

3. Малютин, Г.В. Офисная гимнастика для сотрудников умственного труда / Г.В. Малютин, И.А. Дубовицкая, Л.В. Иванова // Вестник Тамбовского университета. Серия гуманитарные науки. – 2014. – №5 (133). – С. 215–219.

4. Цагарелли, Ю.А. Системная диагностика человека и развитие психических функций / Ю.А. Цагарелли. – Казань : Акцептор, 2009. – 378 с.

REFERENCES

1. Balsevich, V.K. (2014), “Features of motivation of people involved in physical culture and sports at different stages of human ontogenesis”, *Physical culture, sports, tourism: scientific and methodological support: materials scientific practical conf.*, Perm, pp. 29-31.

2. Vinogradov, P.A. and Okounkov, Yu.V. (2015), *Physical culture and sport workers: scientific and methodological, sociological and organizational aspects*, Soviet Sport, Moscow.

3. Malyutin G.V., Dubovickaya I.A. and Ivanova L.V. (2014), “Office gymnastics for knowledge workers”, *Bulletin of the Tambov University. Humanities Series*, No. 5 (133), pp. 215-219.

4. Tsagarelli, Yu.A. (2009), *Man's system diagnostics and development of mental functions*, Acceptor, Kazan.

Контактная информация: kireeva_an@bk.ru

Статья поступила в редакцию 04.09.2020

УДК 796.012.5

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЕХНИКИ ХОДЬБЫ У ПАЦИЕНТОВ НЕЙРОХИРУРГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Фанида Менихановна Соколова, кандидат педагогических наук, доцент, врач ЛФК высшей категории, профессор, Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, инструктор-методист по ЛФК, Российский нейрохирургический институт им. проф. А.Л. Поленова филиал Национального медицинского исследовательского центра имени В.А.

Алмазова, Санкт-Петербург; **Анна Вячеславовна Царева**, ассистент, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина); **Ольга Андреевна Яковлева**, преподаватель, Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург

Аннотация

Введение – статья посвящена проблемам оценки результативности нейрореабилитации, поскольку факт достижения бытовой независимости не гарантирует пациенту возвращения к привычному образу жизни, в связи с чем необходимо регулярно производить оперативное исследование кинематических характеристик техники ходьбы и их оценку с позиций биомеханики. Цель исследования – определить проблемы оперативного контроля за восстановлением техники ходьбы у пациентов нейрохирургического профиля и предложить пути их решения. Задачи исследования: 1) Выявить потенциал совершенствования методов оценки результативности восстановительного лечения пациентов нейрохирургического профиля; 2) Предложить пути решения проблем оперативной оценки техники ходьбы в условиях палаты стационара. Методика и организация исследования – проведен теоретический анализ современных методов оценки исходов восстановительного лечения пациентов нейрохирургического профиля (на примере ходьбы) на базе данных научно-методической литературы. Результаты исследования и их обсуждение: – представлены отличия основных современных способов оценки эффективности ходьбы, в частности: методы визуальной оценки с использованием шкал, отражают преимущественно результативность действий, не затрагивая структуру самого движения; – раскрыты информативность и возможности применения в условиях палаты стационара каждого способа: например, шкалы применимы в палатных условиях, но не информативны с точки зрения оценки структуры техники; современные методы с использованием разного рода датчиков или видеозаписи либо требуют специализированного оборудования,

строго определенных условий и подготовленности персонала, либо не предоставляют оперативной информации по всем искомым характеристикам. Выводы: были выявлены проблемы оперативной оценки техники ходьбы в условиях общей палаты стационара: ограниченность пространства и времени одного занятия (процедуры), не позволяющая оперативно устанавливать специализированное оборудование, а длительность установки приводит к преждевременному утомлению пациента; главным недостатком современных методов оценки на основе медицинских шкал является акцентирование внимания на оценке факта совершения действия по отношению к структуре, что приводит к позитивной оценке результата действия даже при выполнении на базе патологического стереотипа. В качестве решения выявленных проблем предложены разработка и применение протокола педагогического наблюдения за кинематическими характеристиками техники и использование беспроводных персонифицированных мобильных систем.

Ключевые слова: физическая реабилитация, нейрореабилитация, нейрохирургия, поражение опорно-двигательного аппарата, восстановление ходьбы, оценка техники ходьбы, мобильная информационно-измерительная система, беспроводная система, шкала оценки, оценка реабилитационных мероприятий.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2020.9.p354-362

ISSUES OF EVALUATION IN THE ADEQUACY OF THE GAIT REHABILITATION AMONG NEUROSURGICAL PATIENTS

Fanida Menikhanovna Sokolova, the candidate of pedagogical sciences, senior lecturer, professor, doctor of rehabilitation, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, training specialist and guideline developer, Polenov Neurosurgical Institute – branch of the Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg; Anna Vyacheslavovna Tsareva, the assistant, St. Petersburg Electrotechnical University; Olga Andreevna Yakovleva, the teacher, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg

Abstract

Introduction. The article covers the issues of evaluation among the patient the outcomes of neurorehabilitation, whereas the very fact of achieving the daily life autonomy does not guarantee that patient will be able to resume their normal lifestyle. Thus, it is crucial that the gait kinematics operational research and its biomechanical evaluation must be carried out regularly. The aim of the research is to define issues of the operational control over the gait rehabilitation in neurosurgical patients and to propose solutions of addressing them. The objectives of the study are: 1) to identify potential for refinement of adequacy estimation methods in gait rehabilitation among the neurosurgical patients; 2) to suggest ways of addressing the gait rapid assessment in hospital setting. **Methodology and organization of the study:** The theoretical analysis of the modern outcomes estimation methods in neurosurgical rehabilitation (drawing on the example of gait techniques) using scientific methodological literature has been carried out. The results of the study and the further discussion: this study focuses on the differences between the main modern estimation methods of gait efficiency. In particular, scaling ocular estimation methods mainly show activity performance and do not influence on the structure of move itself. The study reveals the information value of the every method and possibility of applying them in hospital setting; for instance, scales are applicable in these settings, however, they have no information value regarding the evaluation of the structure of move. Modern methods using different sensors or video capturing either demand special equipment, specific environment, and trained personnel or do not provide live data of the every parameter of interest. **Conclusion:** The issues of the gait rapid assessment in hospital setting have been revealed: time and space limits of one exercise/procedure do not allow installing the special equipment rapidly. Thus, the lasting duration of installation leads to the early patient's exhaustion; the main disadvantage of the scaling modern estimation methods is stressing attention more on the fact of move performing than its structure which leads to the positive estimation of the move result performing even when this move is done as part of the pathological stereotype. The development and introduction of the pedagogical protocol of the gait kinematics monitoring and wireless personalized portable system usage have been suggested.

Keywords: physical rehabilitation, neurorehabilitation, neurosurgery, locomotor system impairments, gait rehabilitation, adequacy of gait rehabilitation, gait rehabilitation patient outcomes, gait rehabil-

itation evaluation, gait rehabilitation assessment, portable data measuring system, wireless system, assessment scale, rehabilitation measures assessment.

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемая статья посвящена проблеме адекватной оценки индивидуальной динамики результатов занимающихся при восстановлении техники ходьбы в процессе нейрореабилитации. В трудах основоположника развития адаптивной физической культуры в Российской Федерации С.П. Евсеева и его коллег постоянно обращается внимание на необходимость поиска путей повышения качества жизни человека с инвалидностью [5, 6]. Качество жизни – крайне многомерное понятие, однако в сознании пациента, перенесшего сосудистую катастрофу и испытывающего трудности в управлении движениями собственного тела, в ближайшей перспективе в первую очередь связывается с бытовой независимостью и способностью самостоятельно перемещаться в пространстве.

Однако, следует отметить, что даже при достижении бытовой независимости нет гарантии возвращения пациента к привычному образу жизни. Поясним на примере: восстановление навыка передвижения с использованием трости позволяет пациенту обрести высокую (с точки зрения современных шкал оценки исходов реабилитации) меру свободы в пространстве, но привычный образ жизни оказывается нарушен – опорная рука постоянно получает избыточную нагрузку и не может использоваться свободно, снижена скорость и устойчивость передвижения, по мере закрепления патологического стереотипа пораженные в результате патологии конечности систематически испытывают неадекватные для процесса ходьбы нагрузки (проекция основного центра масс смещена к центру и проходит вне площади опоры, верхние конечности не выполняют встречных движений по отношению к нижним, в большинстве случаев свободная рука прижата к телу или фиксирована в одном положении) в результате чего прогрессивно снижается реабилитационный потенциал.

В восстановительной медицине наиболее часто применяемые и рекомендованные шкалы нацелены на оценку в основном независимости пациента от посторонней помощи, но не качества движения (соответствия кинематических характеристик эталону с допустимым диапазоном отклонений). Справедливо заметить, что в использовании критериев, соответствующих квалификации медицинских работников и доступных для их восприятия нет ничего ошибочного. Однако вопрос об оценке соответствия уровня восстановления кинематических характеристик движений норме до настоящего времени остается открытым.

Главная проблема, на наш взгляд, заключается в том, что постоянная преимущественная ориентация на количественный результат в соответствии с существующим в практике подходом к оценке исходов реабилитации неизбежно формирует предпосылки для уменьшения внимания к технике выполнения упражнений, особенно – к ее деталям, что создает условия для формирования и закрепления патологических стереотипов, нарушающих естественную структуру движений.

Цель исследования – определить проблемы оперативного контроля за восстановлением техники ходьбы у пациентов нейрохирургического профиля и предложить пути их решения.

Задачи исследования: 1) Выявить потенциал совершенствования методов оценки результативности восстановительного лечения пациентов нейрохирургического профиля; 2) Предложить пути решения проблем оперативной оценки техники ходьбы в условиях палаты стационара.

МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведен теоретический анализ современных методов оценки исходов восстановительного лечения пациентов нейрохирургического профиля (на примере ходьбы) на ба-

зе данных научно-методической литературы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Приведем перечень широко применяемых в отечественной и мировой практике для оценки уровня функциональных достижений пациентов с последствиями травм опорно-двигательного аппарата и повреждений нервной системы шкал [4]: инсульта NIHSS; Индекс мобильности Ривермид; Рэнкина; Индекс Бартела; Индекс Карновского; ECOG-ВОЗ (отражает общую степень активности пациента); спастичности Ашворт; FIM; НИИ Неврологии РАМН; Классификационная шкала передвижений; Тинетти; Динамический индекс ходьбы; Индекс ходьбы Хаузера.

В частности, в пояснениях к шкале Рэнкина указано: «Трости и другие необходимые средства, помогающие в передвижении, не принимаются во внимание, если пациент может ими пользоваться без посторонней помощи», что никак не удовлетворяет представлениям авторов как специалистов в области адаптивной физической культуры и биомеханики движений о восстановлении самостоятельной двигательной активности.

Наиболее информативной из многообразия представленных шкал является шкала Тинетти. Помимо оценки общей устойчивости, важной в первую очередь для безопасности пациентов нейрохирургического профиля, она также позволяет оценить технику ходьбы по десяти показателям, среди которых: симметричность, длина и высота шага, отклонение от линии движения и т.д. Однако, ряд критериев, имеющих существенное значение в стереотипе ходьбы в частности: темп, ритм, перенос общего центра тяжести, согласованность движений верхних и нижних конечностей, вынос ноги в фазе переноса, последовательный перекал с пятки на носок, остаются неучтенными и требуют дополнительного внимания.

Методы анализа техники с использованием стабиллоплатформ и иного подобного оборудования [10], к сожалению, не позволяют получать информацию оперативно в естественных условиях, а методы, связанные с построением кинематического портрета на основе использования видеозаписи требуют соответствующего оснащения (видеокамера, штатив, программное обеспечение), и четкого соблюдения необходимого ракурса съемки для точной регистрации, что в условиях общей палаты стационара невыполнимо. В связи с этим, на сегодняшний день особое внимание уделяется вопросу разработки легких, беспроводных, не искажающих технику движений мобильных информационно-измерительных систем (ИИС) в области спорта и медицины, поэтому интерес представляют системы, реализованные на базе инерциальных датчиков и Kinect-контроллеров (последние не входят в категорию мобильных систем).

Обзор современных исследований в данной области подтверждает необходимость и своевременность продолжения поиска путей совершенствования методов оперативной оценки параметров кинематического портрета ходьбы в процессе нейрореабилитации, поскольку ни один из существующих в мире способов полностью не удовлетворяет задачам оперативного контроля за восстановлением всех искомых характеристик.

Например, в исследовании Wang B. с соавторами (2009) [14] описано устройство под названием FreeWalker, которое включает в себя 8 тензорезисторов и 2 инерциальных датчика. Плюсы данной системы заключаются в низкой стоимости и мобильности, однако предусматривает получение неполного спектра характеристик техники.

В работе Sun B. с соавторами (2014) [13] предложена система, включающая в себя контроллер Kinect (бесконтактный сенсорный игровой модуль). Данный контроллер имеет цветную RGB камеру, КМОП (комплементарная структура металл-оксид-полупроводник) инфракрасную и инфракрасную проекционную камеры. На нижние конечности испытуемых наклеиваются по 4 метки, контроллер устанавливается на уровне колен (на движущуюся конструкцию). Система предназначена для контроля кинематики движений ходьбы людей пожилого возраста с целью мониторинга степени влияния реа-

билитационных мероприятий. Движущаяся конструкция предназначена для страховки испытуемых при движении. В совокупности с Kinect-контроллером, необходимым для идентификации угла сгиба колена, используется электромиограф, который регистрирует активность мышц, работа которых отражается в имитации работы коленного сустава. Измерительная информация от разработанной системы поступает на роботизированный экзоскелет, имитирующий нижние конечности, для воспроизведения движений исходя из намерений испытуемого. К сожалению, данная система не является мобильной, необходима сопутствующая настройка для камер и соответствующая квалификация персонала.

Jung P.G. с коллегами (2014) [10] описывает систему, основанную на «умной» стельке и инерциальных датчиках, установленных на конечностях и на туловище испытуемого. Подобное распределение датчиков необходимо для идентификации ориентации тела в пространстве, а стельки помогают при обновлении точки отсчета, что позволяет корректировать ошибку интегрирования при определении координат.

В работе Azcueta J.P. и коллег (2014) [9] описывается система, основанная на инерциальных датчиках, разработанная с целью сравнения различий в результативности двух испытуемых-спортсменов и выявлению способствующих этим различиям факторов. В работе представлена система ASSESSOR (Assistive Sensor System for Sports and Rehabilitation – вспомогательная сенсорная система для спорта и реабилитации). Система представляет собой модуль для сбора информации об ориентации в пространстве испытуемого – инерциальные датчики, камеры высокоскоростной съемки, планшет с приложением для записи, обработки, хранения полученной информации. Данная система предназначена для оценки физического состояния испытуемого в области спорта и медицины, контроля прогресса.

В работе Nukala B. с соавторами (2015) [11] представлена беспроводная система, содержащая инерциальные датчики, для проведения анализа траектории движения испытуемых с нарушением баланса и для исключения травм при падении. В ходе исследования датчики закреплялись на спине (четвертый грудной позвонок) и на задней стороне шейного отдела позвоночника. Экспериментальные исследования показали, что крепление на шею предпочтительнее, за счет большей информативности измеряемых параметров.

В работе Shibuya N. с соавторами (2015) [12] предлагается устройство, реализованное на базе инерциальных датчиков, с целью обнаружения риска падения. Данное устройство работает в режиме реального времени. При расположении датчика на спине (четвертый грудной позвонок) происходит обнаружение падения с вероятностью 98,8%, при расположении на поясе – 92,7%.

Таким образом, для представленных при обсуждении современных методов оценки результативности ходьбы пациентов нейрохирургического профиля, главной проблемой было определено отсутствие системы оперативного контроля, позволяющей регистрировать данные о соответствии комплекса характеристик техники эталонным в естественных условиях.

Для полноценной оценки техники любого двигательного действия, необходимо учитывать ряд различных пространственно-временных характеристик в совокупности. Резерв совершенствования существующего в нейрореабилитации подхода видится авторам в двух направлениях научных разработок:

- создание протокола педагогического наблюдения за проявлением кинематических характеристик техники движений посредством экспертной оценки (будет доступен для применения специалисту с высшим педагогическим образованием в сфере физической и адаптивной физической культуры – инструктору-методисту по ЛФК);
- создание отечественной беспроводной мобильной информационно-измерительной системы (будет доступна для применения любому специалисту, осуществляющему процесс физической реабилитации).

По первому направлению исследований, связанному с анализом техники ходьбы посредством экспертной оценки в настоящее время проведена работа по выявлению наиболее информативных и поддающихся визуальной оценке параметров: временных: темп, ритм движений рук и отдельно – ног; пространственных: амплитуда согласованных движений рук, амплитуда согласованных движений ног, траектория согласованных движений рук, траектория согласованных движений ног, смещение общего центра масс тела (ОЦМТ) относительно вертикальной оси, смещение ОЦМТ относительно горизонтальной оси, соотношение длины шагов; пространственно-временных, в частности, скорости (м/с).

По второму направлению исследований в настоящее время имеются следующие наработки для дистанционного измерения кинематических характеристик техники двигательных действий:

1) Разработанное группой ученых из НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург устройство дистанционного измерения кинематических характеристик 3D движения человека, в том числе антропоморфного механизма [2, 7], представляет собой систему датчиков, количество которых определяется степенью детализации исследуемых движений, связанных по Bluetooth с компьютером, на котором установлено специализированное программное обеспечение, позволяющее получать все кинематические характеристики произвольного движения в реальном масштабе времени. Устройство защищено патентом (Патент № 2731793), а программное обеспечение зарегистрировано (программа для ЭВМ № 2015611575). Апробация устройства была проведена следующим образом: для примера был выбран прямой удар боксера. Движение анализировалось при помощи этого устройства и системы видеозахвата движений Vison, предоставленной ЦНИИ РТК. Полученные двумя методами кинематические характеристики, оказались идентичными.

2) Разрабатываемая группой ученых СПбГЭТУ «ЛЭТИ» [1, 8] мобильная информационно-измерительная система, направленная на оценку кинематического портрета именно ходьбы человека имеет следующую структуру распределения измерительных модулей (см. рисунок).

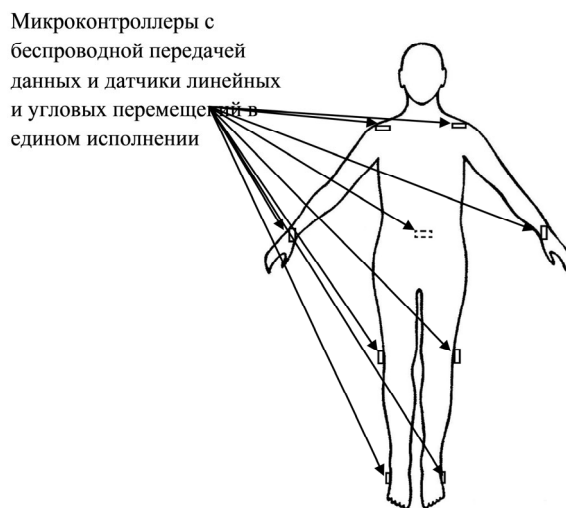


Рисунок – Распределенная измерительная система для исследования кинематики движений

Распределение измерительных каналов таким образом необходимо для контроля параметров ходьбы, а именно: характеристик фазовой структуры (подъем ноги, постановка пятки, перенос), расположения звеньев тела относительно друг друга (контроль положения плечелопаточных суставов относительно таза), контроля координационных способностей (выполнения скрестного движения ног и рук, поддержания равновесия) и

общего контроля скорости движения пациента [1]. Главным отличием разрабатываемой отечественной системы является мобильность устройства, а также измерение и контроль информативных параметров, необходимых для оценки степени восстановления навыка ходьбы в условиях стационара и на дому с возможностью прогнозирования развития текущей ситуации.

ВЫВОДЫ

Подводя итог проведенной к настоящему моменту исследовательской работы, следует отметить, что основная причина отсутствия к настоящему моменту адекватных условиям палатного режима стационара методов исследования кинематических характеристик двигательных действий для оценки результативности нейрореабилитации видится в первую очередь в недостаточной слаженности работы системы взаимодействия опытом между представителями медицинских, педагогических и технических наук. Дальнейшие исследования авторского коллектива направлены на восполнение недостающего звена и таким образом выведение объективности результатов оценки исходов восстановительного лечения на новый уровень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, В.В. Применение микромеханических датчиков для контроля параметров кинематического портрета человека / В.В. Алексеев, П.Г. Королев, Н.Е. Иванова // Приборы. – 2017. – №7. – С. 6–15.
2. Патент № 2731793 Российская Федерация от МПК А61В5/11. Устройство дистанционного измерения кинематических характеристик 3D движения человека, в том числе антропоморфного механизма : № 2019129370 заявл. 17.09.2019 : опубл. 08.09.2020 / С.Е. Бакулев, А.О. Кузнецов, П.О. Кузнецов, А.В. Павленко, А.М. Симаков, В.А. Таймазов, В.А. Чистяков ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург» – 3 с.
3. Белова, А.Н. Нейрореабилитация / А.Н. Белова, А.С. Прокопенко. – Москва : Т.М. Андреева, 2010. – 1288 с. – ISBN: 978-5-94982-048-3.
4. Евсеев, С.П. Физическая реабилитация в адаптивной физической культуре / С.П. Евсеев // Физическая реабилитация в спорте, медицине и адаптивной физической культуре : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2018. – С. 14–18.
5. Евсеева, О.Э. Об опыте работы по индивидуальной программе реабилитации и абилитации инвалидов и детей-инвалидов в области физической культуры и спорта / О.Э. Евсеева, А.А. Грачиков, С.П. Евсеев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2017. – № 7 (149). – С. 66–74.
6. Скворцов, Д.В. Биомеханические методы реабилитации патологии походки и баланса тела : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.51 / Скворцов Дмитрий Владимирович. – Москва, 2008. – 52 с.
7. Инновационные методы прямого измерения всех кинематических характеристик пространственного движения боксера / В.А. Таймазов, С.Е. Бакулев, А.М. Симаков А.В. Павленко, П.О. Кузнецов, А.О. Кузнецов, В.А. Чистяков // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 2 (156). – С. 237–243.
8. Царёва, А.В. Информационно-измерительная система для исследования кинематики движений человека. Беспроводная передача данных / А.В. Царёва, А.Ю. Курочкин, В.В. Алексеев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – № 3 (26). – URL: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/09/TsarevaSoavtori_3_19_1.pdf (дата обращения: 01.08.2020).
9. Azcueta, J.P.V. In situ sports performance analysis system using inertial measurement units, high-fps video camera, and the Android platform / J.P.V. Azcueta, N.C. Libatique, G.L. Tangonan // In Proceedings of the 2014 International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control Environment and Management, P. 12–16.
10. A mobile motion capture system based on inertial sensors and smart shoes / P.G. Jung, S. Oh, G. Lim, K. Kong // Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, 2014. – № 136 (1). – P. 136.

11. Comparing nape vs. T4 placement for a mobile Wireless Gait Analysis sensor using the Dynamic Gait Index test / B. Nukala, N. Shibuya, A. Rodriguez, J. Tsay, T. Nguyen, S. Zupancic, D.Y. Lie // Eighth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU). – March 2015. – P. 68–69.
12. A real-time fall detection system using a wearable gait analysis sensor and a support vector machine (svm) classifier / N. Shibuya, B.T. Nukala, A.I. Rodriguez, J. Tsay, T.Q. Nguyen, S. Zupancic, D.Y. Lie // Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU), 2015 Eighth International Conference on. – 2015. – P. 66–67.
13. Sun, B. Human gait modeling and gait analysis based on Kinect / B. Sun, X. Liu, X. Wu, H. Wang // Robotics and Automation (ICRA), IEEE International Conference on. – 2014. – P. 3173–3178.
14. Wang, B. Free Walker: A smart insole for longitudinal gait analysis / B. Wang, K.S. Rajput, W.K. Tam, A.K. Tung, Z. Yang // Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). 37th Annual International Conference of the IEEE. – 2009. – P. 3723–3726.

REFERENCES

1. Alekseev, V.V., Korolev, P.G. and Ivanova, N.E. (2017), “The implementation of micro-mechanical sensors for control of the parameters of the kinematic portrait of the human”, *Devices*, No. 7, pp.6-15.
2. Bakulev S.E., Kuznetsov A.O., Kuznetsov P.O., Pavlenko A.V., Simakov A.M., Taimazov V.A., Chistyakov V.A. (2020), *A telemetry device to measure 3D kinematic characteristics of human movement including the anthropomorphic mechanism*, Patent RF, No. 2019129370/14 (057861).
3. Belova A.N. and Prokopenko A.S. (2010), *Neurorehabilitation*, T.M. Andreeva, Moscow.
4. Evseev, S.P. (2018), “Physical rehabilitation in Adapted Physical Education”, *Physical rehabilitation in sports, medicine and adaptive physical culture: materials of the IV All-Russian scientific-practical conference*, St. Petersburg, pp.14-18.
5. Evseeva O.E., Grachikov A.A., Evseev S.P. (2017), “On the Experience of Work on Individual Program of Rehabilitation and Habilitation of Disabled People and Children in the Field of Physical Culture and Sports”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 7 (149), pp.66-74.
6. Skvortsov, D.V. (2008), *Biomechanical methods of rehabilitation in gait and balance disorders*, dissertation, Moscow.
7. Taimazov V.A., Bakulev S.E., Simakov A.M., Pavlenko A.V., Kuznetsov P.O., Kuznetsov A.O., Chistyakov V.A. (2018), “Innovative methods of direct measurement of all kinematic characteristics of the spatial movement of the boxer”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 2 (156), pp. 237-243.
8. Tsareva, A.V., Kurochkin, A.Yu. and Alekseev, V.V. (2019), “Information-measurement system for research of kinematics of movements of the lower limbs of the person and wireless data transfer”, *Modeling, Optimization and Information Technology*, No. 3 (26), available at: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/09/TsarevaSoavtori_3_19_1.pdf.
9. Azcueta, J.P.V., Libatique, N.C. and Tagonan, G.L. (2014), “In situ sports performance analysis system using inertial measurement units, high-fps video camera, and the Android platform”, *In Proceedings of the 2014 International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control Environment and Management*, pp. 12-16.
10. Jung, P.G. Oh, S., Lim, G. and Kong K. (2014), A mobile motion capture system based on inertial sensors and smart shoes, *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, pp. 136.
11. Nukala, B. Shibuya, N., Rodriguez, A., Tsay, J., Nguyen, T., Zupancic, S. and Lie, D.Y. (2015), “Comparing nape vs. T4 placement for a mobile Wireless Gait Analysis sensor using the Dynamic Gait Index test”, *Eighth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU)*, pp. 68-69.
12. Shibuya, N. Nukala, B.T., Rodriguez, A.I., Tsay, J., Nguyen, T.Q., Zupancic, S. and Lie, D.Y. (2015), “A real-time fall detection system using a wearable gait analysis sensor and a support vector machine (svm) classifier”, *Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU), 2015 Eighth International Conference on. 2015*. pp. 66–67.
13. Sun, B. Liu, X., Wu, X. and Wang, H. (2014), “Human gait modeling and gait analysis based on Kinect”, *Robotics and Automation (ICRA), IEEE International Conference*, pp. 3173–3178.
14. Wang B., Rajput, K.S., Tam, W.K., Tung, A.K. and Yang, Z. (2009), “Free Walker: A smart insole for longitudinal gait analysis”, *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 37th Annual International Conference of the IEEE*, pp. 3723–3726.

УДК 373.21

МОДЕЛЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ И НАВЫКОВ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА

Марина Викторовна Соловьева, магистр, учитель физической культуры, Наталия Юрьевна Мельникова, доктор педагогических наук, профессор, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Москва

Аннотация

В статье представлены результаты исследования, целью которого стало разработка модели совершенствования физических качеств и навыков у детей младшего школьного возраста с расстройствами аутистического спектра в рамках задач комплексной системы оказания им помощи на пути социальной адаптации и гармоничной интеграции в общество. Актуальность настоящего исследования подтверждена статистическими данными негативная тенденция в динамике которых не оставляет сомнений в необходимости разработки модели действий, направленных на целенаправленное совершенствование комплексной системы педагогического сопровождения детей с расстройствами аутистического спектра. Опираясь на теоретический анализ ранее полученных данных, отображенных в ряде исследований отечественных авторов, посредством метода моделирования была разработана процессуальная модель процесса совершенствования физических качеств и навыков у детей с расстройствами аутистического спектра, объединяющая в себе три блока: целевой, технологический и оценочный. Каждый из представленных в модели блоков в ходе непосредственной её реализации позволяет комплексно решить проблему гармоничной интеграции исследуемой категории детей в социум с учетом их потенциальных возможностей и особых образовательных потребностей. Комплексность педагогических воздействий осуществляется благодаря включению в технологический блок упражнений и заданий, ориентированных на сенсорное развитие, формирование моторных и социальных навыков, а предусмотренный оценочный блок обеспечивает контроль и оценку полноты реализации содержания, целевых установок педагогического процесса и уровня сформированности основных навыков у детей с расстройствами аутистического спектра. Разработанная процессуальная модель имеет практическую значимость для специалистов и педагогов, осуществляющих свою профессиональную деятельность в образовательных организациях инклюзивного характера.

Ключевые слова: дети с расстройствами аутистического спектра, младшие школьники, физические качества, социальная адаптация, процессуальная модель.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2020.9.p362-366

MODEL FOR IMPROVING PHYSICAL QUALITIES AND SKILLS IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS

Marina Viktorovna Solovyova, the master, teacher of physical culture, Nataliya Yurievna Melnikova, the doctor of pedagogical sciences, professor, Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism, Moscow

Abstract

The article presents the results of the study aimed at developing the model for improving physical qualities and skills in primary school children with autism spectrum disorders within the framework of a comprehensive system of assistance to them on the way to social adaptation and harmonious integration into society. The relevance of this study is confirmed by statistical data, the negative trend in the dynamics of which leaves no doubt that it is necessary to develop the model of actions aimed at purposefully improving the comprehensive system of pedagogical support for children with autism spectrum disorders.