



<https://doi.org/10.34883/Pl.2024.15.1.006>



Девятерикова А.А.

Научно-исследовательский институт развития мозга и высших достижений,
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

Влияние онкологических заболеваний на моторные и зрительно-моторные функции у детей

Конфликт интересов: не заявлен.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект [23-78-01117].

Подана: 13.11.2023

Принята: 09.01.2024

Контакты: alena.deviatevikova@gmail.com

Резюме

Совершенствование методов лечения приводит к тому, что с каждым годом увеличивается количество детей, которые успешно завершили лечение онкологического заболевания. Но, несмотря на это, у детей остаются последствия самого заболевания и его лечения, которые требуют дополнительной работы, чтобы дети могли успешно интегрироваться в общество и получить образование. Заболевание и его лечение приводят к различным нарушениям, в том числе нарушению когнитивных, моторных и зрительно-моторных функций. Эти функции вносят значимый вклад в успешность школьного обучения и нарушаются у детей, переживших онкологические заболевания. В настоящее время существует множество способов восстановления когнитивных функций, однако моторные и зрительно-моторные функции часто не оказываются в фокусе внимания специалистов, занимающихся реабилитацией. Целью данного обзора была оценка распространенности моторных и зрительно-моторных нарушений среди детей, переживших онкологические заболевания различного генеза. Кроме того, были описаны вклад моторных и зрительно-моторных функций в школьную успешность и методы диагностики и реабилитации этих функций.

Ключевые слова: педиатрический рак, острый лимфобластный лейкоз, опухоли центральной нервной системы, отсроченные эффекты, токсичность, реабилитация

Deviaterikova A.

Research Institute for Brain Development and Peak Performance, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

The Effect of Oncological Diseases on Motor and Visual-Motor Functions in Children

Conflict of interest: nothing to declare.

Gratitude. The work was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation, project [23-78-01117].

Submitted: 13.11.2023

Accepted: 09.01.2024

Contacts: alena.deviaterikova@gmail.com

Abstract

The improvement of treatment methods leads to the fact that every year there are more and more children who have successfully completed cancer treatment. But children still have the consequences of the disease itself and its treatment, which need to be worked with so that children can successfully integrate into society and get an education. The disease and its treatment lead to various disorders, including impaired cognitive, motor and visual-motor functions. These functions make a significant contribution to the success of school education and decrease in children who have survived cancer. Currently, there are many ways to rehabilitate cognitive functions, but motor and visual-motor functions often do not find themselves in the focus of attention of specialists engaged in rehabilitation. The purpose of this review was to assess the prevalence of motor and visual-motor disorders among children who have survived oncological diseases of various genesis. In addition, the contribution of motor and visual-motor functions to school success and methods of diagnosis and rehabilitation of these functions were described.

Keywords: pediatric cancer, acute lymphoblastic leukemia, tumors of the central nervous system, late effects, toxicity, rehabilitation

■ ВВЕДЕНИЕ

В России ежегодно выявляется не менее 3500 случаев детских онкологических заболеваний, и с каждым годом это число растет [1]. Развитие современной медицины приводит к устойчивому росту показателей выживаемости детей после онкологических заболеваний. Чаще всего среди детей диагностируются различные виды лейкемий и опухолей центральной нервной системы (ЦНС). Завершение лечения и получение статуса «ремиссия» не всегда позволяет детям вернуться к обычной жизни в силу того, что само заболевание и методы лечения приводят к отсроченным эффектам. Выявляют как соматические нарушения, то есть нарушения работы органов и их систем, так и эмоциональные, когнитивные и моторные нарушения, которые сохраняются на протяжении всей жизни [2].

Большинство детей во время лечения находятся на домашнем обучении. После завершения лечения основного заболевания дети должны вернуться к школьному обучению после продолжительного отсутствия. Лечение может занять не менее года,

а в некоторых случаях несколько лет. Например, при лейкозах несколько месяцев проходит интенсивная химиотерапия (фаза индукции), затем 8–10 месяцев фаза консолидирующей химиотерапии и несколько лет поддерживающая химиотерапия [3].

Для того чтобы дети не отставали от своих одноклассников и могли получать образование, в России действуют госпитальные школы «Учим Знаем», благодаря которым дети могут осваивать школьную программу буквально на больничной койке [4]. В зависимости от состояния здоровья ребенка он может посещать учебные классы с другими детьми, подключаться к уроку с помощью современных технологий, или же учитель в индивидуальном порядке посещает палаты. Такие условия помогают снизить стресс во время последующей школьной адаптации, а также не отставать от одноклассников, а значит, не терять учебные годы и вернуться в тот же класс, в котором ребенок учился до болезни. Несмотря на то что само лечение достаточно трудно переносится детьми, дополнительная нагрузка в виде продолжения обучения благотворно сказывается как на самом ребенке, так и на всей семье [5].

Возвращение к школьному обучению некоторым детям дается непросто. Они могут испытывать эмоционально-личностные трудности из-за долгого отсутствия в классе, стыд от видимых послеоперационных шрамов или отсутствия волос. Среди детей, завершивших лечение, часто могут встречаться психические расстройства, такие как тревога, депрессия, расстройство адаптации. Они могут также приводить к различным нарушениям поведения, в том числе к прогулам школы [6].

Кроме эмоционально-личностных проблем и адаптации к возвращению в класс, дети могут сталкиваться с различными когнитивными трудностями: дети предъявляют жалобы на нарушение концентрации внимания, проблемы с памятью, сложности в решении математических задач [7]. Все эти проблемы приводят к трудностям в обучении, снижению мотивации детей и последующему академическому отставанию [8]. Если вовремя не помочь ребенку в адаптации, то проблемы с обучением будут только нарастать. Это в свою очередь будет снижать мотивацию ребенка к обучению, а значит, шансы на то, что ребенок продолжит свое образование в старшей школе, колледже или высшем учебном заведении, снижаются.

У детей нарушение когнитивных функций влияет в первую очередь на новое обучение [11]. Исходя из результатов исследований, мы можем сделать выводы о том, что чем раньше у ребенка появилось онкологическое заболевание, тем сильнее показатели его когнитивных и зрительно-моторных функций будут отличаться от показателей типично развивающихся детей (в сторону ухудшения). Результаты исследований демонстрируют снижение физической работоспособности вскоре после постановки диагноза, во время неотложного лечения, и это сохраняется на протяжении всей жизни [12].

Возвращение детей, переживших онкологические заболевания, в школу является острой социальной проблемой. Для максимально мягкой адаптации детей к школе многим из них необходима дополнительная помощь различных специалистов. Для того чтобы определить, какого рода помочь будет нужна конкретному ребенку, нужно выявить группы риска исходя из специфики онкологического заболевания, а также из возможных нарушений, вызванных конкретным заболеванием и его лечением.

Специфика когнитивных, моторных и зрительно-моторных нарушений у детей, переживших онкологические заболевания различного генеза

Онкологические заболевания и методы их лечения могут оказывать различные отсроченные эффекты на когнитивную и моторную сферу детей. Острый лимфобластный лейкоз (ОЛЛ) – один из самых встречающихся видов рака среди детей. ОЛЛ чаще всего диагностируется у детей в возрасте от 3 до 5 лет. При стандартных режимах лечения оно занимает около 2–3 лет, то есть как раз к моменту поступления ребенка в школу лечение завершается [13].

Особенность схемы лечения ОЛЛ вне зависимости от протокола лечения включает в себя терапию, направленную на центральную нервную систему. Такая схема лечения предполагает, что дети испытывают разной степени нейротоксичность, которая проявляется в виде снижения когнитивных способностей и моторных функций [14].

Было также продемонстрировано, что применение химиотерапии, направленной на центральную нервную систему, такой как интратекальный метотрексат, вызывает двигательные и сенсорные проблемы у детей с ОЛЛ [15].

У детей, переживших острый лимфобластный лейкоз, зачастую выявлялись грубые двигательные нарушения при постановке диагноза [16] и после завершения лечения [17]. В тех случаях, когда для терапии рака используются протоколы, включающие лечение винкристином, у пациентов регистрируется нарушение равновесия [16]. При этом на двигательное развитие не оказывали влияния такие факторы, как продолжительность лечения, время от начала лечения, время после завершения облучения, кумулятивная доза облучения или тип рака [18, 19]. У части детей, которые проходили лечение ОЛЛ, отмечается снижение ловкости рук, по сравнению со здоровыми сверстниками. Кроме того, они испытывают намного больше трудностей с письмом и им намного сложнее осваивать такие моторные навыки, как, например, рисование [20–22].

Опухоли головного мозга являются вторыми по распространенности опухолевыми заболеваниями среди детей [23]. Более половины из этих опухолей расположены в задней черепной ямке, в полушариях мозжечка, стволе мозга, четвертом желудочке или мосте [24]. Тремя наиболее распространенными опухолями задней ямки являются медуллобластома (40%), пилоцитарная астроцитома (20–35%) и эпендимома (10%). При лечении опухолей ЦНС чаще всего первым этапом удаляется сама опухоль, затем применяют дополнительные методы лечения: химиотерапию или лучевую терапию.

Сразу после операции у пациентов регистрируются гиптония и атаксия [25], которые могут сохраняться вплоть до года с момента проведенной операции [26]. Для детей, переживших опухоли ЦНС, самым явным двигательным нарушением является нарушение баланса [27]. Кроме нарушения баланса, часто встречается снижение скорости обработки поступающей информации. Среди детей, переживших онкологические заболевания ЦНС, навыки мелкой моторики снижены и в правой, и в левой руке, но наибольшее ухудшение наблюдалось в недоминантной руке, что может указывать на большие трудности недоминантного полушария.

В протоколах лечения онкологических заболеваний есть вещества, которые могут негативно повлиять на развитие центральной и периферической нервных систем (ПНС). Нарушения в ЦНС и ПНС в свою очередь могут приводить к целому ряду двигательных и когнитивных нарушений. Считается, что развитие белого вещества

в ЦНС особенно уязвимо к воздействию метотрексата. Белое вещество мозга отвечает за проведение нервного импульса, и его разрушение вызывает ухудшение когнитивных функций. Имеются убедительные доказательства того, что целостность белого вещества важна для таких навыков, как зрительно-моторная интеграция и мелкая моторика, которые зависят от связи между несколькими областями мозга [28, 29].

Множество химиотерапевтических агентов, которые используются при лечении онкологических заболеваний, могут приводить к острым и хроническим повреждениям и дисфункциям периферической нервной системы, которые обозначаются как «периферическая нейропатия, индуцированная химиотерапией» [30].

Так, одним из распространенных препаратов для лечения онкологических заболеваний является винкристин. Винкристин повреждает как мелкие, так и крупные нервные волокна, которые участвуют в сенсорных, двигательных и вегетативных функциях. Винкристин вызывает аномальное уменьшение амплитуды проводимости сенсорных и двигательных нервов, причем наибольшие изменения наблюдаются именно в двигательных нервах [31]. Специалисты должны следить за тем, чтобы вовремя диагностировать нейропатию, так как ранние признаки пациенты не могут обнаружить самостоятельно. При диагностике нейропатии необходимо оценить глубокие сухожильные рефлексы и силу. Оценка рефлексов эффективна и быстра даже среди очень маленьких детей, поэтому этот метод наиболее распространен среди детских онкологов.

Именно терапия винкристином приводит к повышенной нейротоксичности среди педиатрических пациентов [32]. К настоящему моменту нет эффективной терапии, которая могла бы работать в паре с винкристином, чтобы снимать риски нейропатии у онкологических пациентов. При этом для части детей это единственный способ вылечить рак, поэтому его использование продолжается.

В настоящее время дети чаще всего получают одновременно несколько методов терапии. Наиболее распространенные методы лечения рака у детей включают хирургическое вмешательство, лучевую терапию, химиотерапию и трансплантацию костного мозга, причем ребенок часто получает комбинацию этих методов лечения, называемую мультимодальным лечением [33].

При лейкозах проводят лучевую или химиотерапию, и в случае неудачного лечения могут применять трансплантацию гомеотических стволовых клеток (ТГСК). ТГСК является очень агрессивным методом лечения, который используют только в том случае, когда уже нет альтернативы. Сразу после процедуры ТГСК регистрируются нейрокогнитивные нарушения. Ретроспективные исследования показывают, что такого рода когнитивные снижения не только не исчезают после лечения, но и могут со временем увеличиваться [34].

Исследование детей, переживших ТГСК, показало, что академические результаты были значительно ниже, чем в нормативной группе, но выше, чем среди детей с неспособностью к обучению. Когнитивные способности, оцененные как баллы по тестам интеллекта, оставались стабильными через два года после терапии ТГСК. Лонгитюдное исследование прогрессирующего снижения нейрокогнитивных функций среди выживших после ТГСК [35] показало снижение зрительно-моторных навыков и показателей памяти в течение первого года после ТГСК. Через три года после ТГСК наблюдалось улучшение показателей зрительно-моторного развития и памяти, но появились новые нарушения вербальных навыков, что может говорить о том, что

первичные когнитивные и моторные нарушения могут инициировать последующие нарушения речи. Недавний обзор показал, что мышечная сила и баланс, по-видимому, нарушаются в различной степени у детей с раком во время лечения и вне его, а также через несколько лет после прекращения лечения [36].

Таким образом, вне зависимости от самого заболевания и его лечения среди детей, переживших онкологические заболевания, отмечаются когнитивные и моторные снижения, как при опухолях, локализованных в ЦНС, так и при лейкозах, в том числе при лейкозах, в лечении которых использовалась ТГСК. Среди детей, переживших онкологические заболевания ЦНС, более выражены нарушения в крупной моторике, а среди детей, переживших лейкозы, чаще регистрируются нарушения навыков мелкой моторики и зрительно-моторной координации. Однако при более строгой диагностике нарушения как крупной, так и мелкой моторики, а также зрительно-моторной координации встречаются среди всех детей, переживших онкологические заболевания. А значит, в локусе внимания реабилитологов оказываются практически все дети, завершившие лечение онкологического заболевания.

Вклад моторных и зрительно-моторных нарушений в академические достижения детей

ЦНС и ПНС участвуют в реализации двигательных паттернов. Среди детей, переживших онкологические заболевания, выявляются различные двигательные дефициты, причем грубые двигательные нарушения наиболее выражены во время и сразу после лечения, а трудности в мелкой моторике и зрительно-моторной координации выявляются после завершения лечения, иногда даже через несколько лет. Наибольшие двигательные нарушения в крупной и мелкой моторике наблюдаются среди детей, которые заболели до 6 лет [16, 37].

Функциональные исследования показывают, что при решении двигательных и когнитивных задач активируются одинаковые отделы мозга, такие как мозжечок и префронтальная кора. Эти данные позволяют делать выводы о том, что двигательные и когнитивные навыки связаны [38]. Исследования демонстрируют, что двигательные навыки являются базой для развития когнитивных способностей, таких как невербальный интеллект и академическая успеваемость, особенно в арифметике и письме [15].

Основные двигательные навыки формируются в раннем возрасте, как за счет роста и усложнения тела, так и за счет направленного обучения. Химиотерапевтические агенты могут вызывать отсроченную дисфункцию скелетных мышц у пациентов. Кроме очевидных физиологических ограничений, среди пациентов распространены болевые симптомы и выраженная хроническая усталость, которые также ограничивают двигательную активность детей, переживших онкологические заболевания [39].

Дети, пережившие онкологические заболевания и вернувшиеся в школу, чаще всего будут учиться хуже, чем их здоровые сверстники. Причем трудности в обучении будут как в математических дисциплинах, так и в чтении [40]. Есть данные о том, что зрительно-моторные и зрительно-пространственные способности связаны с успешностью в математических дисциплинах среди детей, у которых диагностированы нарушения нервного развития, в том числе и различные онкологические заболевания. Это может быть связано с тем, что многие математические задачи, такие как математические операции (например, вычитание и сложение), задействуют мысленную числовую линию, которая зависит от визуально-пространственной обработки.

Навыки мелкой моторики, особенно мелкая моторика пальцев рук, вносят значимый вклад в обучение счету. Баттерворт [41] предполагает, что дети, которые учатся считать и решать простые арифметические задачи, используют свои пальцы как физическое/осозаемое представление числа. Поэтому мелкая моторика пальцев рук особенно связана с математическими успехами в младших классах, в операциях сложения и вычитания. Результаты нейровизуализации подтверждают связь между счетом и математическими вычислениями в уме и движениями пальцев (даже если ребенок не считает на пальцах, они могут двигаться). Существует также связь, хотя и менее прямая, между зрительно-моторной интеграцией и чтением слов, а также умением писать от руки, то есть чистописанием. В свою очередь чистописание связано с чтением, особенно чтением сложных слов. В целом навыки письма, речи и чтения требуют скоординированных мелких движений рук, глаз и рта, то есть в той или иной мере связаны с мелкой моторикой [44].

Нарушение работы мозжечка часто приводит к моторным дефицитам, так как мозжечок традиционно является двигателевым центром мозга. Двигательная система имеет иерархическую организацию, поэтому опухоли, локализованные в области мозжечка, могут приводить к нарушению работы всей системы от самых крупных моторных движений до самых мелких движений (движений глаз) [45].

Точная природа зрительно-моторного дефицита к настоящему моменту до конца не изучена. Дети, завершившие лечение острого лимфобластного лейкоза, с трудом справляются с заданиями зрительно-моторной интеграции более высокого уровня, в то время как навыки координации более простой мелкой моторики (например, проведение взглядом между линиями) не нарушаются.

Таким образом, навыки крупной и мелкой моторики, а также зрительно-моторной интеграции вносят значимый вклад в школьную успеваемость среди детей. В случае если ребенок перенес онкологическое заболевание, его двигательные навыки нарушаются. Эти нарушения могут приводить к школьной неуспеваемости или к трудностям в обучении. Чаще всего двигательные нарушения не принимаются во внимание при работе со школьной неуспешностью детей, переживших онкологические заболевания. Реабилитация преимущественно основана на восстановлении именно когнитивных функций, которые также нарушаются вследствие заболевания и его лечения. Однако комплексная терапия, которая будет направлена на восстановление одновременно когнитивных и моторных функций, может быть более эффективна. Поэтому важно правильно и своевременно выявить моторные и зрительно-моторные дефициты среди детей, переживших онкологические заболевания различного генеза.

Методы диагностики моторных и зрительно-моторных функций у детей

Для оценки моторики есть комплексные тесты, к которым относится тест Бруининкс – Озеретского (BOT-2, Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency). За счет того, что тестируются и крупно-, и мелкомоторные навыки, а также зрительно-моторная интеграция, тест занимает в среднем от 40 до 70 минут. В рамках тестирования оцениваются крупномоторные навыки: сила, ловкость, баланс (в ходе тестирования необходимо прыгать в длину, бегать, отжиматься, удерживать баланс на одной ноге и т. д., поэтому тестирование не подходит для детей с серьезно нарушенной крупной моторикой). Также в teste оцениваются навыки мелкой моторики (рисование, нанизывание бусин на нитку, сортировка карточек и т. д.) и зрительно-моторной

интеграции (срисовывание фигур). По результатам теста по каждой шкале ребенок получает стандартизованные баллы (то есть исследователь может сделать вывод о том, что, например, навыки крупной моторики у ребенка в норме, а мелкомоторные навыки необходимо корректировать). Также в результате теста получается общий двигательный балл, который отражает показатели развития всей двигательной сферы ребенка [46].

Вторым распространенным тестом для оценки крупной и мелкой моторики среди здоровых детей и детей, переживших онкологические заболевания, является MABC-2 (Movement Assessment Battery for Children). Он состоит из трех подтестов: ловкость (вставить колышки в отверстия, затянуть шнурок и перерисовывание по образцу), прицеливание и ловля (бросание и ловля одной и двумя руками) и баланс (балансбординг, ходьба с пятки на носок и прыжки) [40].

Похожую логику, но для оценки только навыков крупной моторики и зрительно-моторной координации (как прицеливания) имеет недавно разработанный тест UQAC-UQAM, который также оценивает навыки силы, ловкости и баланса [47].

Существует множество тестов, которые направлены на оценку только мелкой моторики или зрительно-моторной интеграции. Такие тесты пользуются большой популярностью, так как они занимают меньше времени и их можно проводить с несколькими детьми сразу, например с целым классом, как скрининг. Так, широко используется тест на оценку зрительно-моторной интеграции Beery VMI (visual motor integration). Тест состоит из трех частей, оценивает моторную координацию, визуальную перцепцию и зрительно-моторную интеграцию. То есть с его помощью сразу можно определить слабые звенья, нарушенено ли у ребенка зрительное восприятие, есть ли трудности в пальцевой моторике или только в их совместной работе [47].

Также распространенным простым и быстрым тестом для оценки навыков мелкой моторики является доска Purdue Pegboard. Это доска с отверстиями, в которые необходимо вставить колышки (которые нужно взять из стоящей рядом чаши) за ограниченное время. Для выполнения теста необходимы как грубые движения кистей рук и пальцев, так и мелкие движения кончиков пальцев. Этот тест дает гораздо меньше информации о состоянии мелкой моторики и зрительно-моторной координации, чем, например, тест VMI, зато с помощью этой доски мы можем протестировать обе руки ребенка (сделать задание доминантной и недоминантной рукой). Несомненно, недоминантная рука будет менее ловкой, однако может быть выявлено нарушение в виде параличей или парезов.

В некоторых исследованиях используются оба теста и обнаруживаются положительные корреляции между Purdue и VMI, что позволяет предположить, что результаты по Purdue могут предсказывать более позднее снижение зрительно-моторной интеграции в teste VMI. Также значительные корреляции были обнаружены между исходным показателем Purdue Pegboard и IQ в течение 1 года [21].

Методы реабилитации

Среди детей, переживших онкологические заболевания, моторные нарушения очень распространены и оказывают влияние на повседневную жизнь, успешность в обучении и успехи во взрослой жизни. Нарушения моторных функций обратимы и поддаются коррекции [49]. Существует множество подходов и программ, которые чаще всего называются тренингами или реабилитацией. Они могут быть точечными,

то есть направленными на какую-то конкретную функцию, но чаще всего современные программы комплексные, то есть включают в себя одновременно и моторные, и когнитивные тренировки, а также психотерапевтические занятия.

Большинство детей, которые пережили онкологические заболевания, ведут довольно пассивный образ жизни, чаще всего проводя все время дома. Это часто связано с тем, что родители не хотят подвергать детей дополнительному риску или тренер не готов брать ответственность за возможный травматизм детей в секциях. Хотя пережитое заболевание само по себе не является противопоказанием для физической активности.

Поэтому для этой группы эффективными будут даже простые физические упражнения (например, утренняя зарядка и прогулка). Кроме улучшения крупной моторики, ежедневная физическая активность также может улучшить настроение детей и, возможно, снимет часть депрессивных симптомов [50].

Большинство программ также направлены на общеукрепляющие и аэробные занятия, которые подходят для детей со всеми типами онкологических заболеваний. Также популярными методами реабилитации являются различные видеоигры, например системы кинект, при игре в которые ребенок должен двигаться всем телом или отдельно руками и ногами. Такого рода игровые реабилитационные мероприятия приносят быстрый эффект и очень нравятся самим детям. Также все больше набирают популярность игры в виртуальной реальности (exergaming). Количественные показатели среди можно задавать самостоятельно, тем самым подстраивая их под участника тренинга (например, если нам нужна различная сложность движений).

Во время физической активности увеличиваются показатели активации мозга, что выражено в том, что нейроны более активны во время выполнения в том числе и когнитивных задач. Регистрируются функциональные изменения в белом и сером веществе мозга. Также происходит увеличение мозгового кровотока. Важно отметить, что физические упражнения даже среди типично развивающихся детей и подростков приводят к повышению показателей когнитивных функций (хотя когнитивная стимуляция отсутствует). Однако не только уровень физической активности сам по себе, но и связанная с ним двигательная компетентность, по-видимому, имеют решающее значение для улучшения когнитивных функций, школьной успеваемости и качества жизни в целом.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Успехи современной медицины позволяют вылечить от онкологических заболеваний все большее количество детей, однако само заболевание и его лечение могут приводить к отсроченным эффектам. Отсроченные эффекты могут выражаться как в соматических нарушениях, так и в когнитивных и эмоционально-личностных. В настоящее время эти сферы находятся в фокусе внимания врачей и специалистов, которые занимаются реабилитацией детей, переживших онкологические заболевания. Но к настоящему моменту существует не так много исследований, которые направлены на выявление двигательных нарушений, особенно проблем дифференциальной диагностики, которая бы оценивала различные виды моторики: крупно- и мелкомоторные навыки, а также зрительно-моторную координацию.

Среди нормотипичных детей моторика играет важную роль в школьной успеваемости. Так, у детей в начальной школе развитие мелкой моторики и

зрительно-моторной координации влияет на освоение чистописания и рисования. В средней школе снижение показателей мелкой моторики и зрительно-моторной координации может приводить к трудностям в обучении математике и чтению.

Дети, пережившие онкологические заболевания, чаще всего возвращаются в общеобразовательные учреждения, поэтому важно, чтобы их когнитивные и двигательные возможности позволяли им успешно осваивать школьную программу. Когнитивные дефициты и их влияние на успешность в школе среди детей, переживших онкологические заболевания, хорошо изучены, а также есть реабилитационные программы, направленные на восстановление когнитивных функций. Аналогичные программы для восстановления крупной и мелкой моторики, а также зрительно-моторной координации существуют, но в гораздо меньших объемах. Учитывая, что дети, пережившие онкологические заболевания, ведут малоподвижный образ жизни, то и базовая двигательная активность поможет улучшить двигательную сферу. К настоящему моменту существует понимание, что любые детские онкологические заболевания могут приводить к моторным нарушениям различной выраженности.

Однако для более эффективных реабилитационных программ необходимо лучшее понимание того, какого рода двигательные дефициты характерны для тех или иных онкологических заболеваний, а также какова их связь с определенными методами лечения. Это позволит в дальнейшем создавать более эффективные, точечно направленные реабилитационные программы.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Alexandrova G.A., Kakorina E.P., Karavaeva L.V. (2017) Epidemiology of malignant neoplasms in children: key indicators in 2011–2016. (in Russian)
2. Bitske M.J., Cohen D., Dillon R. (2016) Psychosocial late effects in pediatric cancer survivors: a report from the Children's Oncology Group. *Pediatric blood & cancer*, vol. 63, no 2, pp. 337–343. doi: 10.1002/pbc.25773
3. Bilimoria K.Y., Bentrem D.J., Wayne J.D. (2009) Small bowel cancer in the United States: changes in epidemiology, treatment, and survival over the last 20 years. *Annals of surgery*, vol. 249, no 1, pp. 63–71. doi: 10.1097/SLA.0b013e3181e4641
4. Vagurina V.V., Obukhov A.S., Filatov A.A. (2020) Professional and personal positions of hospital school teachers. *Pedagogy: Cadres of science, culture, education*, vol. 10, pp. 76.
5. Armstrong G.T., Liu Q., Yasui Y. (2009) Long-term outcomes among adult survivors of childhood central nervous system malignancies in the Childhood Cancer Survivor Study. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, vol. 101, no 13, pp. 946–958. doi: 10.1093/jnci/djp148
6. Donnan B.M., Webster T., Wakefield C.E. (2015) What about school? Educational challenges for children and adolescents with cancer. *The Educational and Developmental Psychologist*, vol. 32, no 1, pp. 23–40. Available at: <https://doi.org/10.1017/edp.2015.9>
7. Wakefield C.E., McLoone J., Goodeough B. (2010) The psychosocial impact of completing childhood cancer treatment: A systematic review of the literature. *Journal of Pediatric psychology*, vol. 35, no 3, pp. 262–274. Available at: <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jsp056>
8. Ahles T.A., Root J.C. (2018) Cognitive effects of cancer and cancer treatments. *Annual review of clinical psychology*, vol. 14, pp. 425–451. doi: 10.1146/annurev-clinpsy-050817-084903
9. Van Wyk Y., Pienaar A.E., Coetze D. (2020) Relationship between academic achievement, visual-motor integration, gender and socio-economic status: North-West Child Health Integrated with Learning and Development study. *South African Journal of Childhood Education*, vol. 10, no 1, pp. 1–11. doi: 10.4102/sajce.v10i1.646
10. Gallahue D.L. (1989) Understanding motor development: Infants, children. *Adolescents*, pp. 200–236.
11. Aarsen F.K., Paquier P.F., Arts W.F. (2009) Cognitive deficits and predictors 3 years after diagnosis of a pilocytic astrocytoma in childhood. *Journal of clinical oncology*, vol. 27, no 21, pp. 3526–3532. doi: 10.1200/JCO.2008.19.6303
12. Phillips N.S., Howell C.R., Lanctot J.Q. (2020) Physical fitness and neurocognitive outcomes in adult survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia: A report from the St. Jude Lifetime cohort. *Cancer*, vol. 126, no 3, pp. 640–648. doi: 10.1002/cncr.32510
13. Pui C.H., Evans W.E. (2006) Treatment of acute lymphoblastic leukemia. *New England Journal of Medicine*, vol. 354, no 2, pp. 166–178. doi: 10.1056/NEJMra052603
14. Hunger S.P., Lu X., Devidas M. (2012) Improved survival for children and adolescents with acute lymphoblastic leukemia between 1990 and 2005: a report from the children's oncology group. *Journal of clinical oncology*, vol. 30, no 14, pp. 1663. doi: 10.1200/JCO.2011.37.8018
15. Krull K.R., Hockenberry M.J., Miketova P. (2013) Chemotherapy-related changes in central nervous system phospholipids and neurocognitive function in childhood acute lymphoblastic leukemia. *Leukemia & lymphoma*, vol. 54, no 3, pp. 535–540. doi: 10.3109/10428194.2012.717080
16. Reinders-Messelink H., Schoemaker M., Snijders T. (1999) Motor performance of children during treatment for acute lymphoblastic leukemia. *Medical and Pediatric Oncology: The Official Journal of SIOP – International Society of Pediatric Oncology (Société Internationale d'Oncologie Pédiatrique)*, vol. 336, pp. 545–550. doi: 10.1002/(sici)1096-911x(199912)33:6<545::aid-mpo4>3.0.co;2-y
17. Hartman A., te Winkel M.L., van Beek R.D. (2009) A randomized trial investigating an exercise program to prevent reduction of bone mineral density and impairment of motor performance during treatment for childhood acute lymphoblastic leukemia. *Pediatric blood & cancer*, vol. 53, no 1, pp. 64–71. doi: 10.1002/pbc.21942

18. Hartman A., van den Bos C., Stijnen T. (2006) Decrease in motor performance in children with cancer is independent of the cumulative dose of vincristine. *Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society*, vol. 106, no 6, pp. 1395–1401. doi: 10.1002/cncr.21706
19. Hartman A., Pieters R., van den Bos C. (2008) Perceived and actual motor competence of children treated for cancer with vincristine containing chemotherapy. *Pediatric blood & cancer*, vol. 51, no 2, pp. 306–307. doi: 10.1002/pbc.21567
20. Hockenberry M., Krull K., Moore K. (2007) Longitudinal evaluation of fine motor skills in children with leukemia. *Journal of pediatric hematology/oncology*, vol. 29, no 8, pp. 535–539. doi: 10.1097/MPH.0b013e3180f61b92
21. Reinders-Messelink H.A., Schoemaker M.M., Snijders T.A. (2001) Analysis of handwriting of children during treatment for acute lymphoblastic leukemia. *Medical and Pediatric Oncology: The Official Journal of SIOP – International Society of Pediatric Oncology*, vol. 37, no 4, pp. 393–399. doi: 10.1002/mpo.1216
22. Hartman A., van den Bos C., Stijnen T. (2006) Decrease in motor performance in children with cancer is independent of the cumulative dose of vincristine. *Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society*, vol. 106, no 6, pp. 1395–1401. doi: 10.1002/cncr.21706
23. Ward E., DeSantis C., Robbins A. (2014) Childhood and adolescent cancer statistics, 2014. *CA: a cancer journal for clinicians*, vol. 64, no 2, pp. 83–103. doi: 10.3322/caac.21219
24. Alves C.A.P.F., Löbel U., Martin-Saavedra J.S. (2021) A diagnostic algorithm for posterior fossa tumors in children: A validation study. *American Journal of Neuroradiology*, vol. 42, no 5, pp. 961–968. doi: 10.3174/ajnr.A7057
25. Gadgil N., Hansen D., Barry J. (2016) Posterior fossa syndrome in children following tumor resection: Knowledge update. *Surgical neurology international*, vol. 7, no 6, pp. 179. doi: 10.4103/2152-7806.178572
26. Schmahmann J.D. (2020) Pediatric post-operative cerebellar mutism syndrome, cerebellar cognitive affective syndrome, and posterior fossa syndrome: historical review and proposed resolution to guide future study. *Child's Nervous System*, vol. 36, pp. 1205–1214. doi: 10.1007/s00381-019-04253-6
27. Drenova A.A., Skvortsov D.V. (2020) Postural balance in pediatric posterior fossa tumor survivors: Through impairments to rehabilitation possibilities. *Clinical Biomechanics*, vol. 71, pp. 53–58. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2019.10.025
28. Deprez S., Amant F., Yigit R. (2011) Chemotherapy-induced structural changes in cerebral white matter and its correlation with impaired cognitive functioning in breast cancer patients. *Human brain mapping*, vol. 32, no 3, pp. 480–493. doi: 10.1002/hbm.21033
29. Moleksi M. (2000) Neuropsychological, neuroanatomical, and neurophysiological consequences of CNS chemotherapy for acute lymphoblastic leukemia. *Archives of clinical neuropsychology*, vol. 15, no 7, pp. 603–630.
30. Kandula T., Park S.B., Cohn R.J. (2016) Pediatric chemotherapy induced peripheral neuropathy: a systematic review of current knowledge. *Cancer treatment reviews*, vol. 50, pp. 118–128. doi: 10.1016/j.ctrv.2016.09.005
31. Hausheer F.H., Schilsky R.L., Bain S. (2006) Diagnosis, management, and evaluation of chemotherapy-induced peripheral neuropathy. In *Seminars in oncology*, vol. 33, no 1, pp. 15–49. doi: 10.1053/j.seminoncol.2005.12.010
32. Courtemanche H., Magot A., Ollivier Y. (2015) Vincristine-induced neuropathy: Atypical electrophysiological patterns in children. *Muscle & Nerve*, vol. 52, no 6, pp. 981–985. doi: 10.1002/mus.24647
33. Balis F. (1993) General principles of chemotherapy. *Principles and practice of pediatric oncology*, pp. 222–224.
34. Smedler A.C., Nilsson C., Bolme P. (1995) Total body irradiation: a neuropsychological risk factor in pediatric bone marrow transplant recipients. *Acta Paediatrica*, vol. 84, no 3, pp. 325–330. doi: 10.1111/j.1651-2227.1995.tb13637.x
35. Shah A.J., Eppert K., Azen C. (2008) Progressive declines in neurocognitive function among survivors of hematopoietic stem cell transplantation for pediatric hematologic malignancies. *Journal of pediatric hematology/oncology*, vol. 30, no 6, pp. 411–418. doi: 10.1097/MPH.0b013e318168e750
36. Ness K.K., Delany J.P., Kaste S.C. (2015) Energy balance and fitness in adult survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*, vol. 25, no 22, pp. 3411–3419. doi: 10.1182/blood-2015-01-621680
37. Coombs A., Schilperoort H., Sargent B. (2020) The effect of exercise and motor interventions on physical activity and motor outcomes during and after medical intervention for children and adolescents with acute lymphoblastic leukemia: A systematic review. *Critical reviews in oncology/hematology*, vol. 152, pp. 103004. doi: 10.1016/j.critrevonc.2020.103004
38. Diamond A. (2000) Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child development*, vol. 71, no 1, pp. 44–56. doi: 10.1111/j.1467-8624.00117
39. De Luca C.R., McCarthy M., Galvin J. (2013) Gross and fine motor skills in children treated for acute lymphoblastic leukaemia. *Developmental neurorehabilitation*, vol. 16, no 3, pp. 180–187. doi: 10.3109/17518423.2013.771221
40. Peterson C.C., Johnson C.E., Ramirez L.Y. (2008) A meta-analysis of the neuropsychological sequelae of chemotherapy-only treatment for pediatric acute lymphoblastic leukemia. *Pediatric blood & cancer*, vol. 51, no 1, pp. 99–104. doi: 10.1002/pbc.21544
41. Butterworth B. (2005) The development of arithmetical abilities. *Journal of child psychology and psychiatry*, vol. 46, no 1, pp. 3–18. doi: 10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x
42. Grissmer D., Grimm K.J., Aiyer S.M. (2010) Fine motor skills and early comprehension of the world: two new school readiness indicators. *Developmental psychology*, vol. 46, no 5, pp. 1008. doi: 10.1037/a0020104
43. Piscione P.J., Bouffet E., Timmons B. (2017) Exercise training improves physical function and fitness in long-term paediatric brain tumour survivors treated with cranial irradiation. *European Journal of Cancer*, vol. 80, pp. 63–72. doi: 10.1016/ejca.2017.04.020
44. Deitz J.C., Kartin D., Kopp K. (2007) Review of the Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency (BOT-2). *Physical & occupational therapy in pediatrics*, vol. 27, no 4, pp. 87–102.
45. Leone M., Viret P., Bui H.T. (2014) Assessment of gross motor skills and phenotype profile in children 9–11 years of age in survivors of acute lymphoblastic leukemia. *Pediatric blood & cancer*, vol. 61, no 1, pp. 46–52. doi: 10.1002/pbc.24731
46. Butler R.W., Sahler O.J.Z., Askins M.A. (2008) Interventions to improve neuropsychological functioning in childhood cancer survivors. *Developmental disabilities research reviews*, vol. 14, no 3, pp. 251–258. doi: 10.1002/ddrr.33
47. Spreafico F., Murelli M., Timmons B.W. (2019) Sport activities and exercise as part of routine cancer care in children and adolescents. *Pediatric blood & cancer*, vol. 66, no 8, pp. e27826. doi: 10.1002/pbc.27826
48. Benzing V., Spitzhüttl J., Siegwart V. (2020) Effects of cognitive training and exergaming in pediatric cancer survivors – a randomized clinical trial. *Medicine and science in sports and exercise*, vol. 52, no 11, pp. 2293. doi: 10.1249/MSS.0000000000002386
49. Bernal J.D., Recchia F., Danny J.Y. (2023) Physical activity and exercise for cancer-related cognitive impairment among individuals affected by childhood cancer: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Child & Adolescent Health*, vol. 7, no 1, pp. 47–58. doi: 10.1016/S2352-4642(22)00286-3
50. Ho K.Y., Li W.H., Lam K.W.K. (2019) Relationships among fatigue, physical activity, depressive symptoms, and quality of life in Chinese children and adolescents surviving cancer. *European Journal of Oncology Nursing*, vol. 38, pp. 21–27. doi: 10.1016/ejon.2018.11.007