

УДК 572+612.73/.74+611.73

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ СКЕЛЕТНОЙ МУСКУЛАТУРЫ ШКОЛЬНИКОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ

В.А. Мельник

Гомельский государственный медицинский университет, Гомель

В статье представлены результаты анализа половозрастной динамики силовых качеств скелетных мышц у детей и подростков г. Гомеля в возрасте от 7 до 17 лет. Выявлены периоды ускорения и замедления темпов прироста показателей, характеризующих силовые качества скелетной мускулатуры у городских школьников. Максимумы приростов этих показателей раньше наступают у лепто- и мезосомных мальчиков, а также у мезо- и гиперсомных девочек. Половой диморфизм силовых показателей у школьников всех соматотипов в процессе онтогенеза постепенно увеличивается в пользу мальчиков за счет более высоких темпов прироста у них показателей в пубертатный период (особенно среди мезосомных школьников). Установлена корреляционная взаимосвязь между соматометрическими показателями и силовыми качествами школьников, которая была более тесной у представителей мезосомных соматотипов по сравнению с лепто- и гиперсомными.

Ключевые слова: *школьники, силовые качества, соматотип.*

Введение. Мониторинг функциональных показателей физического развития (ФР) на восходящем этапе онтогенеза является одной из основных задач ауксологии и возрастной физиологии. Расширение научных представлений о формировании растущего организма в меняющихся природных и социальных условиях жизни имеет большое значение для разработки теории адаптации с онтогенетических позиций (Антонова и др., 2012). При этом ФР является одним из важнейших показателей, отражающих состояние здоровья детского населения.

Одной из наиболее важных особенностей возрастной динамики функциональных показателей ФР детей и подростков является неравномерность изменений скорости ростовых процессов (Мельник, 2014; Кучма, 2012). Изучению динамики этих показателей у школьников посвящено немало исследований во многих странах мира (Kim, 2008; Marques-Vida, 2008; Платонова, 2012). При этом анализ литературы по данной проблеме указывает на то, что в различных странах в зависимости от экологической и социально-экономической

обстановки имеют место разнонаправленные процессы изменения морфофункциональных показателей школьников (Kim, 2008; Marques-Vida, 2008; Кучма и др., 2012).

Оценка функциональных показателей развития ребенка является важным критерием состояния его здоровья. Отклонение этих показателей от нормы часто является первым важным признаком как нарушения функционального состояния организма ребенка, так и уже имеющегося у него заболевания. Данные о функционировании органов и систем используют в качестве критериев ФР.

Одними из важнейших показателей, характеризующих функциональное состояние организма ребенка являются показатели мышечной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Необходимость постоянного наблюдения за морфофункциональным статусом подрастающего поколения в различных регионах трудно переоценить. Многие исследователи рекомендуют уточнять региональные стандарты ФР через каждые 5–10 лет, так как со временем они изменяются.

Цель работы – изучить половозрастную динамику силовых показателей у городских школьников различных типов телосложения, а также установить периоды ускорения и замедления темпов прироста данных показателей.

Методика. Объектом исследования явились учащиеся общеобразовательных школ г. Гомеля в возрасте от 7 до 17 лет. На протяжении двух учебных лет (2010–2012 гг.) было проведено комплексное морфофункциональное обследование 1693 мальчиков и 1757 девочек – всего 3450 школьников, не имеющих существенных отклонений в состоянии здоровья (I и II группы здоровья).

Измерение максимальной силы мышц кисти (кг) проводилось с использованием кистевых динамометров (модель ДК25, ДК 50, ДК100, Россия). Показатели определялись и рассчитывались для мышц кисти правой и левой руки (Питкевич, 2008).

При измерении силы мышц-разгибателей спины был использован становой динамометр (ДС-200, Россия). Определение становой силы проводилось 3 раза.

Полученные индивидуальные данные фиксировались в карте обследованного.

Антропометрическое обследование детей 7–17 лет проводилось с использованием унифицированной методики В. В. Бунака (1941), в соответствии с программой, традиционно используемой антропологами в России и Беларуси.

Определение соматотипической принадлежности осуществлялось по новой количественной схеме «Способ количественной оценки типов телосложения по комплексу

антропометрических показателей», разработанной и внедренной в практическую деятельность группой белорусских ученых (Мельник, Саливон, 2013). Методика предусматривает выделение трех основных вариантов телосложения (соматотипов): астенизированного лептосомного, мезосомного и адипозного гиперсомного, а также четырех переходных – лептосомного, мезолептосомного, мезогиперсомного и гиперсомного.

В связи с тем, что астенизированные лептосомные, лептосомные, гиперсомные и адипозногиперсомные школьники встречались редко в исследовании, они были объединены в три основные группы: лептосомные, состоящие из астенизированных лептосомных и лептосомных; мезосомные; гиперсомные, включившие адипозных гиперсомных и гиперсомных школьников.

Изменчивость скорости прироста силовых показателей в интервале 7–17 лет прослежена путем анализа их абсолютных и относительных ежегодных прибавок. Относительные прибавки рассчитаны в процентах от общего прироста за весь изучаемый возрастной период.

Учитывая имеющиеся методические расхождения в методиках определения типа телосложения, предложенной авторами статьи и другими исследователями, проведение сравнительного анализа наших данных с материалами других исследователей не выполнялось так как является не корректным.

Статистическая обработка осуществлялась с использованием пакета прикладных статических программ «STATISTICA 7.0». Гипотеза о нормальном распределении величин проверена с помощью критерия Шапиро – Уилка. Полученные результаты представлены в виде средних арифметических величин (M) и стандартного отклонения (SD). Значимость различий оценивалась по критерию Манна – Уитни (U-критерий). Результаты анализа считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Исследование взаимосвязи между изучаемыми показателями проводилось с помощью корреляционного анализа по методу Spearman (Гланц, 1999).

Результаты и обсуждение. *Кистевая динамометрия.* В результате проведенных исследований установлено, что в соответствии с общебиологическими закономерностями силовые качества скелетной мускулатуры (максимальной силы мышц кисти правой и левой руки, силы мышц разгибателей спины) обследуемых с возрастом активно увеличивались, однако интенсивность их прироста у школьников двух половых групп имела особенности и зависела от типа телосложения. Так, у исследуемых лептосомных мальчиков в возрастном интервале от 7 до 17 лет сила мышц кисти правой руки увеличивалась от $10,33 \pm 2,07$ кг у 7-летних до $37,25 \pm 5,83$ кг у 17-летних, у мезосомных –

от $11,44 \pm 1,55$ кг до $41,29 \pm 5,18$ кг и у гиперсомных – от $11,17 \pm 2,44$ кг до $41,55 \pm 6,40$ кг соответственно. У лептосомных городских девочек данный показатель в изучаемом возрастном диапазоне повышался от $8,91 \pm 2,30$ кг в возрасте 7 лет до $26,00 \pm 3,57$ кг в 17 лет, у мезосомных – от $9,61 \pm 1,73$ кг до $27,50 \pm 3,58$ кг и у гиперсомных – от $9,13 \pm 2,45$ кг до $26,78 \pm 3,35$ кг соответственно (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Половозрастная динамика максимальной силы мышц кисти правой руки (кг)
школьников в зависимости от соматотипа

Возраст, лет	Тип телосложения					
	лептосомный		мезосомный		гиперсомный	
	М	SD	М	SD	М	SD
Мальчики						
7	10,33	2,07	11,44	1,55	11,17	2,44
8	12,40	2,80	12,80	1,89	13,46	3,57
9	13,42	2,90	13,75	2,62	14,71	2,89
10	14,44	4,45	15,44	3,44	17,50	4,00
11	17,43	3,36	18,18	3,13	19,76	5,73
12	19,33	4,24	19,39	3,53	21,04	5,39
13	19,67	5,17	23,34	6,13	25,29	7,22
14	20,40	4,93	27,88	6,58	28,74	7,75
15	31,29	9,50	34,92	7,69	32,67	7,23
16	32,25	7,27	37,89	5,95	40,00	6,73
17	37,25	5,83	41,29	5,18	41,55	6,40
Девочки						
7	8,91	2,30	9,61	1,73	9,13	2,45
8	10,50	2,14	11,18	1,63	10,44	2,40
9	11,71	2,45	13,00	3,18	12,80	2,90
10	11,82	2,23	14,43	1,70	14,64	3,75
11	13,00	2,65	16,27	3,40	17,06	5,30
12	14,88	1,55	17,55	4,32	18,21	7,09
13	18,40	3,35	20,10	4,14	20,57	3,92
14	19,58	4,12	23,00	4,97	21,93	5,70
15	22,13	3,52	23,45	4,46	26,13	4,14
16	25,09	3,73	25,76	6,17	26,23	5,84
17	26,00	3,57	27,50	3,58	26,78	3,35

Анализируя возрастные изменения силы мышц кисти левой руки выявлено, что у лептосомных мальчиков данный показатель увеличивалась от $9,00 \pm 2,00$ кг у 7-летних до $31,08 \pm 6,01$ кг у 17-летних, у мезосомных – от $9,89 \pm 1,15$ кг до $37,43 \pm 3,94$ кг и у гиперсомных – от $9,33 \pm 1,61$ кг до $36,53 \pm 5,55$ кг соответственно. У лептосомных городских девочек данный показатель в изучаемом возрастном диапазоне

повышался от $8,55 \pm 2,54$ кг в возрасте 7 лет до $22,33 \pm 3,39$ кг в 17 лет, у мезосомных – от $8,18 \pm 1,70$ кг до $22,91 \pm 4,24$ кг и у гиперсомных – от $8,60 \pm 2,50$ кг до $23,86 \pm 3,62$ кг соответственно (табл. 2).

Сравнительный анализ показателей максимальной силы мышц кисти правой и левой руки показал, что силовые возможности у городских мальчиков во всех возрастных группах всех типов телосложения закономерно выше, чем у их сверстниц ($p < 0,05 - 0,001$). При этом различия имели более высокую статистически значимую разницу между гиперсомными мальчиками и девочками. Степень выраженности полового диморфизма от 7 лет к 17 годам нарастает (табл. 1, 2).

Таблица 2

Половозрастная динамика максимальной силы мышц кисти левой руки (кг) школьников в зависимости от соматотипа

Возраст, лет	Тип телосложения					
	лептосомный		мезосомный		гиперсомный	
	М	SD	М	SD	М	SD
Мальчики						
7	9,00	2,00	9,89	1,15	9,33	1,61
8	10,90	2,77	11,09	2,02	11,92	3,97
9	11,89	2,85	12,41	2,95	12,76	2,28
10	13,56	4,69	14,84	3,48	15,93	3,79
11	15,00	3,46	16,00	3,18	17,29	4,61
12	17,11	3,02	16,78	3,72	17,92	4,73
13	18,11	3,72	19,97	5,54	22,50	6,53
14	20,80	3,35	24,69	6,07	26,29	6,65
15	27,67	6,16	30,81	6,56	28,57	7,87
16	28,25	7,68	33,78	5,71	35,91	7,54
17	31,08	6,01	37,43	3,94	36,53	5,55
Девочки						
7	8,55	2,54	8,18	1,70	8,60	2,50
8	9,43	0,98	9,29	0,98	8,67	1,73
9	9,66	1,84	11,89	3,01	12,00	2,53
10	9,73	1,27	12,29	1,73	12,36	3,96
11	9,75	3,30	14,82	3,45	14,54	5,27
12	13,25	2,55	15,72	4,68	15,12	5,53
13	16,75	2,73	18,03	3,78	18,50	4,95
14	17,42	4,21	19,10	4,63	19,21	4,97
15	18,75	3,73	20,13	4,45	22,19	3,31
16	21,45	4,11	22,67	5,53	22,75	5,62
17	22,33	3,39	22,91	4,24	23,86	3,62

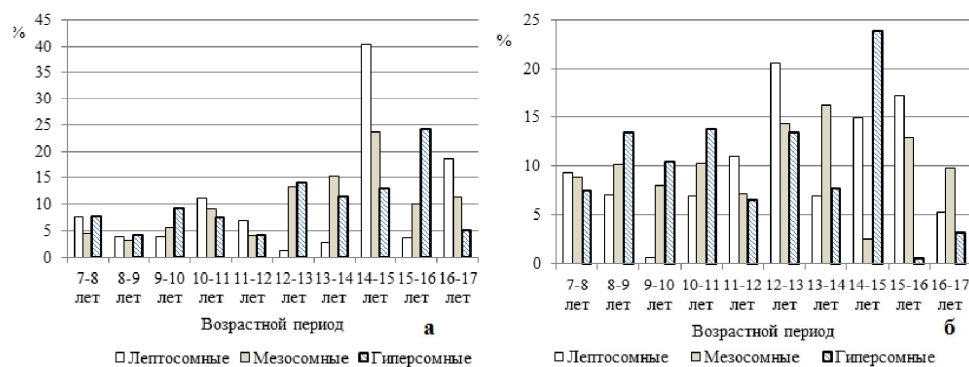
Темпы увеличения показателей кистевой динамометрии в изучаемом возрастном периоде, а также величины общего прироста показателей, больше у мальчиков, чем у девочек всех типов

телосложения. За весь изучаемый возрастной период максимальная сила мышц кисти правой руки в большей степени увеличивалась у мальчиков гиперсомного и девочек мезосомного соматотипов, а левой – у мальчиков мезосомного и девочек гиперсомного соматотипов.

Сила мышц кистей рук закономерно ниже у мальчиков и девочек лептосомного соматотипа по сравнению с мезо- и гиперсомными, а у мезосомных ниже по сравнению с гиперсомными во всех возрастных группах. При этом статистически значимые различия показателей выявлялись в основном между лепто- и гиперсомными сверстниками, что может указывать на преимущественное увеличение массы тела у представителей мезосомного типа за счет мышечной ткани, а гиперсомных – жировой.

Общий прирост максимальной силы мышц кистей рук от 7 до 17 лет у мальчиков всех типов телосложения больше по сравнению с девочками (см. табл. 1, 2). При этом интенсивность прироста показателей обследованных зависела от конституциональных особенностей их телосложения (рис.1). Так, среди мезо- и гиперсомных мальчиков до 12 лет, а лептосомных до 13 лет, фиксировалось относительно равномерное увеличение показателей.

После указанных возрастных периодов отмечался резкий скачок прироста мышечной силы кистей обеих рук. Максимальный прирост показателя среди мезосомных и лептосомных мальчиков зафиксирован с 14 до 15 лет, а среди гиперсомных на 1 год позже (рис 1а). В последующих возрастных группах отмечено снижение приростов мышечной силы кистей рук у мальчиков.



Р и с . 1 . Относительные годовые приросты максимальной силы мышц кисти правой руки у мальчиков (а) и девочек (б) различных соматотипов

Среди девочек изучаемого возрастного диапазона можно выделить два пика наибольших прибавок мышечной силы кистей рук. Первый выявлен с 12 до 13 лет у гипер- и лептосомных и с 13 до 14 лет

у мезосомных девочек (рис. 1б). После указанных возрастных периодов темпы прироста признака у исследуемых снижались.

Таблица 3
Половозрастная динамика силы мышц разгибателей спины (кг) школьников в зависимости от соматотипа

Возраст, лет	Тип телосложения					
	лептосомный		мезосомный		гиперсомный	
	М	SD	М	SD	М	SD
Мальчики						
7	32,71	12,23	36,22	6,91	35,00	7,98
8	39,78	9,02	42,66	9,33	44,18	10,75
9	40,87	9,21	43,56	8,51	47,94	6,84
10	43,56	8,23	44,72	8,50	48,43	11,51
11	49,00	9,90	52,82	8,81	61,11	13,34
12	49,33	5,89	56,30	9,59	66,38	15,53
13	61,00	15,74	67,11	16,88	74,32	25,20
14	63,50	20,74	78,48	17,69	86,08	26,28
15	88,14	21,47	102,22	24,54	97,82	26,16
16	99,67	26,96	107,00	20,33	112,60	22,12
17	107,25	21,65	119,29	24,40	125,29	26,02
Девочки						
7	32,36	16,76	34,04	8,14	33,86	13,22
8	32,44	12,03	37,26	8,45	38,00	11,83
9	33,67	7,63	38,78	8,20	39,10	8,89
10	34,55	5,87	40,86	7,58	40,36	12,71
11	36,00	15,56	43,88	12,07	46,75	17,56
12	38,33	10,46	44,88	17,33	46,92	20,91
13	43,47	8,64	50,96	17,40	49,54	13,95
14	45,91	15,71	57,37	14,96	50,18	13,32
15	46,44	18,69	57,76	15,71	52,86	22,50
16	47,96	14,75	62,24	23,33	61,62	17,35
17	48,80	10,71	63,50	15,75	64,33	16,33

В связи с одновременным вступлением подростков в пубертатный период развития наибольшая вариабельность показателей мышечной силы кистей рук устанавливалась у мальчиков в возрастных группах старше 13 лет, у девочек – старше 12 лет (см. табл. 1, 2).

Возрастная динамика *становой динамометрии* (силы мышц разгибателей спины) у обследуемых была схожа с изменениями мышечной силы кистей рук, а интенсивность прироста показателей обследованных также зависела от конституциональных особенностей

их телосложения (табл. 3). Полученные в результате исследований данные свидетельствует, что у обследованных лептосомных мальчиков в изучаемом возрастном диапазоне показатели становой динамометрии увеличивались от $32,71 \pm 12,23$ кг у 7-летних до $107,25 \pm 21,65$ кг у 17-летних, у мезосомных – от $36,22 \pm 6,91$ кг до $119,29 \pm 24,40$ кг и у гиперсомных – от $35,00 \pm 7,98$ кг до $125,29 \pm 26,02$ кг соответственно. У лептосомных городских школьниц данный показатель в возрастном интервале от 7 до 17 лет повышался от $32,36 \pm 16,76$ кг в 7 лет до $48,80 \pm 10,71$ кг в 17 лет, у мезосомных – от $34,04 \pm 8,14$ кг до $63,50 \pm 15,75$ кг и у гиперсомных – от $33,86 \pm 13,22$ кг до $64,33 \pm 16,33$ кг соответственно.

Максимальный прирост силы мышц разгибателей спины среди мезосомных и лептосомных мальчиков зафиксирован с 14 до 15 лет, а среди гиперсомных на 1 год позже (рис. 2а). В последующих возрастных группах отмечено снижение приростов показателя среди мальчиков.

Среди девочек с лептосомным соматотипом в возрастном интервале от 12 до 13 лет выявлен наиболее ранний период максимальной прибавки становой силы. У школьниц с мезосомным типом телосложения данный период зафиксирован от 12 до 14 лет, а с гиперсомным – от 16 до 17 лет (рис. 2б).

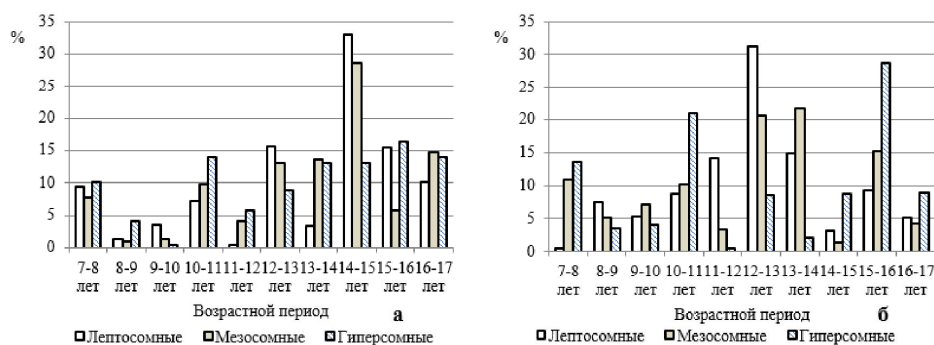


Рис. 2. Относительные годовые приросты силы мышц разгибателей спины, у мальчиков (а) и девочек (б) различных соматотипов

Силовые качества исследованных (максимальная сила мышц кистей рук и становая сила) в высокой степени взаимосвязаны практически со всеми их антропометрическими показателями. При этом коэффициенты корреляции достигали более высоких значений у мезосомных мальчиков и девочек. В меньшей степени эта связь была выражена среди лептосомных и хуже всего у представителей гиперсомных соматотипов.

Корреляционная связь силовых качеств более четко была

выражена у мальчиков всех типов телосложения по сравнению с девочками. При этом корреляция толщины КЖС на конечностях с показателями кистевой и становой динамометрии мальчиков всех соматотипов имела отрицательную направленность, в отличие от девочек, что свидетельствует об увеличении силовых возможностей мальчиков при снижении жиросложения.

Заключение. Анализ возрастной динамики показателей скелетной мускулатуры городских школьников различных соматотипов показал, что интенсивность приростов функциональных показателей у школьников зависит от типа их телосложения ($p < 0,05-0,001$). Максимумы приростов показателей, характеризующих силовые качества, раньше наступают у лепто- и мезосомных мальчиков, а также у мезо- и гиперсомных девочек. Половой диморфизм силовых показателей у школьников всех соматотипов в процессе онтогенеза постепенно увеличивается в пользу мальчиков за счет более высоких темпов прироста у них показателей в пубертатный период (особенно среди мезосомных школьников).

Установлена корреляционная взаимосвязь между морфометрическими показателями тела и силовыми качествами школьников, которая была более тесной у представителей мезосомных соматотипов по сравнению с лепто- и гиперсомными.

Полученные в результате работы данные могут быть использованы при дальнейшем мониторинге показателей физического развития школьников различных типов телосложения и позволяют выделить комплекс критериев (задержка или ускорение темпов развития силовых качеств скелетной мускулатуры), на основании которого определяются группы риска среди детей и подростков в отношении нарушения формирования организма под воздействием факторов окружающей среды.

В результате проведенной работы разработаны, изданы и внедрены в практическое здравоохранение Беларуси и в учебный процесс таблицы оценки морфофункциональных показателей физического развития городских школьников различных соматотипов в возрасте от 7 до 17 лет (Мельник, 2015).

Автор благодарит сотрудников кафедры анатомии человека и нормальной физиологии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет» за помощь в организации и проведении обследований.

Список литературы

- Антонова А.А., Ченцова С.Н., Сердюков В.Г.* 2012. Сравнительная характеристика физического развития детей // Астраханский медицинский журнал. Т. 7. № 4. С. 26-29.
- Бунак В.В.* 1941. Антропометрия. М.: Учпедгиз. 368 с.
- Гланц С.* Медико-биологическая статистика. М.: Практика. 1999. 459 с.
- Кучма В.Р., Скоблина Н.А., Милушкина О.Ю., Бокарева Н.А.* 2012. Сравнительный ретроспективный анализ физического и биологического развития школьников Москвы // Гигиена и санитария. № 4. С. 47-52.
- Кучма В.Р., Скоблина Н.А. Милушкина О.Ю., Бокарева Н.А., Ямпольская Ю.А.* 2012. Характеристика морфофункциональных показателей московских школьников 8–15 лет (по результатам лонгитудинальных исследований) // Вестник Московского Университета. Серия 23: Антропология. № 1. С. 76-83.
- Мельник В.А., Саливон И.И.* 2013. Методика определения типов телосложения детского населения по комплексу антропометрических показателей: учеб.-метод. пособие. Гомель: ГомГМУ. 34 с.
- Мельник В.А.* 2015. Конституциональные особенности формирования морфофункциональных показателей физического развития и полового созревания городских школьников: монография. Гомель: ГомГМУ. 224 с.
- Питкевич Э.С., Штаненко Н.И., Мельник В.А., Мельник С.Н.* 2008. Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии. Гомель: ГоГМУ. 1 28 с.
- Платонова А.Г.* 2012. Изменения в физическом развитии киевских школьников за десятилетний период (1996–2008 гг.) // Гигиена и санитария. № 2. С. 69-73.
- Сонькин В.Д.* 2007. Физическая работоспособность и энергообеспечение мышечной функции в постнатальном онтогенезе человека // Физиология человека. Т. 33. № 3. С. 1-19.
- Kim J.Y.* 2008. Anthropometric Changes in Children and Adolescents from 1965 to 2005 in Korea. // Am. J. Phys. Anthropol. V. 136. P. 230-236.
- Marques-Vida P.* 2008. Secular trends in height and weight among children and adolescents of the Seychelles, 1956–2006 // BMC Publ. Health. V. 8. P. 166.

AGE AND GENDER DYNAMICS OF POWER PERFORMANCE OF SKELETAL MUSCLES IN URBAN SCHOOLCHILDREN WITH DIFFERENT BODY TYPES

V.A. Melnik

Gomel State Medical University, Gomel

Here we present the results of the analysis of the sex and age dynamics of the power qualities of skeletal muscles in children and adolescents in the city of Gomel aged from 7 to 17 years. The periods of acceleration and deceleration

of growth rates of indicators characterizing the strength qualities of skeletal musculature in urban schoolchildren are revealed. The maxima of the growths of these indicators occur earlier in lepto- and mesosomal boys, as well as in meso- and hypersomal girls. Sexual dimorphism of force indicators in schoolchildren of all somatotypes in the process of ontogenesis gradually increases in favor of boys due to higher rates of growth in their indices during the puberty period (especially among mesosomal schoolchildren). A correlation between somatometric indices and strength characteristics of schoolchildren was established. It was closer in representatives of mesosome somatotypes compared with lepto- and hypersomal ones.

Keywords: *children and adolescents, power features, body type.*

Об авторе

МЕЛЬНИК Виктор Александрович – кандидат биологических наук, доцент, декан факультета по подготовке специалистов для зарубежных стран, доцент кафедры нормальной физиологии, Гомельский государственный медицинский университет, 246000, Республика Беларусь, Гомель, ул. Ланге, 5, e-mail: melnik76@tut.by

Мельник В.А. Возрастная динамика силовых качеств скелетной мускулатуры школьников различных типов телосложения / В.А. Мельник // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. 2017. № 4. С. 192-202.