

А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Н.А. Скоблина, О.Ю. Милушкина, Н.А. Бокарева

Научный центр здоровья детей РАМН, Москва, Российская Федерация

Основные закономерности морфофункционального развития детей и подростков в современных условиях

В современных социально-экономических и эколого-гигиенических условиях крупного города отмечается существенное изменение морфофункционального состояния детей и подростков в возрастных группах от 8 до 15 лет по сравнению со сверстниками 60-х и 80-х гг. прошлого столетия. Серьезные опасения вызывает резкое снижение мышечной силы кистей рук на фоне тотального увеличения размеров тела и ускорения биологического развития. Подобная картина наблюдается в других регионах страны, в разных возрастных группах. Дальнейший поиск причин этого явления — один из основных вопросов, стоящих перед исследователями.

Ключевые слова: *лонгитудинальные наблюдения, физическое развитие детей и подростков.*

Введение

Физическое развитие детей — один из важнейших критериев состояния здоровья детской популяции, поскольку оно является условной мерой физической дееспособности, определяющей запас жизненных сил растущего организма. Физическое развитие характеризуется комплексом морфофункциональных признаков, обуславливающих функциональные качества организма. Представление о важности изучения физического развития человека в науке сложилось к середине XIX в. благодаря работам французского ученого П. Брока и бельгийского исследователя Л.А. Кетле [1].

В России первые работы, посвященные физическому развитию детей, появились в 90-х гг. XIX столетия. В 1879 г. Ф.Ф. Эрисман начал изучать физическое развитие и состояние здоровья детей, проживающих в пос. Глухово Московской области. Под его руководством также проводились исследования учащихся различных учебных заведений г. Москвы. Ф.Ф. Эрисман подошел к решению теоретических вопросов школьной гигиены: были установлены закономерности роста детей в зависимости от пола и условий воспитания, разработан оценочный показатель физического развития — индекс Эрисмана. В этот период исследования физического развития

проводили генерализующим методом (поперечные срезы), суть которого заключается в одномоментных измерениях основных антропометрических показателей на контингентах определенных возрастных групп. Выполняли измерения ограниченного числа параметров: чаще всего роста, реже — роста и веса, почти отсутствовали измерения грудной клетки. Кроме того, отсутствовала система и единая методика измерений. В исследованиях не соблюдалось правило достаточной насыщенности возрастано-половых групп, что существенно влияло на достоверность получаемых результатов. Способ обработки данных был чаще всего просто арифметическим. Впервые математическая обработка данных была внедрена В.В. Бунаком, что позволило ему выявить ряд самых общих закономерностей роста человека [2].

Однако применение генерализующего метода не давало возможности установить возрастные эволюционные проблемы физического развития, его особенности в процессе формирования организма.

Впоследствии появился индивидуализирующий метод (продольные наблюдения) изучения состояния здоровья и физического развития, предусматривающий осмотр и обследование одних и тех же контингентов в динамике. Первым его предложил А.О. Карницкий в 1926 г. [1].

35

A.A. Baranov, V.R. Kuchma, N.A. Skoblina, O.Ju. Milushkina, N.A. Bokareva

Scientific Center of children's health of the Russian Academy of medical sciences, Moscow, Russian Federation

The main mechanisms of morphofunctional development of children and adolescents in modern conditions

In modern social economic and ecologo-hygienic conditions of big cities all age groups of children and adolescents aged 8–15 years present a significant decrease of functional indicators (muscle force of the right hand) in comparison with their peers of 60s and 80s of the XX century. The similar findings occur in other regions and age groups. The analysis of the reasons of this phenomenon is one of key problems for researches.

Key words: *longitudinal studies, physical development of children and adolescents.*

В 1925 г. в свет вышел сборник инструкций «Методика антропометрических исследований», а в 1926 г. при Государственном институте социальной гигиены Наркомздрава было организовано Центральное антропометрическое бюро (ЦАБ). В нем при участии известных антропологов и медиков В.В. Бунака, Л.А. Сыркина, В.Г. Штефко, А.В. Молькова начали закладываться научные основы стандартизации антропометрических исследований: пропагандировались принципы статистической обработки данных, проводилась работа по созданию единого инструментария. Обобщающим результатом этой огромной работы стало руководство «Антропометрия», опубликованное в начале 1941 г. и на сегодняшний день не утратившее своего значения [2, 3].

Следующим этапом в процессе повышения качества изучения физического развития и расширения характеризующих его критериев является включение в схему обследования функциональных показателей. Впервые функциональные показатели (артериальное давление и мышечную силу) включили в изучение физического развития в 1927 г. (В.Г. Штефко) [1]. В настоящее время динамометрия широко используется в массовых антропометрических исследованиях физического развития, клинических исследованиях, при оценке физкультурно-оздоровительной и спортивной деятельности как в нашей стране, так и за рубежом [4–7].

Сотрудниками НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГБУ «НЦЗД» РАМН проводятся и поперечные, и продольные наблюдения за физическим развитием детей и подростков. Уникальными являются серии лонгитудинальных исследований физического развития школьников. Первое исследование проводилось с 1960 по 1969 г. (144 мальчика, 148 девочек), второе — с 1982 по 1991 г. (121 мальчик, 125 девочек), третье, текущее — с 2003 по 2013 г. (179 мальчиков, 169 девочек). По третьему лонгитудинальному исследованию обработаны результаты, полученные в период 2003–2011 гг.

Цель данного исследования — выявить современные тенденции роста, развития и созревания детей и подростков, рассмотреть изменения популяции школь-

ников младших и средних классов мегаполиса Москвы во времени, сравнив материалы исследования с материалами ранее проведенных двух серий лонгитудинальных исследований.

Пациенты и методы

Участники исследования

Исследования выполняли в одних и тех же 11 образовательных учреждениях г. Москвы (1960-е, 1980-е и 2000-е гг.). Выбор учреждений осуществлялся из числа тех, в которых было получено одобрение детей, классных руководителей и родительских комитетов на участие в исследовании. Выполненная работа не ущемляет прав и не подвергает опасности благополучие субъектов исследования и соответствует требованиям биомедицинской этики.

Методы исследования

В процессе работы оценивали показатели массы и длины тела, окружности грудной клетки, пропорции и диаметры тела, толщину четырех подкожно-жировых складок, биологическое развитие, мышечную силу правой кисти, жизненную емкость легких [8].

Статистическая обработка данных

Были рассчитаны средние арифметические величины (М), ошибки средних (m), наименьшие и наибольшие значения (min и max), среднеквадратические отклонения (σ) основных антропометрических и функциональных показателей, для оценки статистической значимости результатов применялся t-критерий Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Сравнительный анализ показателей физического развития школьников г. Москвы в возрасте 8–15 лет разных десятилетий показал, что современные школьники превосходят своих сверстников по основным антропометрическим показателям, при этом увели-

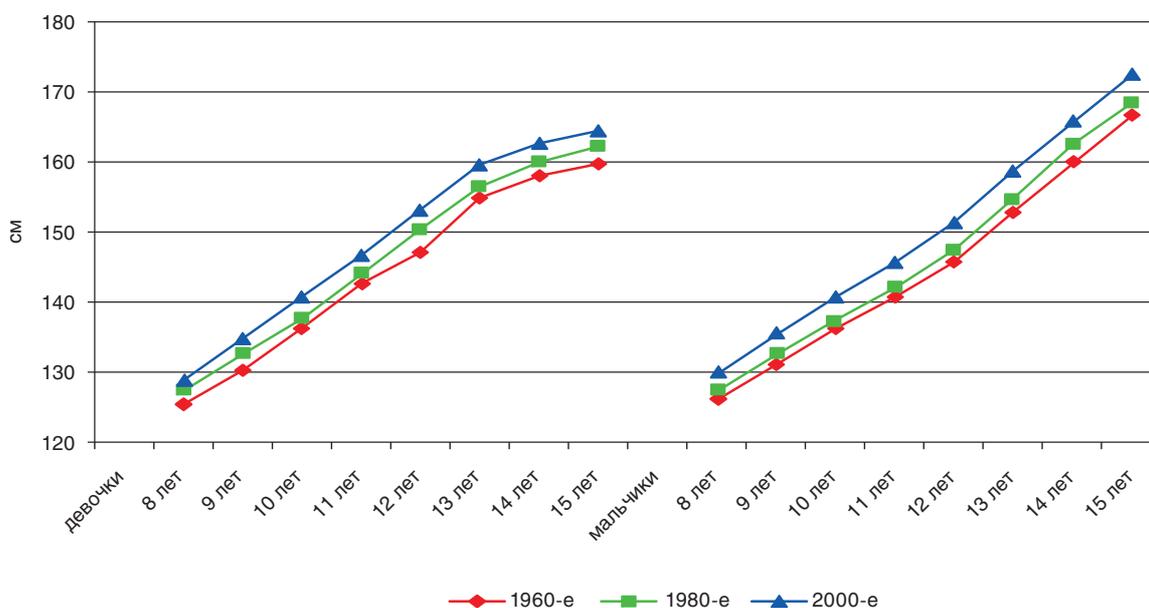


Рис. 1. Длина тела московских школьников в возрасте 8–15 лет по результатам лонгитудинальных исследований в разные десятилетия

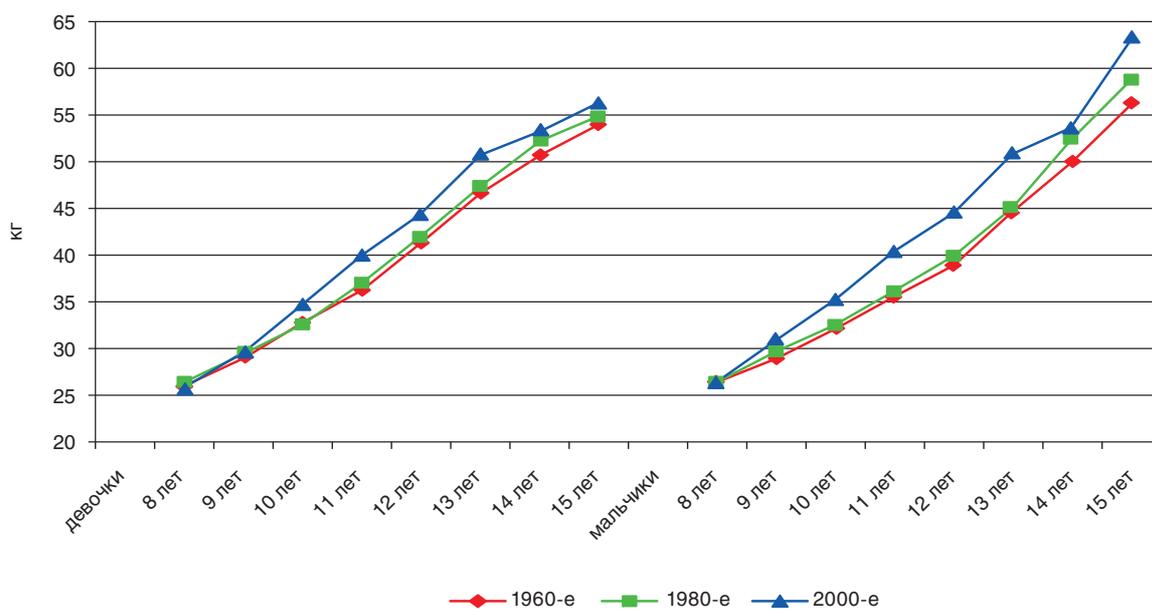


Рис. 2. Масса тела московских школьников в возрасте 8–15 лет по результатам лонгитудинальных исследований в разные десятилетия

чение размеров происходит синхронно (рис. 1, 2). Параллельно обнаружены изменения пропорций строения тела современных школьников, наиболее четко проявляющиеся в увеличении длины ноги. Установлены особенности биологического развития современных московских школьников: развитие вторичных половых

признаков начинается у мальчиков с 10 лет, у девочек — с 8. Статистически значимо увеличилась толщина подкожно-жировых складок и окружность талии у девочек (табл. 1). Толщина подкожно-жировых складок у девочек 8–15 лет в 2000-х гг. оказалась в 1,1–2,5 раза больше, чем у их сверстниц в 1980-х гг.

Таблица 1. Толщина подкожно-жировых складок и окружность талии у девочек в возрасте 8–15 лет в разные десятилетия (лонгитудинальные наблюдения)

Возраст, лет	Год наблюдения	n	Жир. скл., лопатка, мм	Жир. скл. плечо, мм	Жир. скл., талия, мм	Жир. скл., живот, мм	Окружность талии
8	1982	254	6,4	4,8	6,8	8,6	—*
	2003	169	7,0	7,9	9,4	8,6	55,5
	1982–2003	—	<1,1	<1,6	<1,4	=	
9	1983	254	6,8	5,0	7,2	9,5	—*
	2004	207	8,4	8,3	10,5	10,2	57,2
	1983–2004	—	<1,2	<1,7	<1,5	<1,1	
10	1984	254	7,2	5,2	7,4	10,6	—*
	2005	203	9,1	11,1	9,5	10,2	59,1
	1984–2005	—	<1,3	<2,1	<1,3	=	—
11	1985	254	8,2	5,3	7,9	11,7	52,3
	2006	172	12,4	13,1	11,8	12,99	61,4
	1985–2006	—	<1,5	<2,5	<1,5	<1,1	p < 0,001
12	1986	125	8,8	5,4	8,8	13,0	56,5
	2007	156	14,4	11,9	14,1	13,0	63,7
	1986–2007	—	<1,6	<2,2	<1,6	=	p < 0,001
13	1987	125	9,5	5,6	9,3	13,4	60,3
	2008	132	11,5	10,2	13,9	15,8	66,0
	1987–2008	—	<1,2	<1,8	<1,5	<1,2	p < 0,001
14	1988	125	10,3	6,1	10,3	14,3	61,6
	2009	119	12,2	10,3	15,2	16,3	66,7
	1988–2009	—	<1,2	<1,7	<1,5	<1,1	p < 0,001
15	1989	125	11,4	6,2	10,2	16,0	62,7
	2010	119	13,0	10,5	16,4	18,3	67,7
	1989–2010	—	<1,1	<1,7	<1,6	<1,1	p < 0,001

Примечание. * — измерения не проводились.

Таблица 2. Мышечная сила правой кисти рук у школьников Москвы в возрасте 8–15 лет в разные десятилетия (лонгитудинальные наблюдения)

Возраст, лет	Год	Мальчики			Девочки		
		М, кг	m	σ	М, кг	m	σ
8	1960	12,8	0,2	2,5	10,4	0,2	2,7
	1982	15,6	0,3	2,9	13,3	0,2	2,6
	2003	6,5	0,2	2,4	5,4	0,2	2,0
	p 1982–2003	<0,01	–	–	<0,01	–	–
9	1961	16,8	0,2	3,0	13,2	0,2	2,7
	1983	18,1	0,3	3,1	15,8	0,3	2,8
	2004	8,3	0,2	2,6	6,4	0,2	2,4
	p 1983–2004	<0,01	–	–	<0,01	–	–
10	1962	17,8	0,3	3,5	13,9	0,2	2,8
	1984	19,9	0,3	3,3	17,3	0,3	2,6
	2005	11,0	0,3	3,5	9,3	0,2	3,2
	p 1984–2005	<0,01	–	–	<0,01	–	–
11	1963	21,6	0,3	3,8	17,0	0,3	3,3
	1985	20,5	0,4	4,2	18,1	0,3	3,4
	2006	14,8	0,3	3,2	13,4	0,2	2,9
	p 1985–2006	<0,01	–	–	<0,01	–	–
12	1964	24,4	0,3	4,1	21,2	0,3	3,6
	1986	21,9	0,4	3,9	20,4	0,4	4,1
	2007	16,3	0,4	3,7	14,7	0,3	3,7
	p 1986–2007	<0,001	–	–	<0,01	–	–
13	1965	30,0	0,6	6,8	25,9	0,4	5,2
	1987	26,1	0,4	4,3	23,3	0,4	4,3
	2008	19,0	0,7	6,8	16,7	0,4	4,6
	p 1987–2008	<0,01	–	–	<0,001	–	–
14	1966	37,1	0,7	8,5	29,4	0,5	5,6
	1988	28,5	0,3	3,4	24,8	0,4	3,9
	2009	24,8	0,8	6,8	20,9	0,5	4,4
	p 1988–2009	<0,01	–	–	<0,01	–	–
15	1967	45,5	0,8	9,3	31,4	0,4	5,4
	1989	35,3	0,7	7,5	25,9	0,4	4,2
	2010	30,9	0,9	8,0	21,9	0,4	3,9
	p 1989–2010	<0,01	–	–	<0,01	–	–

38

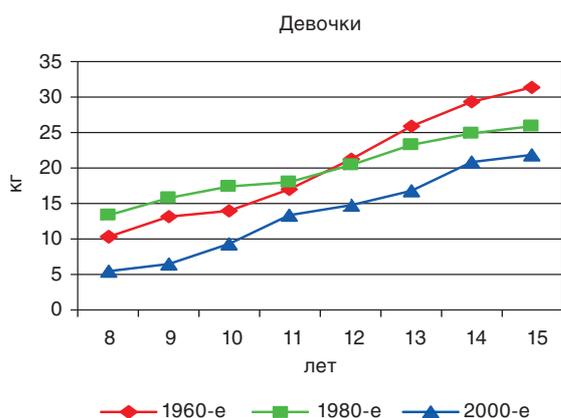


Рис. 3. Мышечная сила правой кисти рук московских школьников в возрасте 8–15 лет (девочки) при лонгитудинальных наблюдениях в разные десятилетия

Полученные данные об изменении тотальных размеров тела московских школьников и ускорении биологического развития свидетельствуют о положительных сдвигах в физическом развитии и, воз-

можно, о «новом витке» активности процесса акселерации [9]. Можно было бы предположить, что такие же изменения коснутся и силовых возможностей школьников.

Возрастная динамика статистических параметров силы сжатия кисти детей разных десятилетий представлена в табл. 2.

В ходе лонгитудинальных наблюдений 2003–2011 гг. было установлено достоверное снижение функциональных показателей во всех возрастных группах. В исследованиях 1980-х гг. снижение мышечной силы правой кисти рук (динамометрии) у московских школьников было зафиксировано в начале пубертатного периода — в 11–12 лет. Именно с этого момента школьники по приросту мышечной силы стали отставать ($p < 0,01–0,05$) от ровесников 1960-х (рис. 3, 4).

Наибольшее различие в снижении силовых возможностей у современных школьников по сравнению с их ровесниками в 1960-е гг. обнаруживается в 9 и 13–15 лет. У мальчиков показатели ниже на 11,0–14,6 кг, у девочек — на 8,5–9,5 кг. По сравнению со сверстниками 1980-х гг., силовые возможности современных школьников существенно ниже в возрасте 8–10 лет: у мальчиков — на 8,9–9,8 кг, у девочек — на 7,9–9,4 кг.

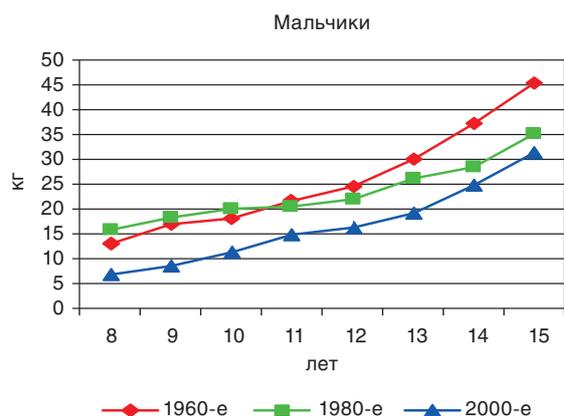


Рис. 4. Мышечная сила правой кисти рук московских школьников в возрасте 8–15 лет (мальчики) при лонгитудинальных наблюдениях в разные десятилетия

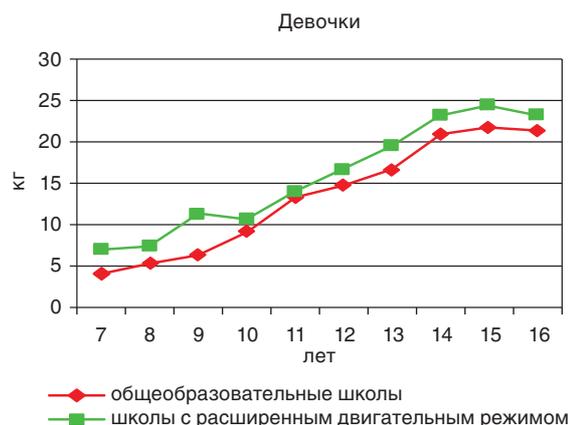


Рис. 5. Мышечная сила правой руки девочек в возрасте 7–16 лет в учреждениях с различным двигательным режимом

В 1960-е гг. и у мальчиков, и у девочек к 12-му году жизни показатели динамометрии удваивались по сравнению с показателями в 8 лет, в середине 1980-х у мальчиков удвоение показателя достигалось только к 15 годам, а у девочек — даже позже. У современных школьников обоих полов удвоение показателей динамометрии происходит уже к 11 годам на фоне общего низкого уровня этих показателей.

По мнению Ю.А. Ямпольской (2003), снижение функциональных показателей у школьников в 1980-е гг. было сопряжено с сужением границ дисперсионного разброса этого показателя [3]. Как известно, вариационное разнообразие говорит о состоянии развития контингента. Если бы тенденция к известной однородности, снижению разнообразия вариантов сопровождалась возрастанием средней величины мышечной силы, его можно было бы расценить как факт положительный, обусловленный улучшением условий жизни, исключением негативных влияний, сглаживанием социальных различий. В сочетании с уменьшением средней величины он может считаться отрицательным, связанным с ограничением функциональных возможностей, ухудшением физиологических характеристик растущего организма. По результатам 2000-х гг., разброс показателей достаточно широк во всех возрастных группах (коэффициент вариации V колеблется в пределах от 17,8 до 31,8).

Данные по снижению физиометрических показателей детей, подростков и молодежи в XXI в. подтверждаются исследованиями в разных регионах России (Нижний Новгород, Архангельск, Киров) и в разных возрастных группах [10–13].

Снижение силовых возможностей связывают с отсутствием интереса к активным занятиям спортом, малоподвижным образом жизни, широким внедрением в жизнь технических средств, нарушением режима питания, ухудшением экологической обстановки [11, 12, 14].

Для установления связи показателей мышечной силы и общей двигательной активности школьников было проведено сравнительное исследование динамометрии правой кисти у школьников в возрасте 7–16 лет в обычных школах и школах с расширенным двигательным режимом (рис. 4, 5).

Сравнительный анализ функциональных показателей позволил получить достоверные различия ($p < 0,05–0,001$) во всех возрастно-половых группах, за исключением девочек 11 лет и мальчиков 14 лет. В когорте мальчиков 7, 8, 9, 10, 13 и 15 лет различия статистически значимы



Рис. 6. Мышечная сила правой руки мальчиков в возрасте 7–16 лет в учреждениях с различным двигательным режимом

($p < 0,001$). Так, в возрасте 7 лет у мальчиков из обычных школ средние значения мышечной силы правой кисти составляют $5,6 \pm 0,2$ кг, в школах с расширенным двигательным режимом — $8,2 \pm 0,3$ кг; у девочек — $4,1 \pm 0,3$ и $6,8 \pm 0,2$ кг, соответственно. В возрасте 12 лет у мальчиков — $16,3 \pm 0,4$ и $19,0 \pm 0,8$ кг, у девочек — $14,7 \pm 0,3$ и $16,7 \pm 0,9$ кг, соответственно. В возрасте 16 лет у мальчиков — $33,6 \pm 0,9$ и $38,2 \pm 2,0$ кг, у девочек — $21,4 \pm 0,4$ и $23,2 \pm 0,7$ кг, соответственно.

Заключение

Таким образом, изучение физического развития школьников в современных условиях продолжает оставаться одним из ключевых разделов гигиены детей и подростков. Продольные и поперечные наблюдения за физическим развитием позволяют своевременно выявлять особенности морфофункционального состояния детей, разрабатывать и пересматривать нормативы физического и биологического развития, а также функциональных показателей, устанавливать степень и силу влияния медико-социальных факторов и факторов окружающей среды на здоровье подрастающего поколения.

REFERENCES

1. Serdyukovskaya G.N. Problema izucheniya sostoyaniya zdorov'ya shkol'nikov v SSSR. *Avtooref. diss. ... dokt. med. nauk. M.* 1970. 33 s.
2. Bunak V.V. *Antropometriya. M.*, 1941. 367 s.
3. Yampol'skaya Yu.A. Fizicheskoe razvitiye v issledovaniyakh NII gigieny detei i podrostkov. Podkhody k standartizatsii issledovaniy i otsenki. *Fizicheskoe razvitiye detei i podrostkov vo vtoroi polovine XX veka: aktovaya rech'. M.* 2003. 39 s.
4. Khomyakova I.A., Godina E.Z., Zadorozhnaya L.V. Osobennosti rosta i razvitiya detei g. Arkhangel'ska za poslednie 20 let. *Mat-ly XV Kongressa pediatrov Rossii s mezhdunarodnym uchastiem: «Aktual'nye problemy pediatrii». M.: NTsZD RAMN.* 2011. 922 s.
5. Macfarlane T.S., Larson C.A., Stiller C. Lower extremity muscle strength in 6- to 8-year-old children using hand-held dynamometry. *Pediatr. Phys. Ther.* 2008; 20 (2): 128–136.
6. Stark T., Walker B., Phillips J.K., Fejer R., Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PMR.* 2011; 3 (5): 472–479.
7. Bohannon R.W. Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1997; 78 (1): 26–32.
8. Baranov A.A., Kuchma V.R., Skoblina N.A.. *Fizicheskoe razvitiye detei i podrostkov na rubezhe tysyacheletii. M.* 2008. 216 s.
9. Kuchma V.R., Skoblina N.A., Milushkina O.Yu., Bokareva N.A., Yampol'skaya Yu.A. Kharakteristika morfofunktsional'nykh pokazatelei moskovskikh shkol'nikov 8–15 let (po rezul'tatam longitudinal'nykh issledovaniy). *Vestn. Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya.* 2012; 1: 76–83.
10. Bogomolova E.S. Gigienicheskoe obosnovanie monitoringa rosta i razvitiya shkol'nikov v sisteme «zdorov'e — sreda obitaniya». *Avtooref. diss. ... dokt. med. nauk. N.Novgorod.* 2010. 44 s.
11. Krivolapchuk I.A. Vozrastnaya dinamika i adaptatsionnye izmeneniya funktsional'nogo sostoyaniya detei 5–14 let pod vliyaniem zanyatii fizicheskimi upravneniyami. *Avtooref. diss. ... dokt. biol. nauk. M.* 2008. 49 s.
12. Mishkova T.A. Morfofunktsional'nye osobennosti i adaptatsionnye vozmozhnosti sovremennoi studencheskoi molodezhi v svyazi s otsenкой fizicheskogo razvitiya. *Avtooref. diss. ... kand. biol. nauk. M.* 2010. 24 s.
13. Chagaeva N.V., Popova I.V., Tokarev A.N., Kashin A.V., Belyakov V.A. Sravnitel'naya kharakteristika fiziometricheskikh pokazatelei fizicheskogo razvitiya shkol'nikov. *Gigiena i sanitariya.* 2011; 2: 72–75.
14. Lobacheva A.V., Islamova E.A., Furman G.L., Svishcheva E.M. Ratsional'noe pitanie i ego rol' v formirovaniy zdorovogo obraza zhizni. *Mat-ly nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem: «Farmakoterapiya i dietologiya v pediatrii».* 2011. 114 s.

FOR CORRESPONDENCE

Baranov Aleksandr Aleksandrovich, PhD, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences and Russian Academy of Medical Sciences, Director of Federal State Budget Institution Scientific Center of Children's Health, Russian Academy of Medical Sciences

Address: 119991, Moscow, Lomonosov av., 2, bldg. 1; **Tel.:** (495)967-14-20

E-mail: baranov@nczd.ru

Kuchma Vladislav Remirovich, PhD, Professor, corresponding member of Russian Academy of Medical Sciences, Deputy Director of Federal State Budget Institution Scientific Center of Children's Health, Russian Academy of Medical Sciences, Director of Scientific Research Center of Hygiene and Health Protection of Children and Adolescents, Federal State Budget Institution Scientific Center of Children's Health, Russian Academy of Medical Sciences

Address: 119991, Moscow, Lomonosov av., 2, bldg. 1; **Tel.:** (495) 917-48-31

E-mail: kuchmavr@nczd.ru

Skoblina Natalya Aleksandrovna, PhD, Associate Professor, Head of a Department of Complex Problems of Children and Adolescents, Scientific Research Center of Hygiene and Health Protection of Children and Adolescents, Federal State Budget Institution Scientific Center of Children's Health, Russian Academy of Medical Sciences

Address: 119991, Moscow, Lomonosov av., 2, bldg. 1; **Tel.:** (495) 917-90-45

E-mail: skoblina@niigd.ru

Milushkina Olga Yuryevna, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of Chair of Hygiene, State Budget Education Institution of Higher Professional Education, Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Ministry of Health, Russian Federation, Senior Scientific Worker, Department of Complex Problems of Children and Adolescents, Scientific Research Center of Hygiene and Health Protection of Children and Adolescents, Federal State Budget Institution Scientific Center of Children's Health, Russian Academy of Medical Sciences

Address: 119991, Moscow, Lomonosov av., 2, bldg. 1; **Tel.:** (495) 434-44-33

E-mail: milushkina_o@rsmu.ru, milushkina_o@rsmu.ru

Bokareva Nataliya Andreyevna, Candidate of Medical Sciences, Senior Scientific Worker, Department of Complex Problems of Children and Adolescents, Scientific Research Center of Hygiene and Health Protection of Children and Adolescents, Federal State Budget Institution Scientific Center of Children's Health, Russian Academy of Medical Sciences

Address: 119991, Moscow, Lomonosov av., 2, bldg. 1; **Tel.:** (495) 917-90-45

E-mail: nabokareva@mail, runabokareva@mail.ru