

DOI: <https://doi.org/10.17816/rjpbr687470>

EDN: QGWIKG



Применение динамической электронейростимуляции и лечебной корригирующей гимнастики в программах медицинской реабилитации детей со сколиозом

Е.М. Тальковский¹, М.А. Хан^{1,2}, Д.Ю. Выборнов^{2,3}, Н.И. Тарасов²,
В.Ф. Прикулс⁴, Е.А. Чернышёва²

¹ Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины им. С.И. Спасокукоцкого, Москва, Россия;

² Детская городская клиническая больница им. Н.Ф. Филатова, Москва, Россия;

³ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия;

⁴ Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Высокая распространённость сколиоза в структуре детской ортопедической патологии (до 27,6%), значительное прогрессирование патологического процесса у подростков (50%), возможность ранней инвалидизации ребёнка (8–9%) диктуют необходимость разработки инновационных программ медицинской реабилитации заболевания.

Цель. Оценка клинической эффективности комплексного применения динамической электронейростимуляции и лечебной корригирующей гимнастики с элементами методики Катарини Шрот в медицинской реабилитации детей со сколиозом.

Методы. Проведено рандомизированное проспективное исследование 60 детей со сколиозом II степени в возрасте 5–18 лет (36,7% мальчиков и 63,3% девочек). Методом рандомизации все пациенты были разделены на три равные группы. Основная группа получала комплексное воздействие динамической электронейростимуляции (ДЭНС) и корригирующей лечебной гимнастики (ЛГ) с элементами методики К. Шрот. Первая группа сравнения получала только ДЭНС, вторая группа сравнения — только корригирующую ЛГ с элементами методики К. Шрот.

Результаты. В ходе исследования показано, что только у пациентов основной группы, получавших комплексное воздействие ДЭНС и ЛГ с элементами методики К. Шрот, уменьшилась утомляемость мышц спины и снизилась интенсивность дорсалгии при статической и динамической нагрузке по сравнению с детьми, отдельно получавшими ДЭНС и ЛГ ($p < 0,05$). У пациентов основной и второй группы сравнения регистрировалась регрессия патологических изменений клинико-ортопедического статуса ($p < 0,05$). Наиболее значимая динамика роста показателей медиан силовой выносливости мышц спины и живота отмечена среди пациентов основной группы. При динамическом анализе показателей сколиометрии только у детей основной группы регистрировалось увеличение медиан показателей грудного отдела позвоночника ($p < 0,05$). Динамический анализ данных лазерной доплеровской флоуметрии грудного отдела позвоночника выявил увеличение среднего значения параметров медиан микроциркуляции (M) и изменчивости перфузии (σ) кровотока в сосудах микроциркуляторного русла, более выраженное у детей, получавших комплексное воздействие ДЭНС и ЛГ и изолированно ЛГ.

Заключение. По результатам проведённого исследования доказана возможность применения ДЭНС отдельно и в комплексе с ЛГ с элементами методики К. Шрот у детей со сколиозом II степени. Статистически значимо ($p < 0,05$) терапевтическая эффективность комплексного применения ДЭНС и ЛГ у детей составила 75,0% по сравнению с изолированным воздействием ЛГ с элементами методики К. Шрот (68,8%) и ДЭНС (53,8%). Катамнестические наблюдения, проведённые у 41,6% детей всех групп, спустя 3 и 6 месяцев после окончания курса лечения выявили сохранение достигнутых показателей.

Ключевые слова: дети; сколиоз; динамическая электронейростимуляция; лечебная корригирующая гимнастика по Катарини Шрот.

Как цитировать:

Тальковский Е.М., Хан М.А., Выборнов Д.Ю., Тарасов Н.И., Прикулс В.Ф., Чернышёва Е.А. Применение динамической электронейростимуляции и лечебной корригирующей гимнастики в программах медицинской реабилитации детей со сколиозом // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2025. Т. 24, № 5. С. 348–356. DOI: 10.17816/rjpbr687470 EDN: QGWIKG

Рукопись поступила: 14.07.2025

Рукопись одобрена: 25.08.2025

Опубликована online: 08.09.2025

Dynamic Electroneurostimulation and Corrective Therapeutic Gymnastics in Medical Rehabilitation Programs for Children With Scoliosis

Evgeny M. Talkovskiy¹, Maya A. Khan^{1,2}, Dmitriy Yu. Vybornov^{2,3}, Nikolay I. Tarasov², Vladislav F. Prikuls⁴, Elizaveta A. Chernysheva²

¹ S.I. Spasokukotsky Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine, Moscow, Russia;

² Filatov N.F. Children's City Hospital, Moscow, Russia;

³ The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

⁴ Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The high prevalence of scoliosis within pediatric orthopedic condition (up to 27.6%), the significant progression of the pathological process in adolescents (50%), and the risk of early disability in children (8%–9%) necessitate the development of innovative medical rehabilitation programs.

AIM: This study aimed to provide a scientific rationale for the combined use of dynamic electroneurostimulation and corrective therapeutic gymnastics with elements of the Katharina Schroth method in the medical rehabilitation of children with scoliosis.

METHODS: A randomized prospective study included 60 children aged 5–18 years with grade II scoliosis (36.7% boys and 63.3% girls). All patients were randomized into three equal groups. The main group received a combined program of dynamic electroneurostimulation and corrective therapeutic gymnastics with elements of the Schroth method. The first reference group received dynamic electroneurostimulation only, whereas the second reference group received corrective therapeutic gymnastics with elements of the Schroth method only.

RESULTS: The study demonstrated that only the main group, which received combined dynamic electroneurostimulation and therapeutic gymnastics with elements of the Schroth method, showed reductions in back muscle fatigue and dorsal pain under static and dynamic loads compared with children who received dynamic electroneurostimulation or therapeutic gymnastics alone ($p < 0.05$). Regression of pathological changes in clinical and orthopedic status was recorded in the main group and the second reference group ($p < 0.05$). The most significant increase in median strength endurance of the back and abdominal muscles was observed in the main group patients. In the longitudinal analysis of scoliotometry parameters, only children in the main group showed an increase in the medians of thoracic spine parameters ($p < 0.05$). Longitudinal laser Doppler flowmetry analysis of the thoracic spine revealed an increase in the mean values of microcirculation (M) and perfusion variability (σ), more pronounced in children receiving combined dynamic electroneurostimulation and therapeutic gymnastics or therapeutic gymnastics alone.

CONCLUSION: The study confirmed the feasibility of applying dynamic electroneurostimulation both alone and in combination with therapeutic gymnastics incorporating elements of the Schroth method in children with grade II scoliosis. The therapeutic efficacy of the combined use of dynamic electroneurostimulation and therapeutic gymnastics in children was statistically significant ($p < 0.05$) and amounted to 75.0% compared with therapeutic gymnastics incorporating elements of the Schroth method alone (68.8%) and dynamic electroneurostimulation alone (53.8%). Follow-up in 41.6% of children from all groups at 3 and 6 months after treatment completion confirmed the persistence of achieved results.

Keywords: children; scoliosis; dynamic electroneurostimulation; corrective therapeutic gymnastics according to Katharina Schroth.

To cite this article:

Talkovskiy EM, Khan MA, Vybornov DY, Tarasov NI, Prikuls VF, Chernysheva EA. Dynamic Electroneurostimulation and Corrective Therapeutic Gymnastics in Medical Rehabilitation Programs for Children With Scoliosis. *Russian journal of the physical therapy, balneotherapy and rehabilitation*. 2025;24(5):348–356. DOI: 10.17816/rjpr687470 EDN: QGWIKG

DOI: <https://doi.org/10.17816/rjpbr687470>

EDN: QGWIKG

动态神经电刺激与矫正治疗性体操在儿童脊柱侧凸医学康复中的应用

Evgeny M. Talkovskiy¹, Maya A. Khan^{1,2}, Dmitriy Yu. Vybornov^{2,3}, Nikolay I. Tarasov²,
Vladislav F. Prikuls⁴, Elizaveta A. Chernysheva²

¹ S.I. Spasokukotsky Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine, Moscow, Russia;

² Filatov N.F. Children's City Hospital, Moscow, Russia;

³ The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

⁴ Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow, Russia

摘要

论证: 脊柱侧凸在儿童骨科疾病中具有较高的患病率（高达27.6%），在青少年中病程进展显著（50%），并可导致儿童早期致残（8-9%），这凸显了开发创新性医学康复方案的必要性。

目的: 科学论证在儿童脊柱侧凸医学康复中联合应用动态神经电刺激与包含Katharina Schroth方法元素的矫正性治疗体操的合理性。

方法. 纳入60名5-18岁II度脊柱侧凸患儿（男童36.7%，女童63.3%），采用随机前瞻性研究设计。所有患者通过随机化分为三组。主组接受动态神经电刺激（dynamic electroneurostimulation, DENS）与结合Schroth方法元素的矫正性治疗体操（therapeutic gymnastics, TG）的综合干预。第一对照组仅接受DENS；第二对照组仅接受结合Schroth方法元素的TG。

结果: 在研究过程中发现，只有主组患儿在接受DENS与结合Schroth方法元素的TG的综合干预后，背部肌肉疲劳度减轻，且在静态和动态负荷下背痛强度下降。与单独接受DENS或LG的儿童相比，这些差异具有统计学意义（ $p < 0.05$ ）。在主组和第二对照组均记录到临床-骨科状态病理性改变的回退（ $p < 0.05$ ）。在主要组患者中，背部和腹部肌肉力量耐力中位数的增长表现出最为显著的动态变化。在脊柱侧弯测量的动态分析中，仅在主要组儿童中观察到胸椎指标的中位数显著增加（ $p < 0.05$ ）。胸椎激光多普勒血流监测的动态分析显示，微循环灌注中位数参数（M）的平均值和灌注变异性（ σ ）均升高，这种变化在接受DENS联合TG以及单独TG的患儿中更为显著。

结论: DENS可单独使用，也可与结合Schroth方法元素的TG联合应用于II度脊柱侧凸患儿。统计学分析显示（ $p < 0.05$ ），综合应用DENS与结合Schroth方法元素的TG的疗效为75.0%，显著高于单独TG（68.8%）或单独DENS（53.8%）。在所有组中，对41.6%患儿在治疗结束后3个月和6个月进行的随访观察显示，疗效指标得以保持。

关键词: 儿童；脊柱侧凸；动态神经电刺激；Katharina Schroth方法矫正性治疗体操。

引用本文:

Talkovskiy EM, Khan MA, Vybornov DYU, Tarasov NI, Prikuls VF, Chernysheva EA. 动态神经电刺激与矫正治疗性体操在儿童脊柱侧凸医学康复中的应用. *Russian journal of the physical therapy, balneotherapy and rehabilitation*. 2025;24(5):348-356. DOI: 10.17816/rjpbr687470 EDN: QGWIKG

收到: 14.07.2025

接受: 25.08.2025

发布日期: 08.09.2025

ОБОСНОВАНИЕ

Высокая распространённость сколиотической деформации позвоночного столба в структуре детской ортопедической патологии (до 27,6%), значительное прогрессирование патологического процесса, более выраженное у подростков (50,0%), а также возможность формирования ранней инвалидизации ребёнка (8–9%) обуславливают актуальность разработки инновационных программ медицинской реабилитации данного заболевания.

Цель консервативного лечения сколиоза заключается в создании адекватного мышечного корсета, способного удерживать туловище в вертикальном положении, а также в достижении устойчивой ремиссии заболевания [1].

На современном этапе развития медицины при заболеваниях опорно-двигательной системы достаточно широко применяются методы физиотерапии, механотерапии и лечебной физкультуры (ЛФК) [2–8]. При сколиозе лидирующие позиции в медицинской реабилитации детей со сколиозом занимает кинезиотерапия, основным средством которой является корректирующая лечебная гимнастика (ЛГ).

Стратегия лечебного воздействия физических упражнений при сколиозе заключается в профилактике прогрессирования заболевания и проведении коррекции деформаций позвоночного столба, для чего осуществляются повышение мышечного тонуса на его выпуклой стороне и растяжка мышц и связочного аппарата на контрмедиальной стороне. Более интенсивное воздействие оказывается в зоне наибольшей выраженности искривления (основной дуги).

Система лечебной корректирующей гимнастики по Катарине Шрот, разработанная в Германии, является золотым стандартом консервативной коррекции деформации позвоночника во всём мире. Основная цель методики К. Шрот заключается в обучении пациента достигать коррекции положения тела самостоятельно, с использованием силы мышц туловища. К окончанию лечения у ребёнка вырабатывается стереотип осознанно принимать патогенетически обоснованное скорректированное положение тела [9–12].

На современном этапе развития науки ведётся активный поиск наиболее эффективных инновационных технологий, направленных на укрепление мышечного корсета. В этом плане перспективной является биорегулируемая динамическая электронейростимуляция (ДЭНС), в основе лечебного действия которой лежит активное воздействие на нервно-мышечный аппарат посредством нейрорефлекторного влияния.

Аппарат ДЭНС-терапии генерирует короткие высокоамплитудные низкочастотные импульсы, идентичные по форме и частоте импульсам нервных клеток, изменяющие свои параметры в зависимости от импеданса тканей в зоне воздействия, что снижает риск привыкания к ним организма.

О перспективности применения ДЭНС в детской сколиологии свидетельствуют научные данные о положительном влиянии рассматриваемого в статье метода импульсной электротерапии на нервно-мышечный аппарат, микроциркуляцию, трофику тканей, ноцицепцию и мышечный тонус у детей, которые определяют перспективность изучения применения этого физического фактора у детей с целью укрепления их мышечного каркаса, улучшения микроциркуляции, оказания анальгетического и трофического воздействия на мышечную ткань организма ребёнка [13, 14].

Комплексное применение ДЭНС и лечебной корректирующей гимнастики с элементами методики К. Шрот позволит повысить тонус мышц сколиотической дуги и улучшить функциональные возможности позвоночника, что определяет целесообразность проведения исследования в этом направлении.

Цель

Оценка клинической эффективности комплексного применения биорегулируемой динамической электронейростимуляции и корректирующей лечебной гимнастики с элементами методики Катарини Шрот в медицинской реабилитации детей со сколиозом II степени.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено открытое проспективное рандомизированное контролируемое клиническое исследование.

Критерии соответствия

Критерии включения:

- возраст от 5 до 18 лет;
- наличие у ребёнка установленного диагноза «сколиоз»;
- угол Кобба от 15 до 25°.

Критерии невключения:

- соматическое заболевание в стадии обострения или субкомпенсации;
- состояние после оперативного лечения сколиоза;
- наличие у ребёнка общих противопоказаний к физиотерапии и лечебной физкультуре.

Критерии исключения:

- нарушения протокола исследования;
- возникновение побочных реакций на лечение;
- отказ пациента или его законных представителей от участия в исследовании;
- возникновение у ребёнка инфекционного заболевания;
- отсутствие комплаентности ребёнка к лечению.

Условия проведения

Исследование осуществлено в амбулаторно-поликлинических условиях на базе поликлинического отделения

и Центра медицинской реабилитации Детской городской клинической больницы им. Н.Ф. Филатова Департамента здравоохранения г. Москвы.

Продолжительность исследования

Исследование выполнено в период с мая 2023 по май 2025 г.

Описание медицинского вмешательства

В задачи исследования входили изучение влияния ДЭНС и ЛГ на клинично-ортопедический статус детей со сколиозом, выявление особенностей воздействия ДЭНС и ЛГ на силовую выносливость мышц спины и живота, а также микроциркуляцию вершины сколиотической дуги, проведение сравнительной оценки терапевтической эффективности комплексного применения ДЭНС при её изолированном использовании и в комплексе с ЛГ.

Процедуры ДЭНС-терапии проводились с применением аппарата «НейроДЭНС-ПКМ», Россия. Ребёнка укладывают на живот на деревянную кушетку. Осуществляют воздействие по контактной сканирующей методике вдоль проекции выпуклой части сколиотической дуги с частотой 20 Гц. Время экспозиции — 10–20 минут в зависимости от возраста, на курс 10 ежедневных процедур.

Комплексы корригирующей ЛГ составлялись в зависимости от типа сколиоза. Занятия включали традиционные упражнения для укрепления мышц-стабилизаторов туловища, асимметричные корригирующие упражнения с использованием различных средств кинезиотерапии, упражнения, направленные на выработку правильной осанки, и дыхательные упражнения. Длительность занятия составляла 45 минут.

Методы регистрации исходов

У всех пациентов в динамике (до и после лечения) проводилось изучение клинично-ортопедического статуса (наличие асимметрии надплечий, лопаток, треугольников талии, деформации грудной клетки, рёберного горба (симптома Адамса), мышечного поясничного валика, асимметрии подвздошных костей). Всем детям проводились сколиометрия, оценка силовой выносливости мышц спины и живота, а также изучение микроциркуляции в зоне вершины сколиотической дуги по данным лазерной доплеровской флоуметрии.

Этическая экспертиза

Проведение исследования одобрено Локальным этическим комитетом ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины им. С.И. Спасокукоцкого» ДЗМ (протокол № 4/4 от 17.05.2023).

Статистический анализ

Статистическая обработка материала выполнялась с использованием пакетов прикладных программ

для статистического анализа SPSS19.0. Соответствие статистического распределения эмпирических показателей теоретическому нормальному распределению Гаусса оценивалось с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Для оценки значимости различий выборочных совокупностей при статистическом сравнении для выборок с нормальным распределением использовался критерий Шапиро–Уилка, при сравнении количественных показателей связанных выборок — критерий Уилкоксона. Значимыми принимались различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Клинические наблюдения и сравнительные исследования проведены в динамике у 60 детей со сколиозом II степени в возрасте 5–18 лет. Мальчиков было 22 (36,7%), девочек — 38 (63,3%).

Основная группа (20 детей) получала комбинированное влияние ДЭНС и ЛГ с элементами методики К. Шрот. Первая группа сравнения (20 детей) получала только ДЭНС. Вторая группа сравнения (20 детей) — только корригирующую ЛГ с элементами методики К. Шрот.

Все группы исследованных детей были сопоставимы по возрасту и полу. Наибольшее число пациентов было представлено подростками в возрасте 12–18 лет (50,0%), из них 33,3% составили девочки. Сколиотическая деформация позвоночника чаще встречалась у девочек (68,3%), у мальчиков она регистрировалась лишь в 36,7% случаев, что совпадает с данными литературы [1].

Дети соблюдали ортопедический режим с ограничением осевой нагрузки, выполняли упражнения лечебной корригирующей гимнастики. Все пациенты находились под динамическим наблюдением членов мультидисциплинарной реабилитационной команды (ортопеда, физиотерапевта, врача ЛФК, методиста ЛФК и др.).

Анализ коморбидной патологии показал, что у 86,7% детей отмечалось плоскостопие, у 81,7% — плоско-вальгусная установка стоп, у 63,3% — укорочение одной из конечностей, у 48,3% — синдром соединительнотканной дисплазии, у 25,0% — миопия, 18,3% составили дети с другой сопутствующей патологией (заболевания мочеполовой системы, миопия, хронический гастродуоденит и др.).

Субъективные жалобы полностью отсутствовали у 30,0% детей. Остальные дети предъявляли жалобы на усталость мышц спины как при статической (71,7%), так и при динамической (63,3%) нагрузке. Дорсалгия при физической нагрузке регистрировалась у 31,7% пациентов, в покое — у 38,3%.

У большинства (95,0%) детей отмечались асимметрия надплечий, лопаток, треугольников талии и рёберный горб. Асимметрия подвздошных костей была выявлена у 53,3% пациентов.

Достаточно информативным как в диагностическом, так и в прогностическом плане при сколиозе у детей являются показатели состояния тонуса мышечной системы.

Результаты функционального тестирования мышц спины и живота свидетельствовали о снижении силовой выносливости данных параметров у всех детей изучаемых групп. До начала лечения в среднем по выборке медиана силовой выносливости мышц спины составила 22,0 [13,25; 29,0] с (при норме у детей 7–11 лет 1–1,5 мин, старше 11 лет — 1,5–2 мин). Медиана силовой выносливости мышц живота у детей 12–18 лет — 20,0 [14,25; 25,75] с (при норме у детей 7–11 лет 1–1,5 мин, старше 11 лет — 1,5–2 мин).

С целью анализа степени отклонения продольной оси позвоночника во фронтальной плоскости нами проводилась сколиометрия (измерение сколиометром кривизны в области вершин сколиотических дуг). Медианы исходных величин в грудном отделе составили 3,00° [3,75; 4,00], в поясничном — 3,00° [3,00; 4,75].

Регистрацию и объективную оценку состояния микроциркуляции у всех изучаемых детей со сколиозом проводили методом лазерной доплеровской флоуметрии. В ходе исследования регистрировали ЛДФ-сигнал: среднее значение показателя микроциркуляции (M) и его среднеквадратичное отклонение (σ).

Анализ полученных результатов установил, что после курса лечения число пациентов с вышеуказанными жалобами сократилось во всех изучаемых группах (табл. 1).

Наиболее выраженная динамика регрессии частоты жалоб на фоне проведенного лечения отмечалась у детей основной группы, получавших комплексное воздействие ДЭНС и ЛГ с элементами методики К. Шрот. У этих пациентов в два раза уменьшилась частота жалоб на повышенную утомляемость мышц спины в покое и при физической нагрузке, а также регистрировалось снижение интенсивности дорсалгии в покое и при физической нагрузке по сравнению с детьми групп сравнения ($p < 0,05$).

У пациентов, получавших только ЛГ, выявлено статистически значимое ($p < 0,05$) снижение утомляемости мышц спины при статической и динамической нагрузке по сравнению с исходными данными.

В ходе лечения нами проводился динамический анализ клинко-ортопедического статуса детей со сколиозом (табл. 2).

Анализ полученных результатов установил, что у пациентов основной и второй группы сравнения отмечено статистически значимое уменьшение выраженности

Таблица 1. Динамика основных жалоб детей со сколиозом, абс. (%)

Table 1. Dynamics of the main complaints of children with scoliosis, abs. (%)

Жалобы	Основная группа (ДЭНС+ЛГ), $n=20$		Первая группа сравнения (ДЭНС), $n=20$		Вторая группа сравнения (ЛГ), $n=20$	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
Повышенная утомляемость мышц спины при статической нагрузке	15 (75,0)	7 (35,0)*	17 (85,0)	15 (75,0)	14 (70,0)	6 (30,0)*
Повышенная утомляемость мышц спины при динамической нагрузке	18 (90,0)	10 (50,0)*	14 (70,0)	12 (60,0)	12 (60,0)	5 (25,0)*
Боли в спине при статической нагрузке	7 (35,0)	1 (5,0)*	8 (40,0)	2 (10,0)*	8 (40,0)	7 (35,0)
Боли в спине при динамической нагрузке	7 (35,0)	3 (15,0)*	6 (30,0)	3 (15,0)*	6 (30,0)	5 (25,0)

Примечание. * различия показателей до и после лечения статистически значимы при $p < 0,05$. ДЭНС — динамическая электронейростимуляция, ЛГ — лечебная корригирующая гимнастика с элементами методики К. Шрот.

Таблица 2. Динамика изменения клинических симптомов у детей со сколиозом, абс. (%)

Table 2. Dynamics of changes in clinical symptoms in children with scoliosis, abs. (%)

Клинические симптомы	Основная группа (ДЭНС+ЛГ), $n=20$		Первая группа сравнения (ДЭНС), $n=20$		Вторая группа сравнения (ЛГ), $n=20$	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
Асимметрия надплечий	20 (100,0)	15 (75,0)*	20 (100,0)	17 (85,0)*	20 (100,0)	10 (50,0)*
Асимметрия лопаток	20 (100,0)	14 (70,0)*#	20 (100,0)	17 (85,0)*	20 (100,0)	16 (80,0)*
Асимметрия треугольников талии	20 (100,0)	13 (65,0)*#	20 (100,0)	17 (85,0)*	20 (100,0)	14 (70,0)*
Рёберный горб (симптом Адамса)	20 (100,0)	18 (90,0)	20 (100,0)	19 (95,0)	20 (100,0)	18 (90,0)
Паравертебральный мышечный валик	18 (90,0)	13 (65,0)*#	19 (95,0)	18 (90,0)	18 (90,0)	16 (80,0)*
Асимметрия крыльев подвздошных костей	11 (55,0)	6 (30,0)*#	17 (85,0)	15 (75,0)	12 (60,0)	8 (40,0)*

Примечание. * различия показателей до и после лечения внутри группы статистически значимы при $p < 0,05$, # различия показателей до и после лечения между основной и первой группой сравнения статистически значимы при $p < 0,05$. ДЭНС — динамическая электронейростимуляция, ЛГ — лечебная корригирующая гимнастика с элементами методики К. Шрот.

асимметрии надплечий, лопаток и треугольников талии, в большей степени — у детей основной группы ($p < 0,05$). В этой группе после лечения число детей с асимметрией надплечий, лопаток и треугольников талии сократилось в среднем в 1,3 раза.

Выявлено значимое межгрупповое различие вышеуказанной клинической симптоматики между группами детей, получавших комплексное воздействие ДЭНС и ЛГ и отдельно ДЭНС ($p < 0,05$).

При динамическом анализе значений силовой выносливости мышц спины и живота отмечено статистически значимое увеличение медиан показателей у детей всех изучаемых групп, однако значимых межгрупповых различий динамики показателей не получено.

Наибольшая значимая динамика роста показателя медианы силовой выносливости мышц спины отмечена среди детей основной группы — с 22,5 [12,0; 30,25] с до лечения до 28,0 [18,25; 38,75] с после него. Менее выраженная динамика роста медиан силовой выносливости мышц спины регистрировалась у детей из второй группы сравнения, получавшей ЛГ.

Наибольшая динамика роста показателя медианы силовой выносливости мышц живота отмечена среди детей, получавших комплексное воздействие ДЭНС и ЛГ, а также отдельно ЛГ — с 23,5 [12,5; 32,0] с до лечения до 30,0 [17,25; 38,75] с после лечения и с 22,0 [14,5; 28,0] с до лечения до 30,0 [22,5; 35,0] с после лечения соответственно. Динамика прогресса показателей медиан силовой выносливости мышц живота у детей, получавших только ДЭНС, менее значима.

С целью динамической оценки нарушений биомеханики, возникающих при сколиотической деформации позвоночника, всем детям до и после курса лечения проводилась сколиометрия — измерение величины угла костной деформации на вершинах сколиотических дуг. Данный метод является строго ориентировочным, он выявляет величину деформации рёберных дуг в градусах при наклоне пациента вперёд с опущенной головой.

При динамическом анализе показателей сколиометрии у детей со сколиозом выявлено увеличение медиан параметров этого метода исследования до и после лечения, более выраженное в группе пациентов, получавших комплексное воздействие ДЭНС и ЛГ, где выявлено статистически значимое различие динамических показателей ($p < 0,05$), однако значимых межгрупповых различий динамики показателей сколиометрии в изучаемых группах не зарегистрировано.

Сравнительный анализ показателей лазерной доплеровской флоуметрии в области вершин сколиотических дуг до и после лечения зарегистрировал рост среднего значения показателей медиан микроциркуляции (M) и изменчивости перфузии (σ), преимущественно в области вершины грудной сколиотической дуги, у детей, получавших комплексное воздействие вышеуказанных физических факторов и изолированно ЛГ.

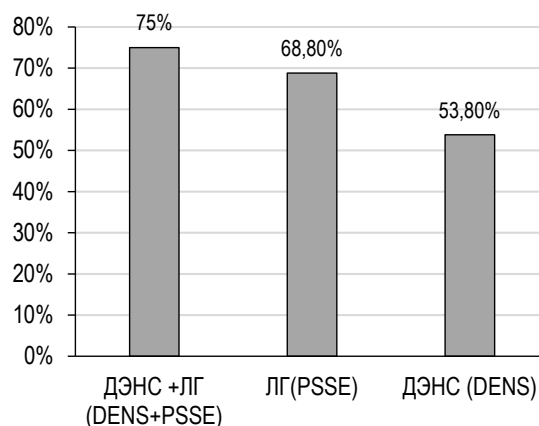


Рис. 1. Эффективность применения ДЭНС, ЛГ и их комплексного воздействия у детей со сколиозом. ДЭНС — динамическая электронейростимуляция, ЛГ — лечебная корригирующая гимнастика с элементами методики Катарина Шрот.

Fig. 1. Effectiveness of dynamic electroneurostimulation, therapeutic gymnastics, and their combined application in children with scoliosis. DENS, dynamic electroneurostimulation, TG, therapeutic corrective gymnastics with elements of the Katharina Schroth method.

Наибольшая эффективность лечения, по данным его непосредственных результатов, отмечена у детей, получавших комплексное воздействие ДЭНС и ЛГ (75,0%) (рис. 1).

При изолированном применении ДЭНС и ЛГ зарегистрирована менее значимая эффективность лечения (53,8 и 68,8% соответственно), при этом статистически значимые различия ($p < 0,05$) были выявлены между основной и первой группой сравнения, а также между двумя группами сравнения.

Катамнестические наблюдения, проведённые у 41,6% детей всех групп спустя 3 и 6 месяцев после окончания курса медицинской реабилитации, выявили сохранение достигнутых показателей (улучшение показателей ортопедического статуса, сколиометрии, силовой выносливости мышц спины и живота, улучшение локальной микроциркуляции в области вершины грудного отдела сколиотической дуги) в среднем лишь у половины детей всех изучаемых групп.

ОБСУЖДЕНИЕ

Благоприятное влияние ДЭНС на динамику показателей клинко-ортопедического статуса и силовую выносливость мышц спины и живота, особенно при её комплексном воздействии с ЛГ с элементами методики К. Шрот у детей со сколиозом, по-видимому, связано с миостимулирующим влиянием ЛГ и антиноцицептивным и трофическим воздействием ДЭНС.

Благоприятное влияние ДЭНС на регрессию кривизны сколиотической дуги (по данным сколиометрии), особенно при её комплексном применении с ЛГ с элементами методики К. Шрот, по-видимому, обусловлено трофическим воздействием ДЭНС на костно-мышечные структуры,

а также миостимулирующим влиянием ЛГ и усилением микроциркуляции в области вершины сколиотической дуги посредством синергичного воздействия вышеуказанных факторов. Положительное влияние ДЗНС на динамику показателей микроциркуляции вершины сколиотической дуги, особенно при её комплексном применении вместе с ЛГ с элементами методики К. Шрот, обусловлено их содружественным воздействием на различные звенья микроциркуляторного русла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведённого исследования представлено научное обоснование возможности комплексного применения биорегулируемой динамической электронейростимуляции у детей со сколиозом.

Выявлено благоприятное воздействие комплексного применения биорегулируемой динамической электронейростимуляции и корригирующей лечебной гимнастики с элементами методики К. Шрот на динамику показателей микроциркуляции за счёт их содружественного воздействия на различные звенья микроциркуляторного русла, а также клинко-ортопедического статуса, силовую выносливость мышц спины и живота. Кроме того, влияет на регрессию кривизны сколиотической дуги посредством синергичного влияния вышеуказанных факторов.

Показана терапевтическая эффективность комплексного воздействия биоуправляемой динамической электронейростимуляции и корригирующей лечебной гимнастики с элементами методики К. Шрот (75,0%) по сравнению с раздельным применением каждого из вышеуказанных факторов (53,8 и 68,8% соответственно).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. М.А. Хан, Д.Ю. Выборнов — формирование концепции и разработка дизайна исследования, редактирование текста рукописи; Е.М. Тальковский — разработка дизайна исследования, анализ и интерпретация данных, написание статьи, отбор и обследование пациентов; Н.И. Тарасов, В.Ф. Прикулс, Е.А. Чернышева — обзор публикаций по теме статьи, отбор и обследование пациентов, написание статьи, анализ и интерпретация данных. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной

медицины им. С.И. Спасокукоцкого» ДЗМ (протокол № 4/4 от 17.05.2023). Законные представители всех участников исследования до включения в исследование добровольно подписали форму информированного согласия, утверждённую в составе протокола исследования этическим комитетом.

Источники финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при подготовке статьи.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима, новые данные не собирали и не создавали.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовались.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions: M.A. Khan, D.Yu. Vybornov: conceptualization, methodology, writing—review & editing; E.M. Talkovskiy: methodology, formal analysis, writing—original draft, investigation; N.I. Tarasov, V.F. Prikuls, E.A. Chernyshova: data curation, resources, writing—original draft, formal analysis. All the authors approved the version of the manuscript to be published and agreed to be accountable for all aspects of the work, ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Ethics approval: The study was conducted in accordance with the protocol of the Local Ethics Committee of the Moscow Research and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine named after S.I. Spasokukotsky, Department of Health of Moscow (protocol No. 4/4, May 17, 2023). Prior to being included in the study, the legal representatives of all study participants voluntarily signed an informed consent form approved by the ethics committee as part of the study protocol.

Funding sources: No funding.

Disclosure of interests: The authors have no relationships, activities, or interests for the last three years related to for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality: No previously published material (text, images, or data) was used in this work.

Data availability statement: The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work, as no new data was collected or created.

Generative AI: No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.

Provenance and peer review: This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved two external reviewers, a member of the editorial board, and the in-house scientific editor.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Tsykunov MB. Medical rehabilitation for scoliotic deformities. *Bulletin of restorative medicine*. 2018;(4):75–91. EDN: YOPAYP
2. Abuseva GR, Badieva VA, Barsukov AV, et al. Physical and Rehabilitation Medicine: National Guide. Brief Edition. Moscow: GEOTAR-Media; 2025. 704 p. doi: 10.33029/9704-9011-2-PRM-2025-1-704 EDN: YLUEHG
3. Korchazhikina NB, Kotenko VK, Khan MA, et al. Modern Rehabilitation and Digital Technologies in Pediatrics. *Methods of Rehabilitation of*

Children of Different Ages Using the Latest Medical Developments. Moscow: EKSMO; 2025. 400 p. EDN: VUGWUX

4. Ponomarenko GN, Badieva VA, Kasparov BS, et al. Tactics of a physician of physical and rehabilitation medicine: A practical guide. 2nd edition, revised and supplemented. Moscow: GEOTAR-Media; 2025. 160 p. doi: 10.33029/9704-9194-2-TRM-2025-1-160

5. Khan MA, Mikitchenko NA, Korchazhkina NB, et al. Use of low-frequency magnetic therapy in the treatment of children with scoliosis. *Physiotherapist*. 2025;21(2):28–36. doi: 10.33920/med-14-2502-04 EDN: ZVLHJC
6. Korchazhkina NB, Mikhailova AA. Features of the use of stabiloplatforms with biofeedback in various socially significant diseases. *Russian journal of the physical therapy, balneotherapy and rehabilitation*. 2019;18(2):103–106. doi: 10.17816/1681-3456-2019-18-2-103-106 EDN: KXDZOQ
7. Bezrukova OV, Kotenko KV, Vasilyeva ES, Korchazhkina NB. Evaluation of the effectiveness of the combined use of physiotherapy exercises and SIS therapy in the treatment of herniated intervertebral discs of the cervical spine. *Russian journal of the physical therapy, balneotherapy and rehabilitation*. 2023;22(3):209–218. doi: 10.17816/625476 EDN: JBRQIM
8. Korchazhkina NB, Mikhailova AA, Kolgaeva DI, Kovalev SA, Rzhnevsky VS. Rationale for the inclusion of pulsed low-frequency electrostatic massage in complex treatment and rehabilitation programs. *Russian journal of the physical therapy, balneotherapy and rehabilitation*. 2019;18(3):191–194. doi: 10.17816/1681-3456-2019-18-3-191-194 EDN: XEMTGF
9. Schreiber S, Whibley D, Somers EC. Schroth Physiotherapeutic Scoliosis-Specific Exercise (PSSE) Trials-Systematic Review of Methods and Recommendations for Future Research. *Children (Basel)*. 2023;10(6):954. doi: 10.3390/children10060954
10. Ceballos-Laita L, Carrasco-Uribarren A, Cabanillas-Barea S, et al. The effectiveness of Schroth method in Cobb angle, quality of life and trunk rotation angle in adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2023;59(2):228–236. doi: 10.23736/S1973-9087.23.07654-2
11. Chen J, Xu T, Zhou J, et al. The Superiority of Schroth Exercise Combined Brace Treatment for Mild-to-Moderate Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *World Neurosurg*. 2024;186:184–196.e9. doi: 10.1016/j.wneu.2024.03.103
12. Sangilov UB, Abdurashidova HBK. The role of rehabilitation measures in the treatment of idiopathic scoliosis in children. *Children's Medicine of the North-West*. 2021;9(1):314–315. EDN: NRAKZN
13. Khan MA, Pogonchenkova IV, Talkovsky EM, et al. Methods of electrical stimulation for scoliosis in children: a literature review. *Bulletin of restorative medicine*. 2024;23(5):116–124. doi: 10.38025/2078-1962-2024-23-5-116-124 EDN: FODURW
14. Kalmuratova BS, Tursynbekova HK, Bekniyazova N. Methods of prevention and physical rehabilitation of children with scoliosis. *Bulletin of Science and Practice*. 2020;6(5):153–156. doi: 10.33619/2414-2948/54/19 EDN: SDJKZC

ОБ АВТОРАХ

* **Тальковский Евгений Максимович**, канд. мед. наук;
адрес: 105120, Россия, Москва, ул. Земляной Вал, д. 53, стр.1;
ORCID: 0000-0002-7517-4625;
eLibrary SPIN: 5031-7531;
e-mail: talge21@mail.ru

Хан Майя Алексеевна, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0002-1081-1726;
eLibrary SPIN: 1070-2800;
e-mail: 6057016@mail.ru

Выборнов Дмитрий Юрьевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-8785-7725;
eLibrary SPIN: 2660-5048;
e-mail: dgkb13@gmail.com

Тарасов Николай Иванович, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-9303-2372;
eLibrary SPIN: 2991-4953;
e-mail: tarasov_doctor@mail.ru

Прикулс Владислав Францевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0003-3489-7760;
eLibrary SPIN: 9247-6389;
e-mail: vlad_doc@list.ru

Чернышёва Елизавета Александровна;
e-mail: Liza.chernyshyova@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Evgeny M. Talkovskiy, MD**, Cand. Sci. (Medicine);
address: 53/1 Zemlyanoy Val st, Moscow, Russia, 105120;
ORCID: 0000-0002-7517-4625;
eLibrary SPIN: 5031-7531;
e-mail: talge21@mail.ru

Maya A. Khan, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0002-1081-1726;
eLibrary SPIN: 1070-2800;
e-mail: 6057016@mail.ru

Dmitriy Yu. Vybornov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0001-8785-7725;
eLibrary SPIN: 2660-5048;
e-mail: dgkb13@gmail.com

Nikolay I. Tarasov, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0002-9303-2372;
eLibrary SPIN: 2991-4953;
e-mail: tarasov_doctor@mail.ru

Vladislav F. Prikuls, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0003-3489-7760;
eLibrary SPIN: 9247-6389;
e-mail: vlad_doc@list.ru

Elizaveta A. Chernysheva;
e-mail: Liza.chernyshyova@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author