

УДК 616–053.5/6–071.178/.3:612.7

DOI: 10.17238/PmJ1609-1175.2018.2.66–69

Влияние показателей физического развития на формирование мышечной силы у мальчиков-подростков

О.Ю. Милушкина¹, Н.А. Скоблина¹, П.К. Прусов², Н.А. Бокарева¹, А.А. Татаринчик¹, С.В. Маркелова¹, В.В. Королик¹, А.М.А. Аль-Сабунчи¹

¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова (117997, г. Москва, ул. Островитянова, 1), ² Институт повышения квалификации Федерального медико-биологического агентства России (125371, г. Москва, Волоколамское шоссе, 91)

Изучена зависимость мышечной силы от физического развития детей и подростков 11–17 лет с учетом популяционной изменчивости абсолютных и относительных показателей динамометрии. Были обнаружены различия между выделенными группами мальчиков-подростков. Отмечены факторы, которые описывают связь показателей физического развития и мышечной силы. Описано влияние вклада длина тела, темпа биологического созревания на формирование мышечной силы, а также отрицательное действие массы тела подростка. Определена группа риска мальчиков-подростков с нарушением формирования мышечной массы.

Ключевые слова: антропометрия, динамометрия, мышечная сила, индекс силы

Определение мышечной силы (МС) кистей рук уже многие десятилетия применяется для оценки уровня физической подготовки у детей и подростков в восстановительной и спортивной медицине, лечебной физкультуре и др. Абсолютные и относительные показатели динамометрии, рассчитанные в процентах на килограмм массы тела (индекс силы – ИС), анализируются в основном с учетом социальных и средовых факторов, а также секулярного тренда [1–3, 5, 6, 13, 14]. Однако зависимость МС от физического развития детей и подростков с учетом популяционной изменчивости этих показателей исследована недостаточно.

Материал и методы

С помощью стандартной антропометрической методики изучено физическое развитие 308 мальчиков 11–17-летнего возраста в динамике обучения в общеобразовательном учреждении. Особо была проанализирована группа из 85 подростков, прошедших лонгитудинальное исследование до остановки роста и достижения взрослой (дефинитивной) длины тела. По темпам созревания сформированы группы ретардантов (биологический возраст отстает от календарного), медиантов (биологический возраст соответствует календарному) и акселератов (биологический возраст опережает календарный) [8, 9, 11]. Были также выделены три группы по проценту достигнутой взрослой длины тела (Ah – Average height): «ниже среднего», «средний» и «выше среднего» – соответственно, менее 25-го и более 75-го центилей (171,9 и 183 см) [12]. Рассчитывались ИС и подростковый индекс массы тела (ПИМТ) [10]. Статистический анализ проводился с вычислением средней арифметической и ее стандартной ошибки ($M \pm s$) и ряда других показателей с использованием пакетов программ STADIA и Statistica 10 (StatSoft, США).

Милушкина Ольга Юрьевна – д-р мед. наук, доцент, заведующая кафедрой гигиены педиатрического факультета РНИМУ; email: milushkina_o@rsmu.ru

Все работы проделаны с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинской декларации и директивах Европейского сообщества (8/609 EC).

Результаты исследования

С увеличением календарного возраста от 11 до 17 лет МС увеличивалась почти 2,5 раза, а ИС – почти 1,5 раза (табл. 1). Возрастная динамика МС зависела от темпов биологического созревания. Так, акселераты имели некоторое преимущество в 11-летнем возрасте, существенно увеличивали его к 13 годам и характеризовались наибольшими показателями до 17-летнего возраста. Ретарданты не продемонстрировали достоверных отличий по МС в 11–12-летнем возрасте от медиантов, но с 13 до 15 лет уступали, как медиантам, так и акселератам. К 16–17 годам различия сглаживались и становились недостоверны для всех групп наблюдения (табл. 2).

Возрастная динамика ИС также зависела от темпов биологического созревания. Раньше всего он начинал увеличиваться у акселератов, которые к 13 годам имели достоверное преимущество, а в 14–15 лет – большие показатели по сравнению с другими группами. В 11-летнем возрасте на первое место выходили ретарданты, у которых к 13 годам ИС имел тенденцию к снижению. Далее у ретардантов этот показатель увеличивался и к 17 годам достоверно не отличался от ИС других групп наблюдения. У медиантов наибольший прирост ИС регистрировался в 13–14 лет, после чего он ежегодно заметно снижался. Некоторое преимущество ретардантов в 17-летнем возрасте по сравнению с другими группами объяснялись более низкой массой тела (табл. 3).

МС увеличивалась в препубертатном и начале пубертатного периода. После момента пика максимальной скорости роста, который в среднем соответствовал около 91 % Ah, динамика прироста показателей кистевой динамометрии существенно ускорялась и сохранялась до достижения дефинитивной длины тела (рис. 1).

Таблица 1

Возрастная динамика МС и ИС у мальчиков-подростков

Показатель	Динамика показателей с учетом возраста						
	11 лет (n=171)	12 лет (n=151)	13 лет (n=133)	14 лет (n=131)	15 лет (n=134)	16 лет (n=142)	17 лет (n=96)
МС, кг	15,1±0,3	16,8±0,3	19,9±0,6	26,1±0,7	31,5±0,7	35,1±0,6	37,5±0,7
ИС, ед.	38,1±0,7	37,8±0,8	39,1±0,9	47,1±1,0	50,3±1,0	53,2±1,0	55,1±1,2

Таблица 2

Возрастная динамика МС у мальчиков-подростков с учетом темпов биологического созревания

Группа	Динамика МС с учетом возраста, кг						
	11 лет (n=66)	12 лет (n=64)	13 лет (n=53)	14 лет (n=61)	15 лет (n=64)	16 лет (n=69)	17 лет (n=52)
Ретарданты	15,2±0,9	17,9±0,8	16,6±0,8	23,4±2,1	28,5±1,8	34,3±1,2	38,4±1,4
Медианты	15,5±0,5	17,1±0,7	21,8±1,1	29,7±1,3	33,6±1,4	36,5±1,1	38,2±1,2
Акселераты	17,3±0,9	20,0±1,2	28,6±2,1	31,7±1,8	35,6±1,2	37,5±1,3	39,7±1,5

Таблица 3

Возрастная динамика ИС у мальчиков-подростков с учетом темпов биологического созревания

Группа	Динамика ИС с учетом возраста, ед.						
	11 лет (n=66)	12 лет (n=64)	13 лет (n=53)	14 лет (n=62)	15 лет (n=64)	16 лет (n=69)	17 лет (n=62)
Ретарданты	42,9±2,9	40,7±3,1	39,5±2,3	45,2±3,0	50,0±2,7	54,9±2,6	58,8±2,1
Медианты	35,5±1,4	34,7±1,4	37,9±2,3	50,5±2,3	51,5±2,4	52,5±1,9	54,3±2,4
Акселераты	37,8±2,1	40,6±2,5	49,4±3,6	53,3±2,9	54,2±2,9	54,6±2,3	55,6±3,0

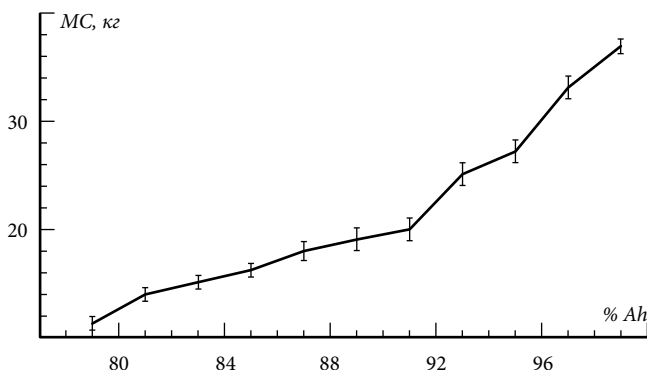


Рис. 1. Возрастная динамика МС у мальчиков-подростков с учетом темпов биологического созревания.

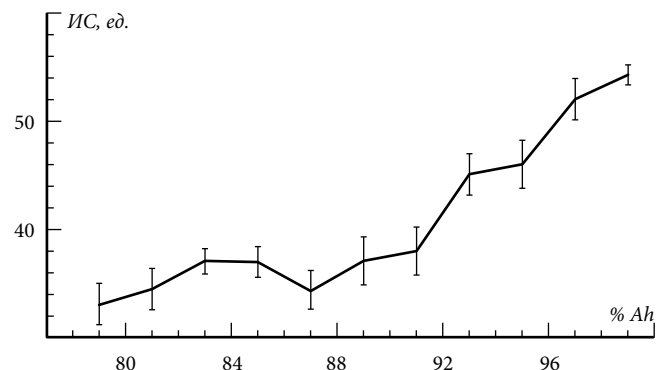


Рис. 2. Возрастная динамика ИС у мальчиков-подростков с учетом темпов биологического созревания.

Характер изменений ИС в процессе роста и созревания несколько отличался. После положительной динамики в препубертатном периоде отмечалась тенденция к его снижению в начале пубертата (86–88 % Ah). Затем динамика снова становилась положительной с заметным ускорением прироста после момента пика максимальной скорости увеличения длины тела и до достижения ее дефинитивных значений (рис. 2).

МС у мальчиков со «средней» и «выше среднего» дефинитивной длиной тела практически не различалась до 16–17-летнего возраста. Группа «ниже среднего» демонстрировала наиболее низкие значения МС с достоверными различиями в 11, 15 и 16 лет по отношению к группам, имевшим большую длину тела (рис. 3).

Возрастная динамика МС среди мальчиков со средним и повышенным ПИМТ не различалась, тогда как подростки с пониженным индексом демонстрировали тенденцию к более низкой МС или уступали другим группам в 11–13 и 15–17 лет (рис. 4). Сильные отличия здесь можно было увидеть и в возрастной динамике ИС: мальчики с повышенным ПИМТ заметно уступали

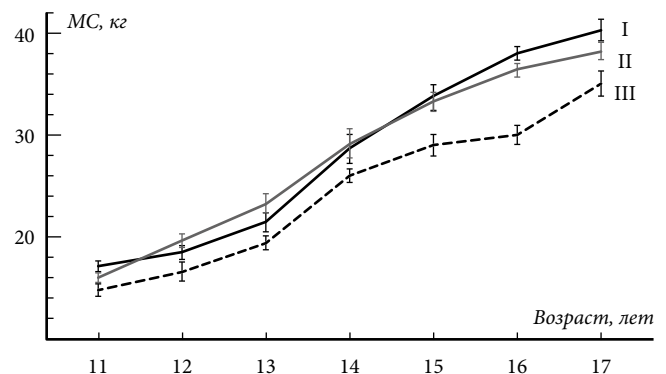


Рис. 3. Возрастная динамика МС у мальчиков-подростков с учетом «высокоростности» дефинитивной длины тела: I – выше средней, II – средняя, III – ниже средней.

двум другим группам. У подростков со средним и пониженным индексом достоверные различия регистрировались в возрасте 12, 14 и 16 лет (рис. 5).

Факторный анализ позволил выделить три фактора, которые описывают связь показателей физического развития и мышечной силы (табл. 4).

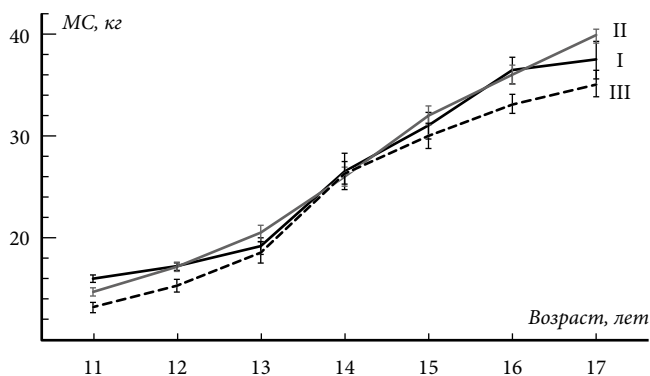


Рис. 4. Возрастная динамика МС у мальчиков-подростков в зависимости от ПИМТ:

I – повышенный ПИМТ, II – средний ПИМТ, III – пониженный ПИМТ.

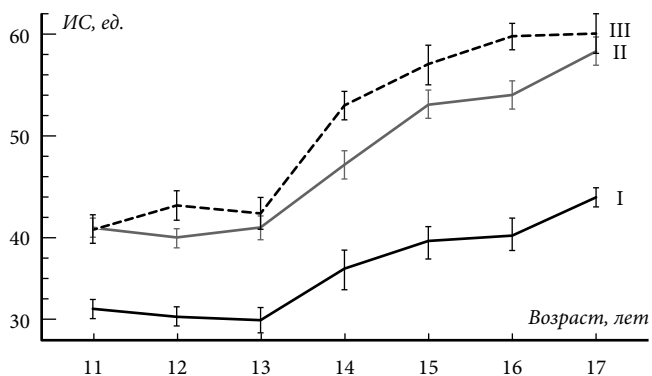


Рис. 5. Возрастная динамика ИС у мальчиков-подростков в зависимости от ПИМТ:

I – повышенный ПИМТ, II – средний ПИМТ, III – пониженный ПИМТ.

Таблица 4.

Факторный анализ показателей физического развития мальчиков-подростков

Показатель ¹	Фактор ²		
	1	2	3
Возраст	0,91	-0,13	0
% Ah	0,95	-0,10	0,03
Ah	0,10	0	-0,95
Длина тела	0,89	-0,08	-0,37
Масса тела	0,76	0,51	-0,34
ПИМТ	-0,01	0,92	-0,02
ТЖС	0	0,92	-0,09
ОТ/ОБ	-0,18	0,69	0,33
МС	0,92	-0,19	-0,05
ИС	0,54	-0,66	0,22

¹ Ah – взрослая (дефинитивная) длина тела, ПИМТ – подростковый индекс массы тела, ТЖС – толщина жировой складки, ОТ/ОБ – отношение окружности талии к окружности бедра.

² 1 – фактор биологического созревания, 2 – фактор массы тела, 3 – фактор взрослой длины тела «ниже среднего».

1. Фактор биологического созревания, который включал возраст, процент достигнутой взрослой длины тела, длину тела и мышечную силу.
2. Фактор массы тела, который включал ПИМТ, величину жировой складки, отношение окружностей талии и бедер, массу тела и ИС.
3. Фактор взрослой длины тела «ниже среднего»: наибольший вклад с отрицательным знаком имела дефинитивная длина тела.

Абсолютный показатель кистевой динамометрии (МС) оказался в большей мере связанным с фактором биологического созревания, а относительный показатель (ИС) в основном был отрицательно связан с фактором избыточной массы тела.

Обсуждение полученных данных

Проведенное исследование позволяет думать о наличии сенситивных (критических) периодов в формировании мышечной силы у мальчиков 11–17 лет, связанных с периодами максимальной скорости роста. Различия наблюдаются у подростков с разным темпом

биологического созревания, так ретарданты уступают мальчикам с биологическим развитием опережающим и соответствующим возрасту. Средние значения МС 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.

Исследования, проводимые в разных регионах нашей страны в последние годы, свидетельствуют о выраженном снижении МС у современных детей и подростков. Установлено, что в Московском регионе и у мальчиков, и у девочек показатели динамометрии ниже, чем у сверстников 1960-х и 1980-х гг., причем выявленные различия имеют высокую статистическую значимость [4, 7].

Среди эндогенных факторов, влияющих на формирование МС, чаще указываются темп биологического развития и тип телосложения [5]. Результаты, полученные в нашем исследовании, свидетельствуют об отрицательном воздействии на формирование этого показателя динамометрии у мальчиков-подростков, замедление темпов биологического развития (группа ретардантов). В момент завершения ростовых процессов группа с наиболее низкими показателями МС складывается из мальчиков с дефинитивной длиной тела «ниже среднего».

Заключение

Из показателей физического развития в формировании МС у мальчиков 11–17 лет вносит вклад длина тела, а также темп биологического созревания, о котором она свидетельствует. Отрицательный вклад в формирование МС вносит масса тела. Таким образом, группу риска здесь составляют подростки с отклонениями в физическом развитии: с задержкой биологического созревания, имеющие низкий рост, избыточную массу тела и также – дефицит массы тела. Полученные данные свидетельствуют о важности оценки физического развития, которую необходимо учитывать при занятии физической культурой в образовательном учреждении.

Литература / References

1. Жданова О.А., Стахурлова Л.И., Гурович О.В. [и др.]. Показатели динамометрии школьников воронежской области // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 6–2. С. 140–143.
Zhdanova O.A., Stakhurlova L.I., Gurovich O.V. [et al.]. Pokazateli dinamometrii shkol'nikov voronezhskoy oblasti // Aktualnye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk. 2015. No. 6–2. P. 140–143.
2. Каложный Е.А., Михайлова С.В., Кузмичев Ю.Г. [и др.]. Сравнительные тенденции морфофункционального развития сельских и городских школьников нижегородской области в современных условиях // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2013. № 7. С. 34–43.
Kalyuzhnyy E.A., Mikhaylova S.V., Kuzmichev Yu.G. [et al.]. Comparative trends in the morphofunctional development of rural and urban school children in the Nizhny Novgorod region at the present stage // Vestnik Baltiyskogo federalnogo universiteta im. I. Kanta. Seriya: Estestvennye i meditsinskie nauki. 2013. No. 7. P. 34–43.
3. Кучма В.Р., Милушкина О.Ю., Бокарева Н.А. [и др.]. Гигиеническая оценка влияния средовых факторов на функциональные показатели школьников // Гигиена и санитария. 2013. № 5. С. 91–94.
Kuchma V.R., Milushkina O.Yu., Bokareva N.A. [et al.]. Hygienic evaluation of the influence of environmental factors on the functional indices of schoolchildren // Hygiene and sanitation. 2013. No. 5. P. 91–94.
4. Милушкина О.Ю., Бокарева Н.А. Особенности формирования морфофункционального состояния современных школьников // Здравоохранение Российской Федерации. 2013. № 5. С. 37–38.
Milushkina O.Yu., Bokareva N.A. The characteristics of development of morpho-functional conditions of modern school children // Health Care of the Russian Federation. 2013. No. 5. P. 37–38.
5. Мишкова Т.А. Морфофункциональные особенности и адаптационные возможности современной студенческой молодежи в связи с оценкой физического развития: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2010. 24 с.
Mishkova T.A. Morfofunkcionalnye osobennosti i adaptatsionnye vozmozhnosti sovremennoj studencheskoj molodezhi v svyazi s ocenкой fizicheskogo razvitiya: Thesis PhD. Moscow, 2010. 24 p.
6. Ниязов А.Т., Ниязов А.Т., Ниязова Г.Т. [и др.]. Динамика мышечной силы школьников, проживающих в экологической обстановке приаралья // Актуальные проблемы современной науки. 2014. № 3. С. 104–106.
Niyazov A.T., Niyazov A.T., Niyazova G.T. [et al.]. Dinamika myshechnoy sily shkol'nikov, prozhivayuschikh v ehkologicheskoy obstanovke priaralya // Aktualnye problemy sovremennoy nauki. 2014. No. 3. P. 104–106.
7. Пермяков И.А., Устинова О.Ю., Верихов Б.В. Уровень физического развития детей, проживающих в условиях высокой техногенной нагрузки // Вестник Пермского университета. 2010. № 2. С. 91–97.
Permyakov I.A., Ustinova O.Yu., Verikhov B.V. The physical development level in children living in areas with high technogenic load // Review of Political Science. 2010. No. 2. P. 91–97.
8. Прусов П.К. Оценка темпов полового созревания мальчиков // Педиатрия. 1990. № 5. С. 89–90.
Prusov P.K. Otsenka tempov polovogo sozrevaniya malchikov // Peditriya. 1990. No. 5. P. 89–90.
9. Прусов П.К. Появление первых признаков полового созревания у мальчиков подростков // Гигиена и санитария. 1991. № 1. С. 41–42.
Prusov P.K. Poyavlenie pervykh priznakov polovogo sozrevaniya u malchikov podrostkov // Gigiena i sanitariya. 1991. No. 1. P. 41–42.
10. Прусов П.К. Новый индекс массо-ростового соотношения у мальчиков-подростков // Педиатрия. 2000. № 2. С. 26–28.
Prusov P.K. Novyy indeks masso-rostovogo sootnosheniya u mal'chikov-podrostkov // Peditriya. 2000. No. 2. P. 26–28.
11. Прусов П.К., Иусов И.Г. Оценка темпов биологического созревания подростков в системе физического воспитания и спорта // Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации. 2010. № 1. С. 29–34.
Prusov P.K., Iusov I.G. Otsenka tempov biologicheskogo sozrevaniya podrostkov v sisteme fizicheskogo vospitaniya i sporta // Fizkultura v profilaktike, lechenii i reabilitatsii. 2010. No. 1. P. 29–34.
12. Прусов П.К. Особенности физического развития подростков в системе управления оздоровительным и спортивным процессом: дис. ... д-ра мед. наук. М., 2005. 274 с.
Prusov P.K. Osobennosti fizicheskogo razvitiya podrostkov v sisteme upravleniya ozdorovitel'nyim i sportivnym protsessom: Dis. MD. Moscow, 2005. 274 p.
13. Шилова О.Ю. Современные тенденции физического развития в юношеском периоде онтогенеза // Экология человека. 2011. № 4. С. 29–36.
Shilova O.Yu. Contemporary tendencies of physical development in the youthful period of ontogenesis // Human Ecology. 2011. No. 4. P. 29–36.
14. Nowak-Starz G., Markowska M., Krol H., Zboina B. Changes in development of children and adolescents morphological features depending on selected paragenetic factors // Physiology of Human Development. 2009. Vol. 19. P. 367–376.

Поступила в редакцию 29.03.2018.

THE INFLUENCE OF PHYSICAL DEVELOPMENT INDICATORS ON THE FORMATION OF MUSCLE STRENGTH IN ADOLESCENT BOYS

O.Yu. Milushkina¹, N.A. Skobolina¹, P.K. Prusov², N.A. Bokareva¹, A.A. Tatarinchik¹, S.V. Markelova¹, V.V. Korolik¹, A.M.A. Al-Sabunchi¹

¹ Pirogov Russian National Research Medical University (1 Ostrovityanova St. Moscow 117997 Russian Federation), ² The institute of Skills Training of Federal Medical and Biological Agency (91 Volokolamskoye Hwy Moscow 125371 Russian Federation)

Objective. The muscle strength (MS) of the hands is used to assess the level of physical fitness in children and adolescents in restorative, sports medicine, physiotherapy exercises. However, the dependence of MS on the physical development of children and adolescents has not been adequately studied, taking into account the population variability of these indicators.

Methods. Using the standard anthropometric method, the physical development of 308 boys, 11 to 17 years old, was studied in the dynamics of education in a general education institution. There were three groups sorted by the rate of maturation: the retardant boys (the biological age is less than the calendar age), the medians (the biological age corresponds to the calendar year), and the accelerants (the biological age is ahead of the calendar one). Strength index (SI) and adolescence mass index were calculated.

Results. With the increase in the calendar age from 11 to 17 years of age, MS increases from 15.1±0.3 to 37.5±0.7 kg, SI – from 38.1±0.7 to 55.1±1.2 units. The age dynamics of the SI varied depending on the rates of biological maturation of boys. MS increased in the prepubertal and early pubertal periods. There was a different age-related dynamics of MS in adolescent boys, taking into account “tallness”. According to the SI, boys with an elevated body mass index were significantly inferior to the other two groups in all age groups.

Conclusions. There are sensitive (critical) periods in the formation of MS in adolescent boys associated with periods of maximum growth rate. Differences are observed in boys with different rates of biological maturation, so “retardants” are inferior to boys with biological development outstripping and corresponding age. The formation of MS is affected by both deficits and excess body weight. From the indicators of physical development in the formation of MS in adolescents contributes to the length of the body, as well as the rate of biological maturation, which is indicated by the length of the body. A negative contribution to the formation of MS is made by the body weight.

Keywords: anthropometry, dynamometry, muscle strength, strength index