона движений – 1 балл, 11–15 град/см – 2 балла, больше 15 град/см – 3 бал-

ла. Оценка нарушений во фронтальной плоскости проводилась по рассмотрению наличия ряда позиций, таких как: видимое скручивание таза при движении, наклон в крестцово-подвздошном суставе более 10°, динамический вальгус коленного, голеностопного суставов, ходьба/бег перекрестом «по линии», чрезмерная эверсия/инверсия стопы, наклон корпуса из стороны в сторону более 10°, скованность верхней части туловища в акте движения, видимая асимметричная работа мышц спины. По каждой стороне оценивалось само наличие отклонения – 1 балл.

Далее производился анализ выявленных нарушений с постуральными изменениями и оценка координированной работы организма. Статистический анализ осуществлялся при помощи программы SPSS. Перед проведением анализа данные были проверены на нормальность распределения. Оценка нормальности распределения проводилась с помощью критериев Колмогорова – Смирнова и Шапиро – Уилка. Было выявлено, что данные имеют ненормальное распределение, для дальнейшего анализа использовались непараметрические методы исследования. Для сравнительного анализа достоверности различий между группами использовался непараметрический однофакторный дисперсионный анализ Краскелла – Уоллиса, между этапами – двухфакторный ранговый дисперсионный анализ Фридмана для связанных выборок. Количественные данные описаны с помощью медианы, 1-го и 3-го квартиля (Me (Q1; Q3)).

После проведения диагностики была разработана методика физической реабилитации и двум экспериментальным группам предложены занятия лечебной физической культурой.

Основными компонентами методики являлись два направления: укрепление силы мышц и развитие двигательного контроля. Инструментами для работы были выбраны петли TRX и эластичные ленты.

Применение подвесной системы петли TRX обусловлено тем, что это многофункциональный тренажер по работе с собственным весом, который обладает рядом функциональных преимуществ: при выполнении упражнений улучшается двигательная функция работающих мышц, осуществляется более глубокая проработка силовых ресурсов и происходит активизация нервно-мышечного взаимодействия. Наличие подвесной особенности данного тренажера способствует развитию

Таблица 1
Table 1Диагностические критерии
Diagnostic criteria

Статическое состояние опорно-двигательного аппарата			
Критерии	Норма	Сагиттальная плоскость	Фронтальная плоскость
Положение головы **	На одной вертикали с туловищем	Наклонена вправо или влево	Подана вперед
Положение плечевого пояса ▲	На одном уровне, одинаковость ширины правого и левого плеча	Одно плечо выше другого, разная ширина правого и левого плеча	Развернутость или поданность вперед
Форма рук	Прямые	Х-образные	–
Лопатки **	Нормальные	Крыловидные	Крыловидные
Форма грудной клетки **	Нормальная	Цилиндрическая, коническая, уплощенная, впалая, асимметричная, куриная, бочкообразная и др.)	Цилиндрическая, коническая, уплощенная, впалая, асимметричная, куриная, бочкообразная и др.)
Треугольники талии ▲	Симметричные	Асимметричные	–
Осанка **	Нормальная	Сколиотическая	Плоская, сутуловатая (круглая), кругловогнутая, лордотическая
Положение таза ▲	Гребни и ости подвздошных костей на одном уровне. Паховые складки симметричные	Гребни и ости подвздошных костей на разном уровне. Паховые складки асимметричные	–
Форма живота **	Прямая	Впалая, отвислая	Асимметричная
Форма ног **	Прямая	Х-образные или о-образные	Разогнутость назад
Форма стоп **	Нормальные	Уплощенные, вальгусные, варусные	–
Функциональное состояние опорно-двигательного аппарата			
Развитие мускулатуры **	Хорошее	Среднее, слабое	Среднее, слабое
Асимметрия плеч в движении ▲	Нет	Есть	–
Асимметрия мышц спины стоя*	Нет	Есть	–
Асимметрия мышц спины при выполнении движений*	Нет	Есть	Есть
Асимметрия мышц спины в наклоне вперед ▲*	Нет	Есть	Есть
Функциональное укорочение мышц в наклоне вперед (поворот корпуса в сторону) **	Нет	Да	–
Скованность движений в верхней части туловища, отсутствие мобильности **	Нет	Да	Да

Примечание. Критерии оценки: ** – оценивался сам факт наличия отклонения от нормы – 1 балл; ▲ – оценивалась величина изменения в градусах. Каждые 2° или 1 см отличия одной стороны тела от другой по исследуемому критерию – 1 балл, начиналась оценка асимметрии с 0,5 см отличия (0,5 балла); * – измерения производились в разных отделах позвоночника. Отдельно считались градусы отклонения или сам факт наличия изменения в каждом отделе позвоночника.

проприоцепции и большего включения мышц в выполнение двигательного действия, так как требуется преодоление свободы движения для стабилизации положения.

Применение эластичных лент обусловлено возможностью создания лучшего ощущения работающих мышц, которое возникало при статическом удержании положения через резиновый амортизатор при выполнении упражнения, что особенно важно для детей с интеллектуальными нарушениями.

Отличительной особенностью методики являлось улучшение межполушарного взаимодействия, нейронных связей в механизмах управления движением через асимметричные движения, выполняемые в различных плоскостях. Межполушарное взаимодействие обеспечивают целостность работы мозга, стабильность обмена информацией между полушариями, создание единой интегративной системы аккумуляции всех видов афферентаций и формирование полимодального синтеза в восприятии и реализации двигательной задачи.

Результаты. Результаты теста по диагностике постурологических нарушений представлены в табл. 2. Обнаруживается значительная разница показателей нарушений у лиц с особенностью интеллектуального развития (ЛИН) и лиц с нормотипичным развитием. Основные изменения постурального баланса связаны с нарушением осанки, наличием крыловидных лопаток, вальгусным положением

коленных и голеностопных суставов, асимметричным положением мышц при совершении движения.

Достоверные различия между контрольной и экспериментальной группами наблюдаются между группами лиц с интеллектуальными нарушениями с 3-го этапа и далее на 4-м и 5-м этапах, между группами нормотипичных сверстников – на 4-м и 5-м этапах, то есть спустя 2–3 года занятий по разработанной методике. При отсутствии занятий выявляется увеличение количественных показателей постурологических нарушений у обеих контрольных групп, отличия от первого этапа (до исследования) достоверны.

Результаты исследования динамических и биомеханических нарушений в ходьбе и беге представлены в табл. 3.

При анализе видеофрагментов выявлено, что основные элементы постуральной устойчивости, как и основные нарушения паттернов движения, наличествуют в фазах амортизации, середине опоры и отталкивания, в момент опоры на конечность.

У лиц с особенностями интеллектуального развития выявлены следующие нарушения: динамический вальгус голеностопного и коленного суставов, чрезмерный наклон корпуса вперед / из стороны в сторону, маленькая длина шага, недостаточный вынос бедра при переносе конечности, чрезмерный разворот стопы внутрь / наружу при переносе конечности.

Таблица 2
Table 2

Результаты теста по диагностике постурологических нарушений (Me (Q1; Q3)) (n = 160)
Results of postural assessment (Me (Q1; Q3)) (n = 160)

Этап Stage	1-я группа Group 1 (n = 40)	2-я группа Group 2 (n = 40)	3-я группа Group 3 (n = 40)	4-я группа Group 4 (n = 40)	p < 0,05 между группами p < 0.05 between groups
1-й этап, баллы Stage 1, points	8,1 (5,625; 9)	7,5 (6; 8,5)	3,05 (2,1; 4,25)	3,55 (2,7; 4,2)	p1-3, p1-4, p2-3, p2-4
2-й этап, баллы Stage 2, points	7,5 (5,7; 9)	6,4 (5; 7,075)	3,1 (2,325; 4,175)	3,35 (2,4; 4,35)	p1-3, p1-4, p2-3, p2-4
3-й этап, баллы Stage 3, points	7,55 (6,225; 8,475)	6 (5,025; 6,575)	3,2 (2,15; 4,175)	3 (2; 3,75)	p1-2, p1-3, p1-4, p2-3, p2-4
4-й этап, баллы Stage 4, points	8,1 (6,875; 9,25)	5,2 (4,35; 6,075)	3,5 (2,7; 4,425)	2,5 (1,7; 3,175)	p1-2, p3-4, p1-3, p1-4, p2-3, p2-4
5-й этап, баллы Stage 5, points	8,35 (7,525; 9,475)	5,05 (4,4; 6,075)	3,75 (3,1; 4,65)	2,05 (1,5; 2,95)	p1-2, p3-4, p1-3, p1-4, p2-3, p2-4
p < 0,05 между этапами p < 0.05 between stages	p1-4, p1-5, p2-4, p2-5, p3-4, p3-5	p1-2, p1-3, p1-4, p1-5, p2-4, p2-5, p3-4, p3-5	p1-5, p2-5, p3-5, p4-5	p1-3, p1-4, p1-5, p2-3, p2-4, p2-5, p3-4, p3-5, p4-5	

Таблица 3
Table 3

Результаты исследования динамических и биомеханических нарушений
в ходьбе и беге (Me (Q1; Q3)) (n = 160)
Results of dynamic and biomechanical assessment in walking and running (Me (Q1; Q3)) (n = 160)

Этап Stage	1-я группа Group 1 (n = 40)	2-я группа Group 2 (n = 40)	3-я группа Group 3 (n = 40)	4-я группа Group 4 (n = 40)	p < 0,05 между группами p < 0.05 between groups
1-й этап, баллы Stage 1, points	4 (3; 5)	3,5 (3; 5)	2 (1; 3)	2 (1; 3,75)	p1-3, p1-4, p2-3, p2-4
2-й этап, баллы Stage 2, points	4 (3; 5)	3 (2,25; 4)	2 (1; 3)	2 (0,25; 3)	p1-3, p1-4, p2-3, p2-4
3-й этап, баллы Stage 3, points	4 (3; 5,75)	3 (3; 4)	2 (1; 3)	2 (1; 3)	p1-3, p1-4, p2-3, p2-4
4-й этап, баллы Stage 4, points	4 (3; 5)	3 (2; 4)	2,5 (1,25; 4)	1 (1; 3)	p1-2, p1-3, p1-4, p2-4, p3-4
5-й этап, баллы Stage 5, points	4 (3; 5)	3 (2; 4)	3 (1,25; 4)	1 (0; 2)	p1-2, p1-3, p1-4, p2-4, p3-4
p < 0,05 между этапами p < 0.05 between stages	–	p1-4, p1-5, p2-5, p3-4, p3-5	p1-4, p1-5	p1-2, p1-5, p1-4, p3-5	

сти, «бег по линии» (ноги захлест спереди), бег на прямых ногах. Самое часто встречающееся наблюдение – это сложности в синхронизации движений верхней и нижней части туловища, проявляющееся в асинхронных движениях, либо в закрепоженном положении верхней части туловища во время ходьбы/бега, в результате нижняя часть вынужденно компенсирует данное положение чрезмерным наклоном корпуса либо нетипичными движениями нижних конечностей.

У лиц с нормотипичным развитием встречается значительно меньше динамических и биомеханических нарушений, в основном связанных с динамическим вальгусом голеностопных суставов.

Достоверные различия между контрольной и экспериментальной группами устанавливаются с 4-го этапа, методика коррекции двигательных нарушений является эффективной. Так же, как и в тесте постурологических нарушений, у экспериментальных групп выявлено значительное снижение биомеханических нарушений, у контрольных групп – отсутствует положительная динамика, нарушений становится больше.

Заключение. Управление любым двигательным актом, в том числе постральным балансом, осуществляется при участии корковых процессов головного мозга. У людей с особенностями интеллектуального развития происходит нарушение в данной области

взаимодействия, наблюдается искажение паттерна движения и изменения в механизмах его управления.

Обнаруживается значительная разница показателей нарушений у лиц групп ЛИН и лиц с нормотипичным развитием. Основные изменения пострального баланса связаны с нарушением осанки, наличием крыловидных лопаток, вальгусным положением коленных и голеностопных суставов, асимметричным положением мышц при совершении движения.

Основные изменения динамических и биомеханических нарушений у лиц с особенностями интеллектуального развития в ходьбе и беге связаны со сложностями в синхронизации движений верхней и нижней части туловища, которые влекут за собой функциональные и структурные изменения.

В результате диагностики разработана методика двигательной реабилитации, включающая комплексы упражнений в разных плоскостях с постепенно возрастающим уровнем сложности межполушарного взаимодействия. Упражнения выполнялись при помощи спортивного инвентаря петли TRX и резинового амортизатора с направленностью работы на развитие силы мышц и координацию движений. Упражнения комбинировались по анатомической группе синергичного функционирования мышц и активизировали афферентные и проприоцептивные связи нервно-мышечного взаимодействия.

Выявлено, что после 4 лет занятий по разработанной методике с периодичностью встреч 2 раза в неделю на протяжении 2 месяцев с повторением курса раз в полгода у лиц с особенностями интеллектуального развития количественный показатель постурологических нарушений снижается с 7,5 (6; 8,5) до исследования до 5,05 (4,4; 6,075) балла по его завершении, у лиц с нормотипичным развитием с 3,55 (2,7; 4,2) до 2,05 (1,5; 2,95) балла. В контрольных группах прослеживается отрицательная динамика: без коррекционных упражнений постурологические нарушения увеличиваются с 8,1 (5,625; 9) до 8,35 (7,525;

9,475) балла у группы ЛИН и с 3,05 (2,1; 4,25) до 3,75 (3,1; 4,65) балла у группы нормотипичных сверстников. При анализе изменения динамических и биомеханических показателей в ходьбе и беге достоверные различия между контрольной и экспериментальной группами устанавливаются с 4-го этапа, методика коррекции двигательных нарушений является эффективной. Так же, как и в тесте постурологических нарушений, у экспериментальных групп выявлено значительное снижение биомеханических нарушений, у контрольных групп – отсутствует положительная динамика, нарушений становится больше.

Список литературы / References

1. Ma Y., Zhang K., Li S. Biomechanical Analysis of Gait Patterns in Children with Intellectual Disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 2021, vol. 65, pp. 912–921. DOI: 10.1111/jir.12872
2. Kachouri H., Laatar R., Borji R. et al. Using a Dual-task Paradigm to Investigate Motor and Cognitive Performance in Children with Intellectual Disability. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 2020, vol. 33 (2), pp. 172–179. DOI: 10.1111/jar.12655
3. Sakalidis K.E., Burns J., Biesen D.V. et al. The Impact of Cognitive Functions and Intellectual Impairment on Pacing and Performance in Sports. *Psychology of Sport & Exercise*, 2021, vol. 52, pp. 1–8. DOI: 10.1016/j.psychsport.2020.101840

Информация об авторе

Федулова Дарья Владимировна, кандидат биологических наук, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия.

Information about the author

Darya V. Fedulova, Candidate of Biological Sciences; Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia.

Статья поступила в редакцию 01.05.2026

The article was submitted 01.05.2026