

ЗАВИСИМОСТЬ МЫШЕЧНОЙ СИЛЫ ОТ ТЕМПОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО СОЗРЕВАНИЯ И ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ У МАЛЬЧИКОВ-ПОДРОСТКОВ

О. Ю. Милушкина¹, Н. А. Скоблина¹, П. К. Прусов^{2,3}, Н. А. Бокарева¹ ✉, А. А. Татаринчик¹, Ф. У. Козырева¹, А. Б. Моисеев⁴

¹ Кафедра гигиены, педиатрический факультет, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва

² Кафедра восстановительной медицины, ЛФК и спортивной медицины, курортологии и физиотерапии, Институт повышения квалификации ФМБА России, Москва

³ Московский научно-практический центр реабилитации, восстановительной и спортивной медицины, Москва

⁴ Кафедра пропедевтики детских болезней, педиатрический факультет, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва

На формирование функциональных возможностей современных школьников влияют различные факторы, в том числе эндогенные. В статье представлены данные об особенностях физического развития 182 мальчиков, каждого из которых обследовали ежегодно с 11 до 17 лет. Изучали основные антропометрические показатели (длину и массу тела), функциональные показатели (мышечную силу кистей рук), показатели биологического развития и особенности телосложения. Исследование показало, что негативное влияние на формирование мышечной силы у мальчиков-подростков оказывает ряд эндогенных факторов: задержка биологического развития, дефицит массы тела, рост ниже среднего и астеноидный тип телосложения. На формировании мышечной силы мальчиков-подростков неблагоприятно сказываются также избыточная масса тела и низкая скелетная масса. Полученные данные позволяют выделить группу риска, детям из которой следует уделять особое внимание при занятиях физкультурой и спортом и при подготовке к сдаче норм ГТО.

Ключевые слова: физическое развитие школьников, темп биологического созревания, мышечная сила кистей рук, динамометрия, соматотипы

✉ **Для корреспонденции:** Бокарева Наталья Андреевна
ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117997; nabokareva@mail.ru

Статья получена: 23.10.2017 **Статья принята к печати:** 15.11.2017

DEPENDENCE OF MUSCLE STRENGTH ON BIOLOGICAL MATURATION RATES AND KEY VARIABLES OF PHYSICAL DEVELOPMENT IN TEENAGE BOYS

Milushkina OYu¹, Skoblina NA¹, Prusov PK^{2,3}, Bokareva NA¹ ✉, Tatarinchik AA¹, Kozyreva FU¹, Moiseev AB⁴

¹ Department of Hygiene, Faculty of Pediatrics, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

² Department of Restorative, Sports and Health Resort Medicine and Physiotherapy, Institute of Advanced Training of the Federal Medical-Biological Agency of the Russian Federation, Moscow, Russia

³ Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine, Moscow, Russia

⁴ Department of Propedeutics of Childhood Diseases, Faculty of Pediatrics, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Functional abilities of school-age children are affected by a variety of factors, including endogenous. Over the course of a few years, we studied physical development of 182 boys who underwent annual physical examination from the age of 11 to 17. We took basic anthropometric measurements, such as height and weight, tested hand muscle strength and assessed biological maturation and body build. Our study showed that muscle strength in school-age boys suffers a negative influence of such endogenous factors as delayed physical development, body mass deficit, short stature, and asthenic build. Excess weight and low skeletal weight also contribute to decreased muscle strength in teenage boys. Our results can be used to identify teenagers at risk who should be given special attention during PE classes at school or during training sessions before the GTO fitness test.

Keywords: physical development of school-age children, biological maturation rate, hand muscle strength, handgrip test, somatotype

✉ **Correspondence should be addressed:** Natalia Bokareva
ul. Ostrovityanova, d. 1, Moscow, Russia, 117997; nabokareva@mail.ru

Received: 23.10.2017 **Accepted:** 15.11.2017

Мышечная сила кистей рук является интегральным показателем состояния мышечной и нервной систем организма. Уже многие десятилетия этот показатель применяется

для оценки силовых и функциональных возможностей детей и подростков при врачебно-физкультурном консультировании. В настоящее время изучение функциональных

возможностей организма приобретает особое значение в связи с вступлением в силу Указа Президента Российской Федерации от 24 марта 2014 г. № 172 «О Всероссийском физкультурно-спортивном комплексе "Готов к труду и обороне" (ГТО)».

В современной литературе имеются данные о новых тенденциях в физическом развитии детей и подростков: увеличение тотальных размеров тела, ускорение процессов биологического созревания, более ранние сроки менархе, увеличение доли детей с избытком массы тела [1–9], выраженное снижение функциональных возможностей, в том числе мышечной силы [10–13]. В большинстве работ показатели динамометрии анализировались в контексте социальных и средовых факторов [14, 15], однако недостаточно изучена зависимость мышечной силы от показателей физического развития детей и подростков с учетом популяционной изменчивости последних.

Целью исследования являлось изучение зависимости мышечной силы кистей рук от показателей физического развития и темпов биологического созревания детей.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 182 мальчика. В ходе лонгитудинальных наблюдений подростков обследовали ежегодно в динамике от 11 до 17 лет. В группу наблюдения отобрали подростков славянской внешности, родившихся в Москве, отнесенных по результатам медицинского осмотра к I и II группам здоровья.

Физическое развитие и уровень биологического созревания школьников оценивали по унифицированной антропометрической методике с использованием стандартного инструментария [16]. Изучали основные антропометрические показатели физического развития — массу и длину тела и функциональные показатели — мышечную силу правой кисти. Оценку гармоничности физического развития проводили с использованием региональных модифицированных шкал регрессии массы тела по длине тела [17]. Соматоскопическое обследование включало визуальную оценку стадии полового развития. По темпам биологического созревания выделяли мальчиков-ретардантов (биологический возраст отстает от календарного), медиантов (биологический возраст соответствует календарному) и акселерантов (биологический возраст опережает календарный).

Конституциональный тип (телосложение) был определен по схеме В. Г. Штефко и А. Д. Островского (1929 г.) в модификации С. С. Дарской (1975 г.). Визуально на основе развития мускулатуры, костного скелета, подкожно-жировой клетчатки, формы грудной клетки, живота, спины, ног

Таблица 1. Корреляционные связи основных показателей физического развития и мышечной силы кистей рук мальчиков 11 лет (r ; $p < 0,05$)

Показатель	Длина тела	Масса тела	Мышечная сила правой кисти
Длина тела	1	0,75	0,53
Масса тела	0,75	1	0,47
Мышечная сила правой кисти	0,53	0,47	1

Таблица 3. Возрастная динамика мышечной силы у мальчиков 11–17 лет ($M \pm m$)

Возраст, лет	11	12	13	14	15	16	17
Мышечная сила, кг	15,15 ± 0,26	16,85 ± 0,30	19,93 ± 0,58	26,08 ± 0,69	31,49 ± 0,68	35,13 ± 0,60	37,50 ± 0,74

выделяют дигестивный, торакальный, мышечный, астеноидный и неопределенный типы [16].

Для изучения связи мышечной силы с содержанием жировой и мышечной ткани было проведено обследование 23 мальчиков. Соматометрические показатели изучали с использованием стандартной антропометрической методики и инструментария. Для определения состава тела был применен анализатор состава тела InBody (Южная Корея), действие которого основано на биоэлектрическом импедансометрическом анализе.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программного пакета Statistica 6.0 (StatSoft, США). Для определения достоверности различий рассчитывали t -критерий Стьюдента. Были изучены корреляционные связи количественных показателей физического развития с непрерывной изменчивостью. Использовалась линейная корреляция Пирсона, теснота связей показателей описывалась коэффициентом корреляции (r). При значении коэффициента до $\pm 0,3$ констатировалось отсутствие или незначительная связь, от $\pm 0,3$ до $\pm 0,5$ — слабая связь, от $\pm 0,5$ до $\pm 0,7$ — заметная связь, от $\pm 0,7$ — высокая связь.

Исследование было одобрено этическим комитетом Российского национального исследовательского медицинского университета имени Н. И. Пирогова (протокол № 130 от 09.12.2013). Руководители и родительские комитеты школ дали согласие на участие подростков в эксперименте.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При анализе корреляционных связей основных антропометрических показателей и мышечной силы кистей рук у 11-летних мальчиков была выявлена статистически значимая ($p < 0,05$) заметная связь между мышечной силой и длиной тела и слабая, но также статистически значимая связь между мышечной силой и массой тела. Необходимо отметить, что с возрастом сила этих корреляционных связей заметно снижалась (табл. 1, 2).

Более выраженные корреляционные связи были получены при использовании биоимпедансометрии. Проведенный анализ выявил статистически значимые ($p < 0,05$) высокие связи мышечной силы с показателями основного обмена ($r = 0,86$) и скелетной массы ($r = 0,86$), а также достоверные отрицательные связи средней силы — с показателем содержания жировой ткани ($r = -0,52$, $p < 0,05$).

Данные о мышечной силе кистей рук у мальчиков с учетом возраста представлена в табл. 3. С увеличением календарного возраста с 11 до 17 лет значение показателя возрастает с $15,25 \pm 0,86$ до $38,66 \pm 0,8$ кг, т. е. почти в 2,5 раза.

Таблица 2. Корреляционные связи основных показателей физического развития и мышечной силы кистей рук юношей 17 лет (r ; $p < 0,05$)

Показатель	Длина тела	Масса тела	Мышечная сила правой кисти
Длина тела	1	0,56	0,47
Масса тела	0,56	1	0,39
Мышечная сила правой кисти	0,47	0,39	1

Таблица 4. Мышечная сила школьников разных соматотипов ($M \pm m$)

Показатель	Соматотип				
	астеноидный	торакальный	мышечный	дигестивный	неопределенный
	1	2	3	4	5
Мышечная сила правой кисти	14,3 ± 0,2	17,04 ± 0,1	18,3 ± 0,2	18,6 ± 0,3	16,2 ± 0,2
p-value	при сравнении 1 и 3 — $p < 0,05$; при сравнении 1 и 4 — $p < 0,01$				

Возрастная динамика мышечной силы у мальчиков-подростков с учетом темпов биологического созревания представлена на рис. 1.

Акселеранты, имея некоторое преимущество по мышечной силе в 11-летнем возрасте, существенно увеличили его к 13 годам, особенно по сравнению с группой ретардантов, и имели наибольшие значения показателя до 17-летнего возраста. В 11–12 лет ретарданты не отличались достоверно по мышечной силе от медиантов, но в 13–15 лет уступали как медиантам, так и акселерантам. К 16–17 годам различия сглаживались и становились недостоверными для разных групп мальчиков-подростков.

Показатели мышечной силы в зависимости от гармоничности физического развития представлены на рис. 2. Во всех возрастных группах мышечная сила детей с нормальным (гармоничным) физическим развитием и детей с избытком массы тела не имела достоверных различий. А мышечная сила мальчиков с дефицитом массы тела во всех возрастных группах (за исключением группы 14-летних) была статистически значимо ниже ($p < 0,01$, $p < 0,05$) по сравнению с подростками с гармоничным физическим развитием.

Наблюдалась зависимость величины мышечной силы от длины тела. Мышечная сила подростков с ростом ниже среднего во всех возрастных группах была статистически значимо ($p < 0,01$, $p < 0,05$) ниже по сравнению с мальчиками, отнесенными к другим ростовым группам (рис. 3). Мальчики с ростом выше среднего и высоким ростом достоверно ($p < 0,01$) опережали своих сверстников по результатам кистевой динамометрии в возрасте 11–16 и 11–14 лет соответственно. В более старших воз-

растных группах эти различия сглаживались и переставали быть достоверными.

При анализе распределения детей по соматотипам (рис. 4) было установлено, что относительно «слабые» типы (астеноидный и торакальный) характерны для 42 % подростков, относительно «сильные» (мышечный и дигестивный) — для 25,8 %, неопределенный тип встречался у 32,2 % подростков. Анализ мышечной силы у детей с разными соматотипами показал, что тип телосложения достоверно влияет на формирование мышечной силы. Получены статистически значимые различия: дети астеноидного типа телосложения имеют меньшую мышечную силу по сравнению со сверстниками мышечного и дигестивного типов телосложения.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исследования, проводимые в разных регионах нашей страны в последние годы, свидетельствуют о выраженном снижении мышечной силы у современных детей и подростков. Установлено, что в Московском регионе и у мальчиков, и у девочек показатели динамометрии снижены по сравнению со сверстниками 1960-х и 1980-х гг. прошлого столетия, причем выявленные различия имеют высокую статистическую значимость ($p < 0,01$) [15]. Выявленное снижение функциональных показателей у детей и подростков требует осторожного введения норм ГТО. Как показывают исследования, современные дети могут выполнить эти нормы только ценой собственного здоровья, а иногда и жизни.

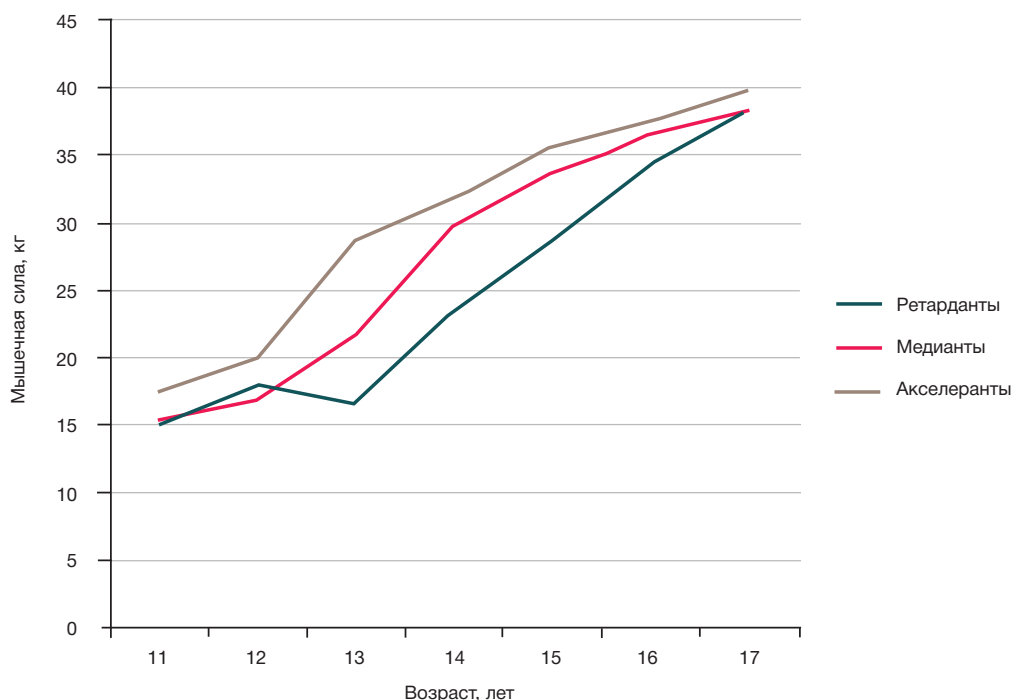


Рис. 1. Возрастная динамика мышечной силы у мальчиков-подростков с учетом темпов биологического созревания

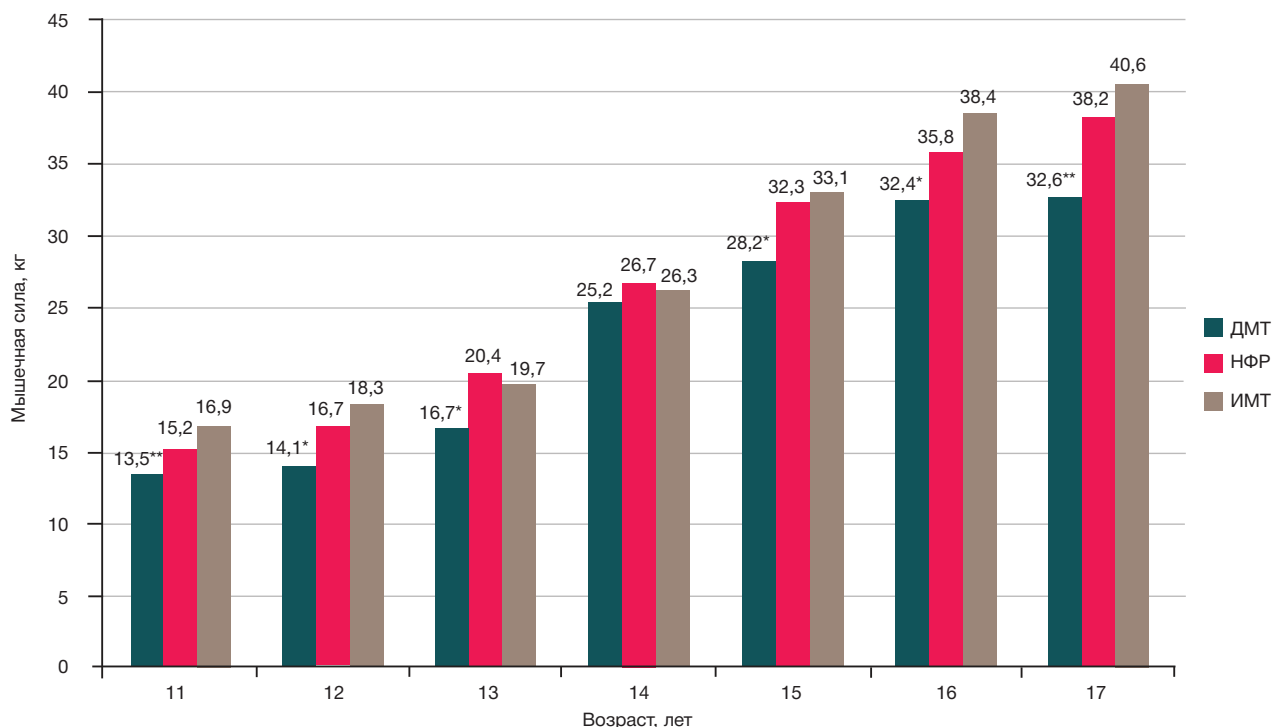


Рис. 2. Показатели мышечной силы мальчиков-подростков в зависимости от гармоничности физического развития

* — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$

НФР — нормальное физическое развитие, ДМТ — дефицит массы тела, ИМТ — избыток массы тела.

Среди эндогенных факторов, влияющих на формирование мышечной силы, наиболее часто указываются темп биологического развития и тип телосложения [18–20]. Результаты, полученные в нашем исследовании, свидетельствуют об отрицательном влиянии на формирование мышечной силы мальчиков-подростков замедления темпов биологического развития и относительно «слабого»

астеноидного типа телосложения. Средние значения мышечной силы у подростков с отставанием в биологическом развитии в 13–15 лет были достоверно ниже, чем в других группах. В то же время необходимо отметить, что в старшем возрасте они догоняли своих сверстников по мышечной силе и к 17 годам выявленные различия нивелировались. Показатели динамометрии у мальчиков с

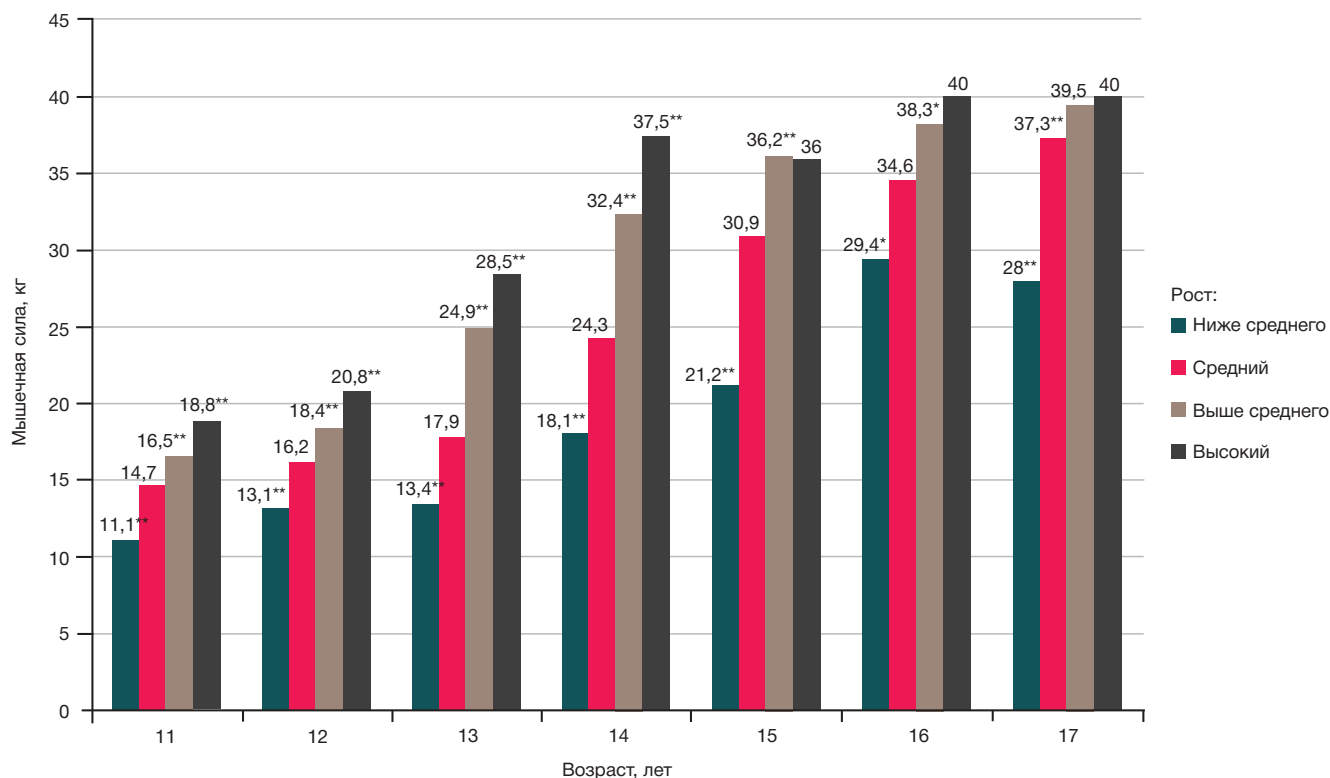


Рис. 3. Показатели мышечной силы мальчиков-подростков в зависимости от длины тела

* — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$.

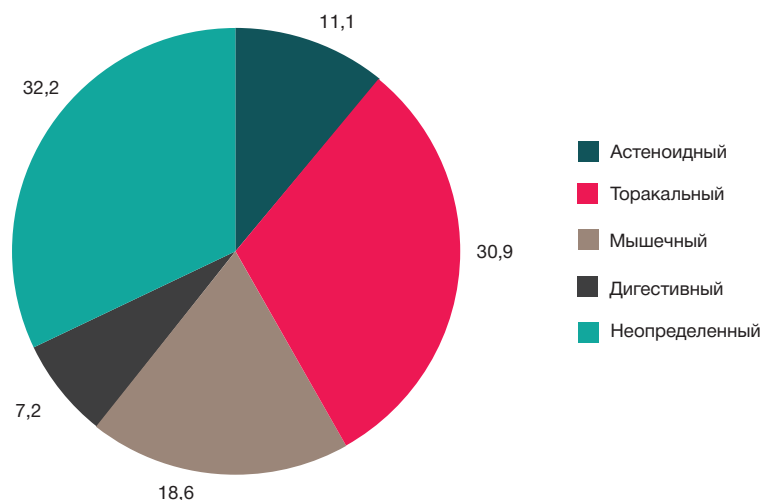


Рис. 4. Распределение школьников по типу телосложения (%)

астеноидным типом телосложения также были достоверно ниже, чем у мальчиков с «сильными» типами телосложения (мышечным и дигестивным).

Анализ влияния других эндогенных факторов на формирование мышечной силы детей и подростков показал, что гармоничность физического развития и рост (длина тела) также оказывают влияние на изучаемый показатель. Мальчики-подростки с дефицитом массы тела и с ростом ниже среднего во всех возрастных группах имели достоверно более низкие показатели мышечной силы. В нашей выборке не оказалось мальчиков с низким ростом, но надо полагать, что они также будут иметь сниженные функциональные возможности.

Проведенные исследования показывают, что около 40 % современных юношей старшего школьного возраста не могут сдать нормы ГТО [21–25]. Этот факт свидетельствует о необходимости совершенствования организации физического воспитания в образовательных организациях. Полученные нами данные позволяют выделить группу риска по формированию сниженных функциональных возможностей у мальчиков-подростков. К этой группе следует относить мальчиков астеноидного типа телосложения, мальчиков с дефицитом массы тела, мальчиков с ростом

ниже среднего и низким ростом, а также подростков с замедленным темпом биологического созревания в период пубертата. Подросткам, отнесенным к группе риска, следует уделять особое внимание при занятиях физкультурой и спортом, а также при подготовке к сдаче норм ГТО.

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование позволило выявить негативное влияние ряда эндогенных факторов на формирование мышечной силы у мальчиков-подростков: задержка биологического развития, дефицит массы тела, рост ниже среднего и астеноидный тип телосложения. На формировании мышечной силы мальчиков-подростков неблагоприятно сказываются высокая доля жировой массы и низкая скелетная масса.

Полученные результаты позволили авторам выделить группу риска формирования сниженных функциональных показателей и разработать практические рекомендации по профилактике отклонений в физическом развитии школьников, адресованные медицинским работникам образовательных организаций, педагогам, родителям и школьникам.

Литература

1. Година Е. З., Хомякова И. А., Задорожная Л. В., Анисимова А. В., Иванова Е. М., Пермькова Е. Ю. и др. Аутологические исследования на родине М. В. Ломоносова. Вестн. МГУ. Сер. XXIII. Антропол. 2011; (3): 68–99.
2. Поварго Е. А., Зулькарнаева А. Т., Зулькарнаев Т. Р., Овсянникова Л. Б., Агафонов А. И., Ахметшина Р. А. Региональные особенности физического развития школьников Уфы. Гиг. и сан. 2014; 93 (4): 72–4.
3. Перевощикова Н. К., Анисимова А. В., Торочкина Г. П., Косыкина Е. В., Черных Н. С. Динамика физического развития школьников г. Кемерово за 50 лет (период 1962–2012 гг.). Мать и дитя в Кузбассе. 2014; (1): 4–9.
4. Грицинская В. Л., Бекетова Е. В. Анализ физического развития школьников Красноярского края. В сб.: Материалы XVI Конгресса педиатров России с международным участием «Актуальные проблемы педиатрии»; 24–27 февраля 2012 г.; Москва, Россия. М., 2012. с. 179.
5. Муратова А. П., Карпунов А. А. Особенности физического развития детей и подростков Ненецкого автономного округа. В сб.: Циркумпольная медицина: влияние факторов окружающей среды на формирование здоровья человека: Материалы международной научно-практической конференции; 27–29 июня 2011 г.; Архангельск, Россия. Архангельск: Изд-во СГМУ; 2011. с. 234–40.
6. Платонова А. Г. Изменения в физическом развитии киевских школьников за десятилетний период (1996–2008 гг.). Гиг. и сан. 2012; (2): 69–73.
7. Лебедькова С. Е., Вивтаненко Т. В., Игнатова Т. Н., Трусова О. Ю. Распространенность избыточной массы тела и ожирения у детей и подростков Оренбурга. В сб.: Материалы XVI Конгресса педиатров России с международным участием «Актуальные проблемы педиатрии»; 24–27 февраля 2012 г.; Москва, Россия. М., 2012. с. 192.
8. Федотов Д. М. Формирование морфофункционального статуса детского населения Крайнего Севера на примере Архангельской области [автореф. диссертации]. М.: РНИМУ им. Н. И. Пирогова; 2013. 22 с.
9. Бокарева Н. А., Скоблина Н. А., Милушкина О. Ю. Динамика

- физического и биологического развития московских школьников. Доктор.Ру. Педиатрия Гастроэнтерология. 2014; 99 (11): 5–8.
10. Кучма В. Р., Скоблина Н. А., Милушкина О. Ю., Бокарева Н. А., Ямпольская Ю. А. Характеристика морфофункциональных показателей московских школьников 8–15 лет (по результатам лонгитудинальных исследований). Вестн. МГУ. Сер. XXIII. Антропол. 2012; (1): 76–83.
 11. Чагаева Н. В., Попова И. В., Токарев А. Н., Кашин А. В., Беляков В. А. Сравнительная характеристика физиометрических показателей физического развития школьников. Гиг. и сан. 2011; (2): 72–5.
 12. Кузнецова Д. А., Сизова Е. Н., Туляков О. В. Функциональное состояние подростков с учетом влияния высоких широт. Социальные аспекты здоровья населения: электрон. науч. журн. [Интернет]. 2012 [дата обращения: 28 сентября 2017 г.]; 25 (3) [примерно 7 с.]. Доступно по: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/412/30/lang,ru/>.
 13. Смирнова А. В., Хасанова А. Р. Динамика некоторых функциональных показателей школьников г. Набережные Челны. В мире научных открытий. 2014; 49 (1): 398–403.
 14. Милушкина О. Ю. Закономерности формирования морфофункциональных показателей детей и подростков в современных санитарно-гигиенических и медико-социальных условиях [автореф. диссертации]. М.: РНИМУ им. Н. И. Пирогова; 2013. 47 с.
 15. Милушкина О. Ю., Бокарева Н. А. Особенности формирования морфофункционального состояния современных школьников. Здравоохран. РФ. 2013; (5): 37–8.
 16. Баранов А. А., Кучма В. Р., редакторы. Методы исследования физического развития детей и подростков в популяционном мониторинге: Руководство для врачей. М.: Союз педиатров России; 1999. 225 с.
 17. Кучма В. Р., Сухарева Л. М., Храмов П. И., Звездина И. В., Крымский Е. Ф., Рапопорт И. К. и др. Руководство по диагностике и профилактике школьно обусловленных заболеваний, оздоровлению детей в образовательных учреждениях. М.: НЦЗД РАМН; 2012. с. 144–70.
 18. Федотова Т. К. О специфике формирования соматического статуса детей от 7 до 16 лет. Педиатрия. 2005; (5): 92–4.
 19. Мишкова Т. А. Морфофункциональные особенности и адаптационные возможности современной студенческой молодежи в связи с оценкой физического развития [автореф. диссертации]. М.: МГУ имени М. В. Ломоносова, 2010. 24 с.
 20. Бобошко И. Е. Системный анализ конституциональных особенностей детей школьного возраста и дифференцированные программы формирования их здоровья [автореф. диссертации]. Иваново: ИвГМА; 2010. 46 с.
 21. Абасов Р. Г., Горелик В. В. Оценка физического развития учащихся на соответствие нормам ГТО. Наука и образование: новое время. 2017; 18 (1): 52–7.
 22. Кизляева Е. Ю. Состояние здоровья и физическая подготовленность школьников для сдачи норм ГТО. В сб.: Проблемы физической культуры, спорта и туризма в свете современных исследований и социальных процессов: сборник трудов Международной научно-практической конференции; 14 апреля 2017 г.; Санкт-Петербург, Россия. СПб.: СПбГУПТД; 2017. с. 461–4.
 23. Шакирова Ч. Р., Никитин А. С., Гуляков А. А. Уровень готовности учащихся старшего школьного возраста к сдаче норм ГТО. В сб.: Материалы Шестой Всероссийской научной конференции с международным участием «Олимпийская идея сегодня»; 20–23 апреля 2016 г.; Ростов-на-Дону, Россия. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ; 2016. с. 296–302.
 24. Виноградов И. Г., Токарева А. В. Тренировка студентов с низким уровнем физической подготовленности к сдаче норм ГТО. Уч. зап. Ун-та им. П. Ф. Лесгафта. 2016; 134 (4): 47–51.

References

1. Godina EZ, Khomyakova IA, Zadorozhnaya LV, Anisimova AV, Ivanova EM, Permyakova EYu, et al. [Auxological investigations at Mikhailo Lomonosov motherland]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya. 2011; (3): 68–99. Russian.
2. Povargo EA, Zulkarnaeva AT, Zulkarnaev TR, Ovsyannikova LB, Agafonov AI, Akhmetshina RA. [Regional features of the physical development of schoolchildren in the city of Ufa]. Gigiena i sanitariya. 2014; 93 (4): 72–4. Russian.
3. Perevoshchikova NK, Anisimova AV, Torochkina GP, Koskina EV, Chernych NS. [Dynamics of physical development of schoolchildren Kemerovo for 50 years (the period 1962–2012)]. Mat' i ditya v Kuzbasse. 2014; (1): 4–9. Russian.
4. Gritsinskaya VL, Beketova EV. Analiz fizicheskogo razvitiya shkol'nikov Krasnoyarskogo kraya. In: Materialy XVI Kongressa pediatrov Rossii s mezhdunarodnym uchastiem "Aktual'nye problemy pediatrii"; 2012 Feb 24–27; Moscow, Russia. Moscow, 2012. p. 179. Russian.
5. Muratova AP, Karpunov AA. Osobennosti fizicheskogo razvitiya detey i podrostkov Nenetskogo avtonomnogo okruga. In: Tsirkumpolyarnaya meditsina: vliyaniye faktorov okruzhayushchey sredy na formirovaniye zdorov'ya cheloveka: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii; 2011 Jun 27–29; Arkhangelsk, Russia. Arkhangelsk: NSMU Press; 2011. p. 234–40. Russian.
6. Platonova AG. [Changes in the physical development of Kiev schoolchildren over a ten-year period (1996–2008)]. Gigiena i sanitariya. 2012; (2): 69–73. Russian.
7. Lebed'kova SE, Vivanenko TV, Ignatova TN, Trusova OYu. Rasprostranennost' izbytochnoy massy tela i ozhireniya u detey i podrostkov Orenburga. In: Materialy XVI Kongressa pediatrov Rossii s mezhdunarodnym uchastiem "Aktual'nye problemy pediatrii"; 2012 Feb 24–27; Moscow, Russia. Moscow, 2012. p. 192. Russian.
8. Fedotov DM. Formirovaniye morfofunktsional'nogo statusa detskogo naseleniya Kraynego Severa na primere Arkhangel'skoy oblasti [abstract of the dissertation]. Moscow: N. I. Pirogov RNRMU; 2013. 22 p. Russian.
9. Bokareva NA, Skobolina NA, Milushkina OYu. [Changes in Physical and Biological Development: Survey on Moscow School Students]. Doktor.Ru. Pediatriya Gastroenterologiya. 2014; 99 (11): 5–8. Russian.
10. Kuchma VR, Skobolina NA, Milushkina OYu, Bokareva NA, Jampol'skaya JuA. [Characteristics of morphofunctional indicators of Moscow schoolchildren aged 8–15 years (on the results of longitudinal studies)]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya. 2012; (1): 76–83. Russian.
11. Chagaeva NV, Popova IV, Tokarev AN, Kashin AV, Belyakov VA. [Comparative characteristics of the physiometric parameters of schoolchildren' physical development]. Gigiena i sanitariya. 2011; (2): 72–5. Russian.
12. Kuznetsova DA, Sizova EN, Tulyakova OV. [Functional status of teenagers in consideration of high latitudes]. Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya [serial on the Internet]. 2012 [cited 2017 Sep 28]; 25 (3) [about 7 p.]. Available from: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/412/30/lang,ru/>. Russian.
13. Smirnova AV, Khasanova AR. Dynamics of some functional indicators of school students Naberezhnye Chelny. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2014; 49 (1): 398–403.
14. Milushkina OYu. Zakonomernosti formirovaniya morfofunktsional'nykh pokazateley detey i podrostkov v sovremennykh sanitarno-gigienicheskikh i mediko-sotsial'nykh usloviyakh [abstract of the dissertation]. Moscow: N. I. Pirogov RNRMU; 2013. 47 p. Russian.
15. Milushkina OYu, Bokareva NA. [The characteristics of development of morpho-functional conditions of modern school children]. Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii. 2013; (5): 37–8. Russian.

16. Baranov AA, Kuchma VR, editors. Metody issledovaniya fizicheskogo razvitiya detey i podrostkov v populyatsionnom monitoringe: Rukovodstvo dlya vrachey. Moscow: Soyuz peditrov Rossii; 1999. 225 p. Russian.
17. Kuchma VR, Sukhareva LM, Khramtsov PI, Zvezdina IV, Krymskiy EF, Rapoport IK, et al. Rukovodstvo po diagnostike i profilaktike shkol'no obuslovlennykh zabolevaniy, ozdorovleniyu detey v obrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh. Moscow: SCCH of the RAMS; 2012. p. 144–70. Russian.
18. Fedotova TK. [Peculiarity of somatic state forming in the age 7–16 years old]. *Pediatrics. Zhurnal im. G. N. Speranskogo*. 2005; (5): 92–4. Russian.
19. Mishkova TA. Morfofunktsional'nye osobennosti i adaptatsionnye vozmozhnosti sovremennoy studencheskoy molodezhi v svyazi s otsenkoy fizicheskogo razvitiya [abstract of the dissertation]. Moscow: Lomonosov Moscow State University, 2010. 24 p. Russian.
20. Boboshko IE. Sistemnyy analiz konstitutsional'nykh osobennostey detey shkol'nogo vozrasta i differentsirovannye programmy formirovaniya ikh zdorov'ya [abstract of the dissertation]. Ivanovo: IvSMA; 2010. 46 p. Russian.
21. Abasov RG, Gorelik VV. Otsenka fizicheskogo razvitiya uchashchikhsya na sootvetstvie normam GTO. *Nauka i obrazovanie: novoe vremya*. 2017; 18 (1): 52–7. Russian.
22. Kizlyayeva EYu. Sostoyanie zdorov'ya i fizicheskaya podgotovlennost' shkol'nikov dlya sdachi norm GTO. In: *Problemy fizicheskoy kul'tury, sporta i turizma v svete sovremennykh issledovaniy i sotsial'nykh protsessov: sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*; 2017 Apr 14; Saint Petersburg, Russia. Saint Petersburg: SPbSUITD; 2017. p. 461–4. Russian.
23. Shakirova ChR, Nikitin AS, Gulyakov AA. Uroven' gotovnosti uchashchikhsya starshego shkol'nogo vozrasta k sdache norm GTO. In: *Materialy Shestoy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem "Olimpiyskaya ideya segodnya"*; 2016 Apr 20–23; Rostov-on-Don, Russia. Rostov-on-Don: SFEDU Press; 2016. p. 296–302. Russian.
24. Vinogradov IG, Tokareva AV. Training of students with low level of physical fitness to qualifying in standards of "Ready for Labor and Defense". *Uchenye zapiski Universiteta imeni P. F. Lesgafta*. 2016; 134 (4): 47–51. Russian.