ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА СТАРШЕКЛАССНИКОВ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ПОВСЕДНЕВНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Мартусевич Андрей[1], Орлова Елена[1], Бочарин Иван[2], Акулина Лариса[1], Бадянова Вера[3]

[1]Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.Н.И.Лобачевского, город Нижний Новгород, Россия. E-mail: cryst-mart@yandex.ru.

[2]Приволжский исследовательский медицинский университет, город Нижний Новгород, Россия. E-mail: bocharin.ivan@mail.ru.

[3]Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева, город Нижний Новгород, Россия.

Аннотация. *Цель исследования - охарактеризовать функциональное состояние организма старших школьников в зависимости от их уровня двигательной активности. Проведено комплексное обследование 255 старшеклассников, обучающихся в 10-м классе школ г. Нижнего Новгорода. В комплекс обследования детей включали осмотр педиатра, сбор анамнеза жизни, антропометрию и инструментальные методы исследования (шагометрия, биоимпедансное исследование и анализ гемодинамических показателей). Ежедневное количество локомоций у школьников в процессе повседневной активности измеряли электронным шагомером. Измерения проводили в течение всего дня на протяжении 7 последовательных дней. Неинвазивное функциональное тестирование организма человека осуществляли с помощью «Системы спортивного тестирования «MedicalSoft» (MS FIT – 01). Нами были выделены 3 группы школьников в зависимости от среднедневного объема пройденных шагов. В первую группу вошли старшеклассники, проходящие менее 5000 шагов в день, во вторую – демонстрирующие ежедневную дистанцию от 5000 до 10 000 шагов, а в третью – более 10 000 шагов за сутки. Проведенное исследование позволило показать, что более половины из обследованного контингента учащихся 10 классов (54,3%) характеризуются двигательной активностью в диапазоне от 5000 до 10 000 шагов в сутки, а четверть школьников могут быть классифицированы как «малоактивные» (менее 5000 шагов ежедневно). При этом юноши оказались более активными по сравнению с девушками. Оценка влияния группы здоровья на локомоторную активность показала, что максимальный уровень двигательной активности имели лица первой группы здоровья, однако реальные функциональные ограничения редко становились причиной снижения активности у школьников других групп. Также было установлено, что повышенная двигательная активность старшеклассников сочетается с увеличенными резервами насосной функции сердца, о чем свидетельствует анализ сердечного индекса и минутного объема крови.*

Ключевые слова: *двигательная активность, школьники, антропометрия, биоимпедансометрия, гемодинамика.*

Введение

Адекватный уровень двигательной активности для растущего организма детей и подростков – это важнейший компонент первичной профилактики различных нарушений здоровья. Обоснование роли двигательного компонента в обеспечении формирования здоровья и нормального физического развития подрастающего поколения подтверждено многочисленными исследованиями (Кучма с соавт., 2107, 2021; Валина с соавт., 2021). Ведущие российские исследователи утверждают, что основной причиной ухудшения состояния здоровья подрастающего поколения является снижение двигательной активности в результате цифровизации, интенсификации учебного процесса при негативном отношении к занятиям по физической культуре и двигательно-активным формам досуга (Кучма с соавт., 2107, 2021; Марченко с соавт., 2022).

Современная образовательная среда в сочетании с инактивностью (недостаточной мотивацией обучающихся вести здоровый образ жизни) приводит к развитию полиорганной патологии у школьников. Комплексная оценка состояния здоровья детей с распределением их по группам здоровья показала, что за последнее десятилетие количество школьников III группы здоровья увеличилось на 10%, IV группы здоровья – на 4,6 % при снижении наполняемости I группы здоровья с 4,3 % до 0 и уменьшением II группы здоровья на 10,1% (Марченко с соавт., 2022; Долич с соавт., 2023).

Снижение физической активности у лиц детского и юношеского возраста привело к росту патологии опорно-двигательного аппарата: с 2904 на 100 тыс. населения в 2000 г. до 3107 на 100 тыс. в 2019 г. (Валина с соавт., 2021; Долич с соавт., 2023). За период школьного обучения под влиянием комплекса неблагоприятных факторов распространённость сколиоза увеличилась в 5,3 раза, нарушения осанки – в 2,7 раза, снижение остроты зрения – в 2,4 раза (Марченко с соавт., 2022). Так, результаты обследования 2241 мальчиков и 2425 девочек общеобразовательных учреждений г. Н. Новгорода показали преобладание следующих видов патологий опорно-двигательного аппарата: сколиотическая осанка, уплощенные стопы, сколиозы, плоские стопы (Чекалова с соавт., 2018).

Клиническое обследование подростков с использованием стабилометрии подтвердило увеличение различных форм деформаций костно-мышечной системы, связанных с низким уровнем двигательной активности, быстрым ростом позвоночника в детском возрасте и дисплазией соединительной ткани (Долич с соавт., 2023). Эти данные свидетельствуют о негативных тенденциях в состоянии здоровья современных школьников и увеличение патологии опорно-двигательного аппарата. Снятие ограничений в определенных движениях, увеличение объема и интенсивности движений у детей со сколиозом I и II степени позволяют нивелировать визуальные отклонения со стороны опорно-двигательного аппарата, стабилизировать осанку, снять психологический стресс, связанный с изменениями фигуры (Шкляренко с соавт., 2019, 2021). Таким образом, актуальным является изучение и обоснование гигиенических норм двигательной активности для детей и подростков с разным уровнем здоровья в современных социально-экономических условиях. Это определило цель исследования – охарактеризовать функциональное состояние организма старших школьников в зависимости от их уровня двигательной активности.

Материалы и методы

Нами проведено комплексное обследование 255 старшеклассников, обучающихся в 10-м классе школ г. Нижнего Новгорода. Критериями включения являлись письменное добровольное информированное согласие законного представителя ребенка на включение в исследование и отнесение ребенка к 1-4 группам здоровья. В комплекс обследования детей включали осмотр педиатра, сбор анамнеза жизни, антропометрию и инструментальные методы исследования (шагометрия, биоимпедансное исследование и анализ гемодинамических показателей).

Ежедневное количество локомоций у школьников в процессе повседневной активности измеряли электронным шагомером, плотно зафиксированным на поясе (Martusevich et al., 2023). Измерения проводили в течение всего дня на протяжении 7 последовательных дней.

Неинвазивное функциональное тестирование организма человека осуществляли с помощью «Системы спортивного тестирования «MedicalSoft»

(MS FIT – 01) [Bocharin et al., 2023]. Алгоритм тестирования содержит в себе использование 4 методик, из которых в данном исследовании применяли следующие:

1) биоимпедансный анализ компонентного состава тела. Он основан на измерении электрической проводимости (электрического импеданса), где оценивается два компонента: R - активное сопротивление, материальном субстратом которого являются вне- и внутриклеточная жидкости, а также Xc - реактивное сопротивление (диэлектрический компонент импеданса), материальным субстратом которого являются клеточные мембраны. С помощью этой методики оцениваются абсолютные и относительные величины мышечной, жировой масс, активная клеточная масса, фазовый угол, базальный метаболизм, уровень висцеральной жировой ткани и другие показатели;

2) анализ гемодинамических показателей и параметров вариабельности сердечного ритма. Для этого происходит регистрация сфигмограммы с помощью пульсоксиметра, а затем оцениваются NN-интервалы вариабельности кардиоритма и определяются временные и спектральные показатели, характеризующие деятельность симпатических и вагальных компонентов автономной нервной системы на синусовом узле сердца. Кроме того, визуализируется геометрический анализ ВСР: строится скатерограмма и хаос-анализ.

Исследование выполнено с соблюдением этических принципов, заложенных в Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Рекомендации для врачей, занимающихся биомедицинскими исследованиями с участием людей» (1964 г., с последующими дополнениями, включая версию 2013г.) и отраженных в Национальном 48 стандарте Российской Федерации ГОСТ 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика», правилах ICH GCP и действующих нормативных требованиях.

Статистическую обработку данных проводили с применением пакета прикладных программ Statistica 6.0 и IBM SPSS 24. Проверка нормальности распределения данных выполнена с помощью критерия Шапиро-Уилка и графиков QQ-plot. Описательная статистика признака включала среднюю (M) величину, ее стандартное отклонение (6). Статистическую значимость различий оценивали по данным непараметрических статистик Mann-Whtney Utest, Wald-Wolfowitz runs test, критерий $\chi 2$ Пирсона. Критическим уровнем статистической значимости принимали $p \leq 0{,}050$ (с поправкой на множественные сравнения в случае сравнения более 2-х групп).

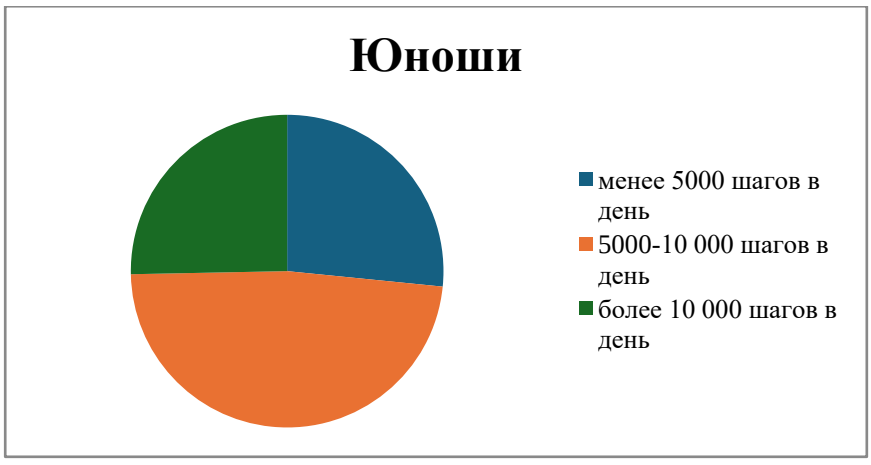
Результаты и их обсуждение

Согласно результатам предшествующих исследований (Богомолова с соавт., 2019), а также рекомендаций по градации повседневной двигательной активности (ВОЗ, 2021), нами были выделены 3 группы школьников в зависимости от среднедневного объема пройденных шагов. В первую группу вошли старшеклассники, проходящие менее 5000 шагов в день, во вторую – демонстрирующие ежедневную дистанцию от 5000 до 10 000 шагов, а в третью – более 10 000 шагов за сутки. Установлено, что в рандомно сформированной среди школьников учебных заведений г. Нижнего Новгорода обширной когорте учащихся большинство (54,7%) относится ко второй группе, проходя 5000-10000 шагов в день (рис. 1). При этом количество «малоактивных» и «высокоактивных» школьников сопоставимо. Также представляло интерес оценить наличие половых особенностей локомоторной активности старшеклассников. Выявлено, что среди

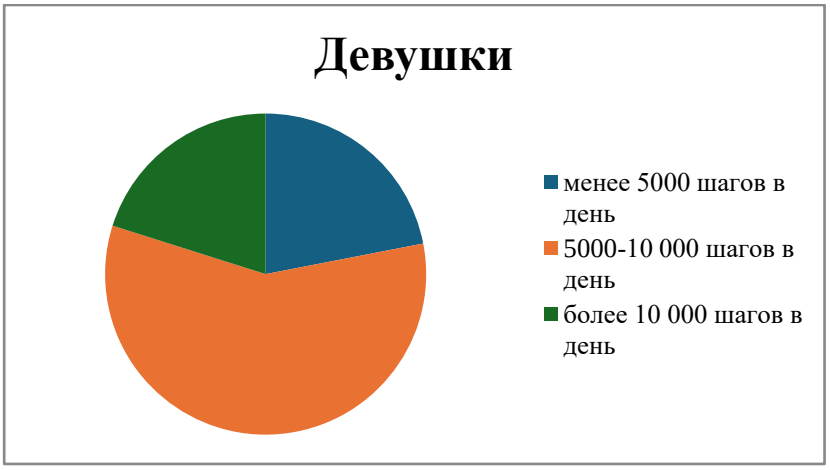
юношей выше доля людей, проходящих более 10 000 шагов ежедневно (25,3% против 20,1% у девушек), однако среди них больше и «малоактивных» людей (26,9% против 19,9% соответственно). Подобная структура, учитывая, что для рассматриваемой возрастной группы детей рекомендуемый ВОЗ объем двигательной активности – более 15 000 шагов в сутки, свидетельствует о существенности проблемы гиподинамии у подростков.

Также нами проведен анализ двигательной активности школьников, имеющих различные группы состояния здоровья. Установлено, что среди десятиклассников наиболее оптимальной первой группы здоровья полностью превалируют люди со средним уровнем двигательной активности, но минимальное количество «высокоактивных» лиц (рис. 2А). Учащихся, имеющие проблемы с физическим состоянием различной степени значимости и на этом основании относимые ко второй и третьей группам здоровья, демонстрировали более равномерное распределение по уровню ежедневных локомоций. В первую очередь, это касалось существенно более высокой доли школьников, проходящих каждый день более 10 000 шагов (рис. 2В и 2С). Следует отметить, что максимален процент «малоактивных» школьников среди учащихся, отнесенных по результатам медицинского обследования к третьей, наиболее неблагоприятной группе здоровья. Данный факт может быть обусловлен наличием у них объективных причин для ограничения повседневной двигательной актиивности, хотя никто из включенных в исследование старшеклассников не имел оснований для особого режима обучения (например, «домашнего» обучения).

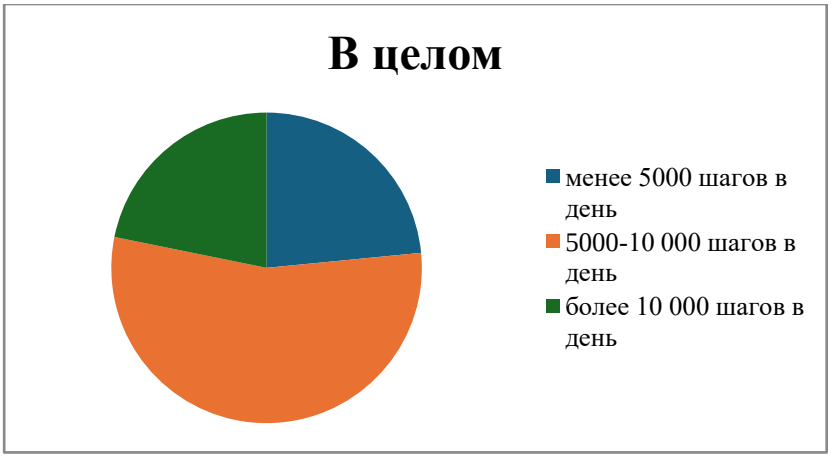
Наряду с половыми особенностями и общим функциональным состоянием организма, параметром, сопряженным с двигательной активностью школьников, является компонентный состав тела, в частности, доля жировой и мышечной массы в нем (рис. 3). По результатам выполненного биоимпедансного анализа выявлено, что доля жировой массы закономерно снижается при нарастании уровня повседневой двигательной активности. Так, у школьников средней локомоторной активностью (5000-10 000 шагов в день) процент жировой массы оказывается на 15,4% ниже, чем у «малоактивных» сверстников, а при максимальных двигательных нагрузках (ежедневная дистанция – более 10 000 шагов) на 26,4% соответственно ($p<0,05$ для обоих случаев). Напротив, доля мышечной массы в составе тела подростков пропорционально возрастает при увеличении двигательной активности (на 13,6 и 14,7% для среднего и высокого уровня локомоций относительно низкого ($p<0,05$ для обоих случаев). Это дополнительно указывает на позитивное влияние двигательной активности на компонентный состав тела старшеклассников.



А



B



C

Рисунок 1. Половые особенности двигательной активности школьников (А – распределение по группам двигательной активности у юношей, В - – распределение по группам двигательной активности у девушек, С – общая структура распределения).

Последний компонент анализа включал оценку состояния гемодинамики школьников (рис. 4). Обнаружено, что как сердечный индекс, так и минутный объем крови, отражающие насосную функцию сердца, закономерно увеличиваются по мере нарастания уровня ежедневной физической активности старшеклассников. При этом статистически значимых различий между группами «малоактивных» учащихся и тех, кто характеризуется средней двигательной активностью, не выявлено, а между «малоактивными» и «высокоактивными» школьниками она присутствует: сердечный индекс при нарастании уровня локомоций увеличивается на 15,3%, а минутный объем крови – на 9,0% ($p<0,05$ для обоих показателей).

Двигательная активность детей за последние десятилетия по данным лонгитудинальных исследований В.В. Колпакова с соавторами претерпела существенные изменения ввиду широкой цифровизации жизни детей и учебного процесса. Привычная ДА у активных подростков снизилась с 22500 шагов до 17500, у малоактивных лиц – до 4500-10500 шагов в сутки (Колпаков В.В. с соавт., 2008; Ногаев Б.Т. с соавт., 2020). Другие исследователи установили, что двигательный режим в три раза меньше рекомендуемого и составляет 5 часов в неделю у школьников 5 класса (Яровая, 2021). Анкетирование школьников среднего и старшего возраста (10-18 лет) показало, что с каждым годом снижается

число детей с высокой ДА, делающих утреннюю зарядку и занимающихся физкультурой и спортом. В возрасте 13 лет только один из пяти школьников имеет достаточную недельную двигательную активность. Число школьников, не выполняющих физические упражнения и проводящих большинство времени за компьютером, во время обучения в школе увеличивается с 9,9% до 37,8% (Рогова с соавт., 2019). Сотрудниками Приволжского исследовательского медицинского университета (Н. Новгород) оценен уровень адаптационных возможностей организма старшеклассников с разной двигательной активностью инновационного образовательного учреждения.

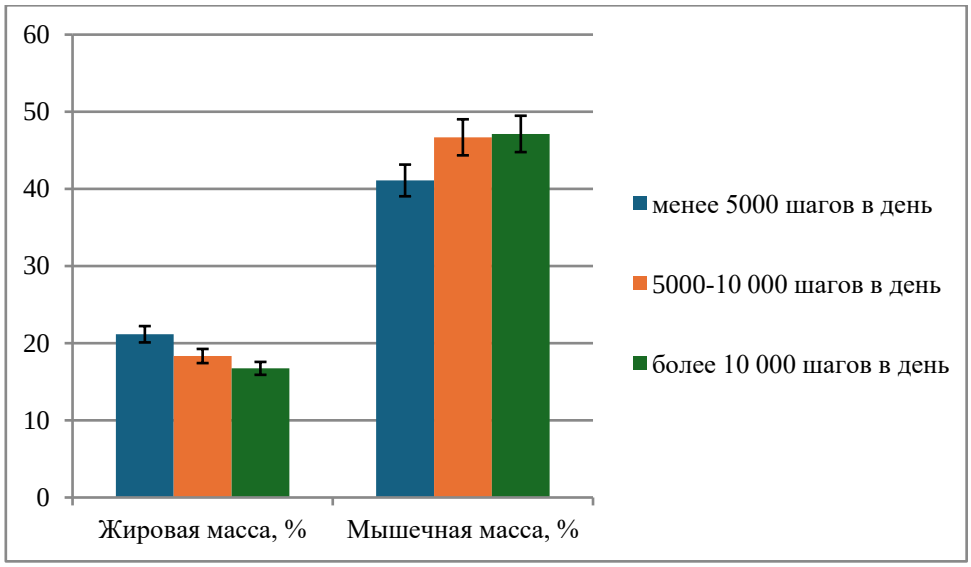


Рисунок 3. Данные биоимпедансометрического анализа состава тела школьников с различным уровнем двигательной активности.

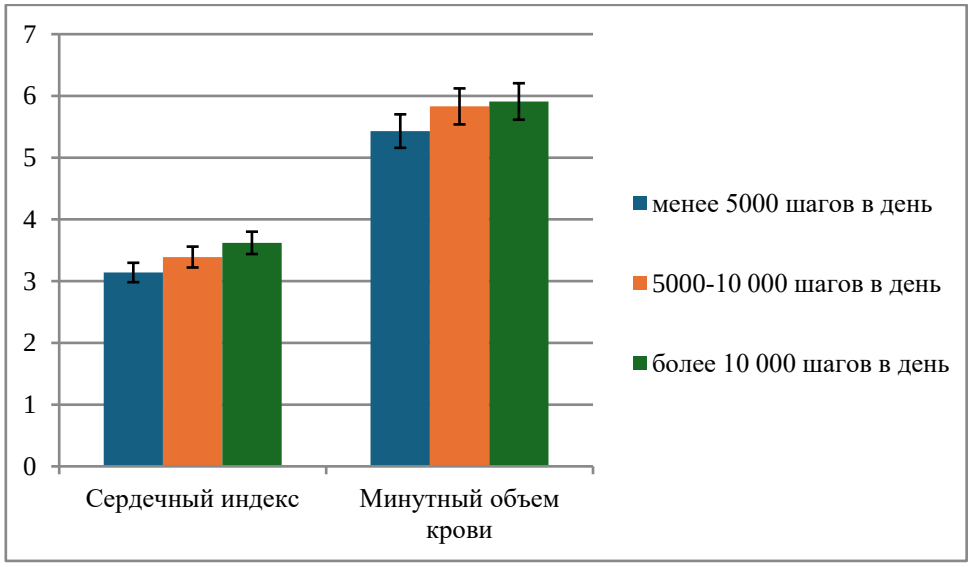


Рисунок 4. Основные гемодинамические показатели у школьников с различным уровнем двигательной активности.

В исследовании приняли участие 308 учеников (девушек – 211, юношей – 97) в возрасте 15-18 лет. Анализ результатов показал, что средние значения двигательной активности составили в будние дни от 4000 до 6000 шагов в

сутки. Среди старшеклассников лишь 62% проделали более 5000 шагов. Максимальные значения составили 15–16 тыс. шагов в сутки, что почти в 2 раза меньше гигиенической нормы оптимальной двигательной активности (20-25 тыс. шагов в сутки). Таким образом, выявлена крайне недостаточная самостоятельная двигательная активность учащихся: количество локомоций, совершаемых в сутки, значительно меньше существующей на данный момент гигиенической нормы оптимальной двигательной активности. Предполагается, что функциональные показатели лиц, имеющих более высокий уровень двигательной активности, выше, чем у школьников с меньшей двигательной активностью (Ашина с соавт., 2019; Богомолова с соавт., 2019; Яровая, 2021).

В настоящее время исследование двигательной активности преимущественно проводится с использованием трёх основных методов: изучение объема ДА по количеству суточных локомоций (шагометрия), длительности (час/сут, час/нед) и интенсивности (подсчёт энергозатрат кал/кг/сут и динамики показателей сердечно-сосудистой системы).

Существующие методологии исследования двигательной активности в популяционных исследованиях должны опираться как минимум на две и более техники для обеспечения надежности из-за ошибки в измерениях каждого из них (Колпаков с соавт., 2008; Кучма с соавт., 2017). Поэтому мы в рамках данного исследования двигательной активности авторы использовали методы шагометрии, хронометража суточной двигательной активности, антропометрию, биомипедансную оценку состава тела, мониторинг параметров гемодинамики и вариабельности сердечного ритма и другие.

Результаты исследований позволили разделить школьников на группы по уровню физической активности, выделить группы риска развития гипокинезии и гиперактивности, причем границами диапазонов, согласно международным рекоменациям, выбраны 5000 и 10 000 шагов в день.

Установлено, что большинство школьников находятся в среднем из выбранных диапазоне двигательной активности (от 5000 до 10 000 шагов ежедневно), но доля лиц с достаточным уровнем локомоций (согласно возрастных нормативов) составляет лишь около четверти обследованных школьников. Этот уровень несколько варьирует в зависимости от пола и состояния здоровья, однако данные факторы слабо влияют на общую структуру распределения, что в конечном итоге находит отражение в относительном снижении адаптивных резервов сердца старшеклассников. Об этом свидетельствует связь двигательной активности школьников и параметров их системной гемодинамики (сердечный индекс, минутный объем крови). Таким образом, требуются дальнейшие исследования по обоснованию норм двигательной активности для всех возрастно-половых групп детей и подростков с учётом групп здоровья.

Выводы

Проведенное исследование позволило показать, что более половины из обследованного контингента учащихся 10 классов (54,3%) характеризуются двигательной активностью в диапазоне от 5000 до 10 000 шагов в сутки, а четверть школьников могут быть классифицированы как «малоактвные» (менее 5000 шагов ежедневно). При этом юноши оказались более активными по сравнению с девушками. Оценка влияния группы здоровья на локомоторную активность показала, что максимальный уровень двигательной активности имели лица первой группы здоровья, однако реальные функциональные ограничения

редко становились причиной снижения активности у школьников других групп. Также было установлено, что повышенная двигательная активность страшеклассников сочетается с увеличенными резервами насосной функции сердца, о чем свидетельствует анализ сердечного индекса и минутного объема крови.

Kundalik jismoniy faolligi turli darajada bo‘lgan yuqori sinf o‘quvchilari organizmining funksional holati

Martusevich Andrey[1], Orlova Yelena[1], Bocharin Ivan[2], Akulina Larisa[1], Badyanova Vera[3]

[1]N.I. Lobachevskiy nomidagi Nijniy Novgorod davlat milliy tadqiqot universiteti, Nijniy Novgorod shahri, Rossiya. E-mail: cryst-mart@yandex.ru.

[2]Privoljye tadqiqot tibbiyot universiteti, Nijniy Novgorod shahri, Rossiya. E-mail: bocharin.ivan@mail.ru.

[3] L.Ya. Florentev nomidagi Nijni Novgorod davlat agrotexnologiya universiteti, Nijniy Novgorod shahri, Rossiya.

Annotatsiya. *Tadqiqotning maqsadi yuqori sinf o‘quvchilari organizmining funksional holatini ularning jismoniy faollik darajasiga bog‘liq ravishda tavsiflashdan iborat. Nijniy Novgorod shahridagi maktablarning 10-sinfida ta’lim olayotgan 255 nafar yuqori sinf o‘quvchisi atroflicha tekshiruvdan o‘tkazildi. Bolalarni tekshirish jarayoniga pediatr ko‘rigi, hayot anamnezini to‘plash, antropometriya va instrumental tekshiruv usullari (qadam o‘lchash, bioimpedans tekshiruvi va gemodinamik ko‘rsatkichlar tahlili) kiritildi. O‘quvchilarning kundalik faoliyatidagi harakatlar soni elektron qadam o‘lchagich yordamida aniqlandi. O‘lchov ishlari ketma-ket 7 kun davomida kun bo‘yi olib borildi. Inson organizmining noinvaziv funksional tekshiruvi "MedicalSoft" sport sinovi tizimi (MS FIT - 01) yordamida amalga oshirildi. Biz maktab o‘quvchilarini kunlik o‘rtacha qadam soniga qarab 3 guruhga ajratdik. Birinchi guruhga kuniga 5000 qadamdan kam yuradigan yuqori sinf o‘quvchilari, ikkinchi guruhga kunlik masofasi 5000 dan 10 000 qadamgacha bo‘lganlar, uchinchi guruhga esa sutkasiga 10 000 qadamdan ortiq bosib o‘tadiganlar kiritildi. O‘tkazilgan tadqiqot natijalariga ko‘ra, tekshirilgan 10-sinf o‘quvchilarining yarmidan ko‘pi (54,3%) kuniga 5000 dan 10 000 qadamgacha harakat faolligiga ega ekanligi aniqlandi. Shuningdek, o‘quvchilarning chorak qismi "kam harakatli" (kuniga 5000 qadamdan kam yuradigan) toifasiga kiritilishi mumkinligi ma’lum bo‘ldi. Bunda o‘g‘il bolalar qiz bolalarga nisbatan faolroq ekanligini ko‘rsatdi. Salomatlik guruhining lokomotor faollikka ta’sirini o‘rganish natijasida birinchi salomatlik guruhidagi shaxslar eng yuqori harakat faolligiga ega ekanligi aniqlandi. Biroq, boshqa guruhlardagi o‘quvchilarda haqiqiy funksional cheklovlar kamdan-kam hollarda faollikning pasayishiga sabab bo‘lgan. Shuningdek, yuqori sinf o‘quvchilarining yuqori harakat faolligi yurak nasos funksiyasining zaxiralari oshishi bilan bog‘liqligi aniqlandi. Buni yurak indeksi va qonning daqiqalik hajmi tahlili tasdiqlaydi.*

Kalit so‘zlar: *harakat faolligi, maktab o‘quvchilari, antropometriya, bioimpedansometriya, gemodinamika.*

Comprehensive analysis of the functional state of high school students with different levels of daily motor activity

Martusevich Andrey[1], Orlova Elena[1], Bocharin Ivan[2], Akulina Larisa[1], Badyanova Vera[3]

[1]National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia. E-mail: cryst-mart@yandex.ru.

[2]Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia. E-mail: bocharin.ivan@mail.ru.

[3]Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, Nizhny Novgorod, Russia.

Abstract. *The purpose of the study is to characterize the functional state of the body of senior schoolchildren depending on their level of motor activity. A comprehensive survey of 255 high school students enrolled in the 10th grade of Nizhny Novgorod schools was conducted. The complex of*

examination of children included a pediatrician's examination, life history collection, anthropometry and instrumental research methods (pedometry, bioimpedance study and analysis of hemodynamic parameters). The daily number of locomotions of schoolchildren in the process of daily activity was measured with an electronic pedometer. Measurements were carried out throughout the day for 7 consecutive days. Noninvasive functional testing of the human body was carried out using the "MedicalSoft Sports Testing System" (MS FIT – 01). We have identified 3 groups of schoolchildren depending on the average daily volume of steps taken. The first group included high school students who walk less than 5,000 steps per day, the second – demonstrating a daily distance of 5,000 to 10,000 steps, and the third – more than 10,000 steps per day. The conducted research allowed us to show that more than half of the surveyed contingent of 10th grade students (54.3%) are characterized by motor activity in the range from 5,000 to 10,000 steps per day, and a quarter of schoolchildren can be classified as "inactive" (less than 5,000 steps daily). At the same time, the boys turned out to be more active compared to the girls. An assessment of the influence of the health group on locomotor activity showed that the maximum level of motor activity was possessed by persons of the first health group, however, real functional limitations rarely caused a decrease in activity in schoolchildren of other groups. It was also found that the increased motor activity of high school students is combined with increased reserves of the pumping function of the heart, as evidenced by the analysis of the cardiac index and minute blood volume.

Keywords: *motor activity, schoolchildren, anthropometry, bioimpedance, hemodynamics.*

Список использованной литературы

1. Ashina, M.V., Kiseleva, A.S. & Kovalchuk, S.N. (2019) School of the future: new methods of forming a healthy educational environment. Medicine, 7 (3), 47-67. doi 10.29234/2308-9113-2019-7-3-47-67.

2. Bocharin, I., Martusevich, A., Guryanov, M., Apoyan, S., Kolokoltsev, M., Melnichuk, A., Vorozheikin, A., & Romanova, E. (2022). Young men's body hemodynamics variability in different states of motor activity. Journal of physical education and sport, 22(3), 562-569. DOI:10.7752/jpes.2022.03070

3. Bogomolova, E.S., Kotova, N.V. & Kovalchuk, S.N. (2019) The level of functional reserves of students of an innovative educational institution with different motor activity. Public health and habitat, 11(320), 22-27. doi 10.35627/2219-5238/2019-320-11-22-27.

4. Chekalova, N.G., Silkin, Y.R. & Chekalova S.A. (2018) Gender characteristics of the musculoskeletal system of students of educational institutions. Modern problems of science and education, 3, 61.

5. Dolich, V.N., Skvortsova, N.V. & Komleva, N.E. (2022) Analysis of the state of the musculoskeletal system in young people. The sanitary doctor, 12, 903-908.

6. Kolpakov, V.V., Bespalova, T.V., Bragin, A.V., Babakin, E.A., Lebedeva, K.A. & Semenov, V.V. (2008) The concept of typological variability of physiological individuality. Message I. Intrapopulation diversity of habitual human motor activity and its typical assessment. Human physiology, 4 (34), 121-132.

7. Kuchma, V.R., Rapoport, I.K. & Sokolova, S.B. (2021) Scientific and methodological foundations and technologies of medical support and sanitary and epidemiological welfare of students in the first quarter of the XX century. Issues of school and university medicine and health, 2, 11-22.

8. Kuchma, V.R., Safonkina, S.G., Moldovanov, V.V. & Kuchma, N.Yu. (2017) Hygiene of children and adolescents in modern school medicine. Hygiene and sanitation, 11, 1024-1028. doi 10.18821/0016-9900-2017-96-11-1024-1028.

9. Marchenko, B.I., Zhuravle, P.V. & Aidinov, G.T. (2022) Assessment of the health status of children and adolescent schoolchildren based on the results of preventive medical examinations. Hygiene and sanitation, 101(1), 62-76.

10. Martusevich, A., Tuzhilkin, A., Sokolovskaia, S., Fedotova, A., Bocharin, I., Nezhkina, N., Tyupa, P., Aganov, S., Khrebtova, T. & Dunaeva, M. (2023) Investigating the impact of routine

physical activity on the crystallogenic properties of saliva in elderly individuals. Journal of Physical Education and Sport, 23 (11), 3041-3046. Art 346. DOI:10.7752/jpes.2023.11346

11. Nogaev, B.T., Shalbarbaev, A.M., Zhamalbekov, U.S., Ihsanov, U.M. & Kondratenko, S.A. (2020) Norms of motor activity and workload in a physical education lesson. Current scientific research in the modern world, 4 (60), 174-176. 12.

12. Rogova, S.I., Kalishev, M.G. & Naidenova, T.A. (2019) Subjective assessment of motor activity of schoolchildren. Medicine and ecology, 4, 40- 48.

13. Shklyarenko, A.P., Kovalenko, T.G. & Ulyanov, D.A. (2021) Functional indicators of the effectiveness of adaptive physical education in diseases of the musculoskeletal system in children and adolescents. Physical education: upbringing, education, training, 4, 61-66.

14. Shklyarenko, A.P., Kovalenko, T.G. & Ulyanov, D.A. (2019) Justification of the use of physical culture in preventive and rehabilitation measures for scoliotic disease in children and adolescents. Theory and practice of physical culture, 8, 53-56.

15. Valina, S.L., Shtina, I.E., Maklakova, O.A., Ustinova, O.Yu. & Eisfeld, D.A. (2021) Patterns of development of diseases of the musculoskeletal system in schoolchildren under the conditions of complex effects of environmental factors and lifestyle. Health risk analysis, 3, 54-66.

16. Yarovaya, A.A. (2021) Analysis of motor activity of schoolchildren. Ratio et Natura, 1(3).

17. WHO guidelines on physical activity and sedentary behavior. Geneva: World Health Organization; 2021.