



Карандашева В.О.

ФГБУН Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения
Российской академии наук (НИЦ «Арктика» ДВО РАН),
ул. Карла Маркса 24, Магадан, 685000, Россия

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА СИЛОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ Г. МАГАДАНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В ВОЗРАСТЕ 11–17 ЛЕТ

Введение. Цель работы – оценить половозрастную динамику силовых показателей детей и подростков г. Магадана с различным типом телосложения в возрастном онтогенезе 11–17 лет.

Материалы и методы. Проведено одномоментное исследование физического развития школьников мужского и женского пола г. Магадана в возрасте 11–17 лет в 2019 году. Общее количество испытуемых составило 1897 человек. Регистрировали основные соматометрические параметры: массу тела (МТ, кг), длину тела (ДТ, см), окружность грудной клетки (ОГК, см), силовые показатели правой и левой кистей рук (МС, кг). Определяли соматотипическую принадлежность по основным соматометрическим параметрам: микросоматотип (МиС), мезосоматотип (МеС), макросоматотип (МаС).

Результаты. Из числа обследованных школьников 19,8% имели микросоматический, 62,1% – мезосоматический тип и 18,1% – макросоматический тип. Выявлены периоды ускорения и замедления темпов прироста показателей кистевой динамометрии в обследуемый возрастной период. Показано, что максимумы приростов этих показателей раньше наступают у мезо- и макросоматиков. Резкое снижение приростов мышечной силы кистей правой и левой руки наблюдалось в возрасте 14–15 лет у мальчиков, и на год раньше, в возрасте 13–14 лет у девочек макросоматического типа. Установлена корреляционная взаимосвязь между соматометрическими и силовыми показателями.

Заключение. Анализ возрастной динамики кистевой динамометрии у школьников различных соматотипов позволяет выявить неравномерный прирост функциональных показателей силы в зависимости от типа телосложения. Уровень силовых показателей учащихся связан с массой и длиной тела, что влияет на результаты динамометрии. Максимумы приростов силовых качеств наблюдаются в разные возрастные периоды у различных соматотипов, что может быть связано с физиологическими особенностями роста и развития.

Ключевые слова: мышечная сила; соматотип; физиометрический показатель; дети и подростки

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-25-1-2

Введение

Основными характеристиками, отражающими физическое состояние человека, по мнению многих ученых, являются показатели физического развития [Кошко, Блинова, 2019; Brener et al., 2021]. Оно включает морфологические и функциональные характеристики, отражающие динамику возрастных изменений размеров тела, внешнего облика, мышечной силы и работоспособности [Милушкина с соавт., 2017; 2018; Саттаров, Карелина, 2018; Бацевич с соавт., 2021; Mandic et al., 2020; Pereira et al., 2021]. В настоящее время динамику показателей физического развития детей и подростков анализируют для эколого-гигиенической оценки состояния территории [Магомедова с соавт., 2018; Магомедова, Гусейнов, 2018], анализа влияния социальных факторов, условий воспитания, обучения, организации детского досуга и отдыха. Анализ литературы по данной проблеме указывает на то, что имеют место разнонаправленные процессы изменения морфофункциональных показателей детей и подростков [Вардугина, Тупицына, 2019; Суплотова с соавт., 2019; Федотова, Горбачева, 2019].

Исследования показывают, что сила сжатия кистей рук у детей и подростков может быть индикатором их физического состояния и общего здоровья [Милушкина с соавт., 2017; Мельник, 2018a; Sartori et al., 2021]. Повышенная сила сжатия кистей рук обычно указывает на хорошую мышечную массу и силу, что важно для поддержания здоровья и профилактики различных заболеваний. Таким образом, мониторинг силы сжатия кистей рук может быть полезным инструментом для оценки эффективности образа жизни и здоровьесберегающих мероприятий [Милушкина с соавт., 2017; Латышевская с соавт., 2021; Новикова с соавт., 2023]. Существует множество факторов, которые могут влиять на силу сжатия кистей рук у детей и подростков. Например, регулярные физические упражнения и занятия спортом могут способствовать увеличению силы мышц и снижению риска развития ожирения. Однако недостаточная физическая активность, неправильное питание и сидячий образ жизни могут привести к снижению силы сжатия и возникновению различных заболеваний. Важно учитывать индивидуальные особенности каждого ребенка при оценке его физического развития и силы сжатия кистей рук. Некоторые дети могут иметь более высокие показатели силы сжатия из-за генетических осо-

бенностей или особенностей ежедневной активности. Поэтому важно проводить регулярное наблюдение и адекватную оценку физического состояния детей и подростков для выявления потенциальных проблем и разработки индивидуальных рекомендаций по улучшению общего здоровья. Благодаря современным методам исследования и анализа данных, ученые и специалисты по здравоохранению могут более точно определять влияние различных факторов на физическое развитие детей и подростков. Это позволяет разрабатывать более эффективные программы и мероприятия по улучшению здоровья и профилактике различных заболеваний среди молодежи. Таким образом, изучение силы сжатия кистей рук является важным аспектом поддержания и улучшения общественного здоровья.

Цель и задача нашего исследования заключалась в изучение возрастной динамики мышечной силы кистей рук детей и подростков с различным типом телосложения.

Материалы и методы

Было проведено одномоментное исследование в рамках регионального проекта "Репродуктивное здоровье" на территории Магаданской области физического развития школьников мужского и женского пола, имеющих физическую нагрузку только на уроках физкультуры в возрасте 11–17 лет в 2019 году на базе медицинских кабинетов школ города. Общее количество испытуемых составило 1897 человек: 952 мальчика и 945 девочек. Все дети родились и проживают на территории Магаданской области, без хронических заболеваний в анамнезе. В соответствии с возрастной периодизацией все школьники распределены на возрастные группы: 11 лет (от 11 лет 6мес.1 дня до 12 лет 6мес.) и т. д. Обследование школьников проводилось с информированного согласия их законных представителей в соответствии с принципами Хельсинкской декларации (2008). Принадлежность к поколению и по национальному признаку определяли методом опроса. Протокол исследования был одобрен Комиссией по биоэтике ФБГУН ИБПС ДВО РАН (№ Этического протокола 001/020 от 23.03.2019 г.). У испытуемых оценивали основные соматометрические параметры: массу тела (МТ, кг) измеряли на медицинских напольных электронных весах, длину тела (ДТ, см) измеряли в положении стоя с помощью напольного вертикального медицинского росто-

мера [Бунак, 1941]. Силовые показатели правой и левой кистей рук измеряли с помощью ручного механического кистевого динамометра ДК-50 (производство России) трехкратным нажатием каждой рукой с регистрацией максимального значения (кг). Индивидуальная оценка уровня физического развития детей по массе тела, длине тела и окружности грудной клетки проводилась с использованием межвозрастных центильных шкал по методу Р.Н. Дорохова. Принадлежность детей к микро-, мезо- или макросоматотипу оценивали по сумме номеров центильных интервалов, полученных для каждого из параметров: длины тела, массы тела и окружности грудной клетки. При сумме баллов до 10 относили к микросоматотипу (МиС), от 11 до 15 – к мезосоматотипу (МеС), от 16 и более – к макросоматотипу (МаС).

Статистическая обработка материала была выполнена методами вариационной статистики с помощью прикладной программы STATISTICA v 10 StatSoft. Результаты представили в виде средних величин и ошибки среднего арифметического ($M \pm m$). Проверка на нормальность распределения осуществлялась на основе теста Шапиро-Уилка. Для установления межвозрастных и межполовых различий в группах по основным антропометрическим параметрам использовался t-критерий Стьюдента. Статистически значимыми принимали уровень различий при $p < 0,05$. Использовалась линейная корреляция Пирсона, теснота связей показате-

лей 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. Степень значимости корреляции вычислялась по значению коэффициента Стьюдента ($p < 0,05$).

Результаты

В результате проведенных исследований было установлено, что в соответствии с общебиологическими закономерностями силовые показатели обследуемых с возрастом закономерно увеличивались и совпадали с динамикой изменения основных соматометрических показателей [Карандашева, 2018а, б], однако интенсивность их прироста зависела от уровня физического развития. В таблице 1 показано распределение лиц мужского и женского полов по соматотипу в каждой возрастной группе. В возрастной динамике соотношение доли лиц с разным соматотипом изменялись, как у мальчиков, так и у девочек.

Сравнительный анализ показателей максимальной силы мышц кисти правой и левой руки показал, что силовые возможности правой кисти руки во всех возрастных группах всех типов телосложения выше, чем силовые возможности левой кисти руки (табл. 2). Темпы увеличения показателей кистевой динамометрии за-

Таблица 1. Распределение мальчиков и девочек внутри возрастных групп по соматотипу (%)
Table 1. Comparison results between boys and girls across age groups in reliance on somatotype (%)

Возраст, лет	Микросоматический тип	Мезосоматический тип	Макросоматический тип
Мальчики			
11 (n=76)	23,7	61,8	14,5
12 (n=132)	33,3	52,3	14,4
13 (n=142)	24,6	60,5	14,8
14 (n=172)	22,7	53,5	23,8
15 (n=176)	14,2	73,8	11,9
16 (n=129)	16,3	65,1	18,6
17 (n=125)	20	68,8	11,2
Девочки			
11 (n=90)	33,3	50	16,7
12 (n=150)	23,3	60	16,7
13 (n=162)	16,6	63,6	19,7
14 (n=158)	8,9	69,6	21,5
15 (n=135)	15,5	68,9	15,5
16 (n=140)	10,7	58,6	30,7
17 (n=110)	13,6	63,6	22,7

кономерно выше у мальчиков, чем у девочек во всех возрастных группах всех типов телосложения. При этом наблюдались значительные различия между школьниками микросоматического и макросоматического типа. У мальчиков микросоматического типа силовой показатель повышался в возрасте 11–17 лет на 36,3 кг – правой кисти рук, на 31,5 кг – левой кисти рук соответственно. У школьников мезосоматического типа увеличивался на 28,13 кг – правой кисти рук и на 27,6 кг – левой кисти рук, и у макросоматиков – на 24,4 кг и на 25,75 кг соответственно. У девочек микросоматического типа данный показатель повышался в возрасте 11–17 лет на 6,73 кг – правой кисти рук, на 4,37 кг – левой кисти рук соответственно. У школьниц мезосоматического типа увеличивался на 7,49 кг – правой кисти рук и на 6,39 кг – левой кисти рук, и у макросоматического типа – на 7,81 кг и 6,46 кг соответственно.

Силовые показатели напрямую связаны с физическим развитием человека и подвержены изменениям в зависимости от возраста и соматотипа. В таблице 3 представлены основные антропометрические показатели мальчиков и девочек в зависимости от соматотипа в каждой возрастной группе. Наибольшие значения пока-

зателей характерны для школьников с макросоматотипом, наименьшие – у школьников с микросоматотипом, а мезосоматики занимают по показателям промежуточное положение. В таблице показаны достоверные различия ($p < 0,05$) между одновозрастными группами с разным соматотипом. Возрастная динамика силы кистей рук, в основном, совпадает с динамикой изменения основных тотальных размеров тела.

Как показано на рисунке 1 (А, Б) и 2 (А, Б), интенсивность годового прироста силовых показателей обследованных школьников зависит от конституциональных особенностей их телосложения. Темпы приростов мышечной силы школьников показали, что максимальные приросты силовых показателей происходят в пубертатный период, но возрастная динамика приростов носит неравномерный характер. Так, среди мальчиков микросоматиков в возрастном диапазоне 12–15 лет наблюдалось относительно равномерное увеличение показателей. В возрастном периоде 15–16 лет отмечалось резкое снижение прироста мышечной силы кистей обеих рук. После 16-ти лет наблюдалось равномерное увеличение прироста мышечной силы кистей обеих рук.

Таблица 2. Динамика максимальной силы мышц кистей правой и левой рук мальчиков и девочек в зависимости от соматотипа ($M \pm m$)
Table 2. Maximum strength dynamics of right and left hand muscles in boys and girls depending on somatotype ($M \pm m$)

Возраст, лет	Микросоматический тип		Мезосоматический тип		Макросоматический тип	
	Динамометрия правой кисти рук (кг)	Динамометрия левой кисти рук (кг)	Динамометрия правой кисти рук (кг)	Динамометрия левой кисти рук (кг)	Динамометрия правой кисти рук (кг)	Динамометрия левой кисти рук (кг)
Мальчики						
11	11,69 $\pm$ 0,70	10,46 $\pm$ 0,72	15,61 $\pm$ 0,86	14,36 $\pm$ 0,82	17,58 $\pm$ 0,64	15,92 $\pm$ 0,56
12	19,67 $\pm$ 0,11	17,33 $\pm$ 0,22	21,87 $\pm$ 1,13	20,73 $\pm$ 1,07	26,11 $\pm$ 0,79	25,78 $\pm$ 1,30
13	21,67 $\pm$ 1,13	20,67 $\pm$ 1,03	23,45 $\pm$ 0,93	22,91 $\pm$ 1,18	28,0 $\pm$ 1,71	26,6 $\pm$ 0,74
14	23,86 $\pm$ 0,54	22,86 $\pm$ 0,37	31,29 $\pm$ 0,88	29,75 $\pm$ 0,92	38,32 $\pm$ 1,15	34,42 $\pm$ 1,07
15	28,0 $\pm$ 0,68	27,67 $\pm$ 0,2	34,18 $\pm$ 1,17	31,91 $\pm$ 1,01	35,24 $\pm$ 1,06	31,40 $\pm$ 1,09
16	27,5 $\pm$ 2,25	25,75 $\pm$ 1,83	39,21 $\pm$ 1,82	36,79 $\pm$ 1,86	41,0 $\pm$ 2,09	41,13 $\pm$ 2,27
17	48,0 $\pm$ 1,15	42,01 $\pm$ 1,73	43,74 $\pm$ 1,20	41,95 $\pm$ 1,31	42,0 $\pm$ 1,47	41,67 $\pm$ 1,53
Девочки						
11	15,77 $\pm$ 0,34	14,38 $\pm$ 0,17	16,23 $\pm$ 0,50	15,67 $\pm$ 0,47	20,33 $\pm$ 0,98	18,83 $\pm$ 0,81
12	17,33 $\pm$ 1,40	16,83 $\pm$ 1,27	21,53 $\pm$ 0,34	20,67 $\pm$ 0,49	23,20 $\pm$ 0,54	21,0 $\pm$ 0,44
13	19,09 $\pm$ 0,95	18,0 $\pm$ 0,81	24,56 $\pm$ 0,74	23,61 $\pm$ 0,87	26,67 $\pm$ 0,94	25,83 $\pm$ 0,66
14	19,0 $\pm$ 1,01	18,83 $\pm$ 1,0	25,33 $\pm$ 1,0	23,6 $\pm$ 0,98	25,11 $\pm$ 1,11	22,44 $\pm$ 1,1
15	20,17 $\pm$ 0,73	18,5 $\pm$ 1,0	24,82 $\pm$ 0,7	23,09 $\pm$ 0,75	22,75 $\pm$ 0,87	21,25 $\pm$ 0,79
16	20,5 $\pm$ 0,12	17,5 $\pm$ 0,35	21,53 $\pm$ 0,75	20,63 $\pm$ 0,67	26,0 $\pm$ 0,82	24,0 $\pm$ 0,71
17	22,5 $\pm$ 0,4	18,75 $\pm$ 0,28	23,72 $\pm$ 0,94	22,06 $\pm$ 0,91	28,14 $\pm$ 1,09	25,29 $\pm$ 1,08

Таблица 3. Соматометрические параметры мальчиков и девочек в зависимости от соматотипа (M±m)
Table 3. Somatometric parameters of boys and girls in dependence on somatotype (M±m)

Возраст, лет	Микросоматический тип (1)			Мезосоматический тип (2)			Макросоматический тип (3)		
	МТ, кг	ДТ, см	ОГК, см	МТ, кг	ДТ, см	ОГК, см	МТ, кг	ДТ, см	ОГК, см
Мальчики									
11	33,35±1,34*	137,15±0,84*	67,38±0,23*	38,76±1,07*	146,52±0,98*	73,73±0,62*	48,81±1,29*	149,33±0,92*	84,17±0,66*
12	38,17±2,13*	140,0±0,51*	69,13±0,6*	46,40±2,08*	151,47±1,74*	77,2±0,7*	52,97±2,18*	162,11±1,82*	86,18±0,5*
13	39,67±1,56*	149,33±0,87*	72,11±0,7*	47,40±1,76*	160,64±0,87*	82,1±0,15*	55,66±1,75*	168,0±1,56*	89,2±0,1*
14	42,41±0,75*	153,14±0,75*	75,15±0,8*	51,48±0,80*	166,0±0,87*	83,06±0,55*	65,57±0,80*	175,95±0,77*	91,17±0,81*
15	48,33±0,49*	160,67±1,41*	79,67±0,70*	57,42±1,43*	173,82±1,16*	85,53±0,56*	71,51±2,78*	179,70±0,88*	97,5±1,52*
16	51,43±1,26*	166,75±0,90*	80,67±0,45*	64,36±0,85*	180,86±1,38*	88,36±0,57*	84,85±3,36*	182,38±1,13*	102,33±1,14*
17	59,0±1,15*	171,01±0,87*	86,0±1,15*	69,0±1,26*	182,71±0,96*	92,42±0,98*	86,67±3,05*	184,5±0,9*	104,3±1,5*
* – p<0,05									
Девочки									
11	29,01±0,64*	136,0±0,80*	64,12±0,15*	38,20±0,88*	146,43±0,75*	69,23±0,9*	57,03±1,18*	155,67±0,98*	72,56±0,56*
12	37,23±1,23*	149,83±1,66*	66,18±0,7*	45,81±1,34*	153,93±0,88*	70,4±0,6*	59,42±1,52*	164,8±0,87*	76,5±0,4*
13	38,93±0,82*	152,0±0,93*	67,7±0,22*	50,94±1,21*	161,0±0,72*	75,23±0,6*	59,03±1,78*	168,67±0,49*	80,43±0,34*
14	39,03±1,14*	149,83±1,84*	70,5±0,9*	53,11±1,14*	163,27±0,71*	78,45±0,4*	70,13±1,2*	169,44±0,68*	84,45±0,43*
15	43,87±1,41*	158,50±1,13*	73,8±0,65*	54,67±1,31*	164,8±1,03*	82,76±0,23*	78,13±0,94*	170,81±0,82*	89,6±0,23*
16	44,05±0,35*	159,0±0,2*	75,11±0,4*	56,69±1,04*	165,2±0,88*	85,54±0,5*	80,2±0,57*	172,3±1,15*	95,98±0,78*
17	47,25±0,77*	161,5±0,67*	77,3±0,2*	58,97±1,31*	167,4±0,77*	88,12±0,67*	82,11±1,59*	176,9±1,25*	100,76±0,45*
* – p<0,05									

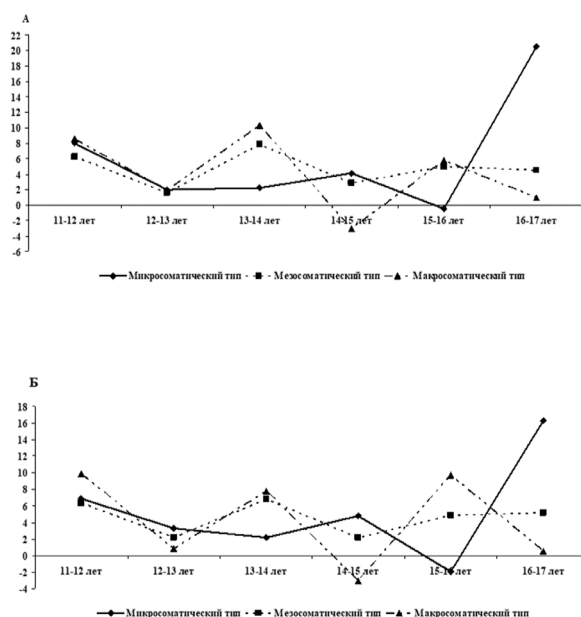


Рисунок 1. Среднегодовые приросты мышечной силы кистей рук мальчиков правой (А) и левой (Б) руки

Figure 1. Age-related dynamics of muscle strength in boys with the right (A) and left (B) hands

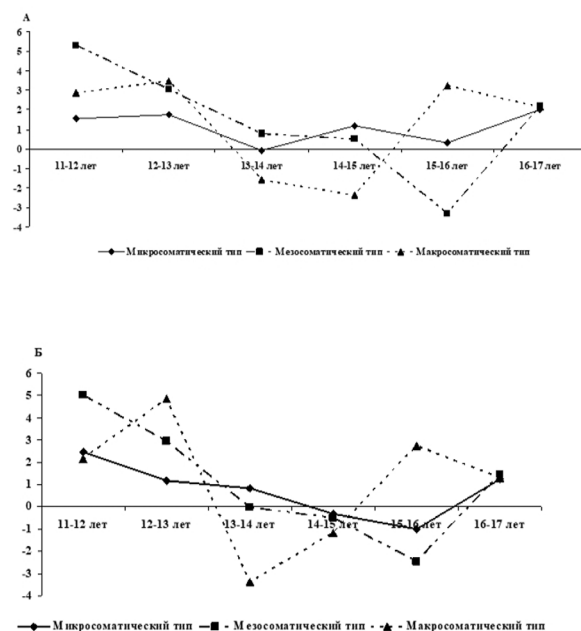


Рисунок 2. Среднегодовые приросты мышечной силы кистей рук девочек правой (А) и левой (Б) руки

Figure 2. Age-related dynamics of muscle strength in girls with the right (A) and left (B) hands

Таблица 4. Корреляционные связи основных соматометрических параметров физического развития и мышечной силы кистей рук мальчиков и девочек в зависимости от соматотипа
Table 4. Correlations of basic somatometric parameters of physical development and hand muscle strength in boys and girls depending on somatotype

Возраст, лет	Мышечная сила правой кисти, кг											
	Длина тела, см						Масса тела, кг					
	Мальчики			Девочки			Мальчики			Девочки		
	МиС	МеС	МаС	МиС	МеС	МаС	МиС	МеС	МаС	МиС	МеС	МаС
11	0,69*	0,77*	0,22	0,17	0,46*	0,52*	0,78*	0,57*	0,04	-0,05	0,42*	-0,16
12	0,65*	0,67*	0,36	0,67*	0,39	0,89*	0,65*	0,55*	0,36	0,68*	0,18	0,94*
13	0,97*	0,28	0,20	0,09	0,17	-0,78*	0,90*	0,63*	0,24	0,51*	0,46*	0,30
14	0,37	0,43*	0,47*	0,95*	0,44*	0,63*	0,44*	0,47*	0,29	0,71*	0,26	-0,21
15	-0,72*	0,35	-0,06	0,28	0,50*	-0,45*	0,20	0,21	0,47*	0,13	0,14	0,88*
16	-0,91*	0,21	-0,08	1*	0,14	0,20	-0,51*	0,01	-0,05	1*	0,15	-0,78*
17	-1*	-0,06	0,75*	0,90*	0,19	0,63*	1*	0,02	0,79*	0,37	0,34	0,46*
* - $p < 0,05$												
Возраст, лет	Мышечная сила левой кисти, кг											
	11	0,59*	0,71*	0,16	0,38	0,26	0,85*	0,85*	0,55*	0,16	0,35	0,29
	12	-0,98*	0,70*	0,41*	0,78*	0,53*	0,57*	-0,98*	0,65*	0,45*	0,67*	0,33
	13	0,94*	0,78*	0,60*	0,30	0,29	-0,71*	0,53*	0,27	0,75*	0,60*	0,55*
	14	0,47*	0,39	0,41*	0,90*	0,50*	0,44*	0,29	0,53*	0,06	0,74*	0,36
	15	-0,27	0,32	-0,31	0,23	0,65*	-0,25	0,5*	0,36	0,27	0,09	0,23
	16	-0,68*	0,20	-0,14	1*	-0,03	0,15	-0,07	0,21	0,03	1*	0,25
	17	-1*	0,04	-0,08	0,74*	0,19	0,32	1*	0,22	-0,14	0,43*	0,22
	* - $p < 0,05$											

Среди мезосоматиков максимальный прирост показателя отмечен в 13–14 лет, а максимальное снижение в 14–15 лет. Максимальный прирост показателя среди макросоматиков зафиксирован с 13 до 14 лет. В возрастных группах

14–15 лет и 16–17 лет отмечено снижение приростов мышечной силы кистей рук. Среди девочек микросоматиков в возрастном диапазоне 11–13 лет наблюдалось равномерное увеличение показателей. В возрастном периоде 13–14 лет

отмечалось резкое снижение прироста мышечной силы кистей обеих рук. В возрасте 16–17 лет наблюдалось увеличение прироста мышечной силы кистей обеих рук. Среди девочек мезосоматического типа максимальный прирост мышечной силы отмечен в 11–12 лет, а максимальное снижение в 15–16 лет. Максимальный прирост показателя среди девочек макросоматического типа зафиксирован в 12–13 лет и 15–16 лет. В возрастных группах 13–15 лет отмечено снижение приростов мышечной силы кистей рук.

Сила кистей рук у детей и подростков школьного возраста коррелирует с общей динамикой изменения размеров тела. Это свидетельствует о том, что развитие мышечной силы напрямую зависит от антропометрических характеристик школьника. Данные таблицы 4 позволяют не только оценить различия между группами с разным соматотипом, но и выявить закономерности в развитии физических параметров детей. Следует отметить, что с возрастом сила этих корреляционных связей снижалась как у мальчиков, так и у девочек мезосоматического типа.

Обсуждение

Анализ показал, что один из факторов влияющий на формирование мышечной силы детей и подростков является уровень физического развития, который тесно связан с основными соматометрическими показателями как длина тела и масса тела. Проведенный нами ранее сравнительный анализ силовых показателей детей и подростков г. Магадана за последние 40 лет выявил тенденцию к снижению мышечной силы, и эта тенденция продолжается [Карандашева, 2018а, б]. Данные последних исследований говорят о том, что, несмотря на увеличение антропометрических показателей современного поколения [Сафоновкова, 2019; Федотова, Горбачева, 2019; Хафизова, Негашева, 2020], наблюдается тенденция к уменьшению силовых показателей детей и подростков. По результатам исследования установлено, что в Московском регионе у мальчиков и девочек показатели динамометрии ниже, чем у сверстников 1960-х и 1980-х гг. Результаты исследования современных школьников показали, что в момент завершения ростовых процессов дети с наиболее низким показателями мышечной силы имели длину тела «ниже среднего» или избыточную массу тела, дефицит массы тела. При этом среднее значения МС московских мальчи-

ков-подростков оказались достоверно выше в возрасте 11 лет ($p < 0,05$) и 16 лет ($p < 0,05$) магаданских мальчиков микросоматического типа телосложения [Милушкина с соавт., 2018]. Так же показана корреляционная связь между мышечной силой кистей рук и длиной тела, массой тела. Установлено, что мышечная сила подростков с ростом ниже среднего и дефицитом массы тела во всех возрастных группах была статистически значимо ($p < 0,01$, $p < 0,05$) ниже по сравнению с мальчиками, отнесенными к другим группам. [Милушкина с соавт., 2017]. По результатам исследования екатеринбургских школьников было установлено, что силовые показатели в различных возрастно-половых группах с 1985 г по 2017 г. изменялись только в сторону уменьшения. Была отмечена высокая распространённость низких и ниже среднего показателей мышечной силы кистей рук – 20,4% (правой) и 22,9% (левой). Средняя мышечная сила мальчиков и девочек Екатеринбурга достоверно ниже в возрасте 9-10 лет, 14 лет, 16 лет – у мальчиков ($p < 0,05$) по сравнению со школьниками Магадана, а в 16 лет ($p < 0,05$) девочки Магадана имели мышечную массу ниже, чем девочки Екатеринбурга. В остальных возрастно-половых группах силовой показатель существенно не отличался [Липанова с соавт., 2019]. Аналогичный тренд показателей выявлен при оценке результатов динамометрии у волгоградских школьников. Наблюдалось уменьшение мышечной силы правой и левой кистей рук к 2000 г. во всех возрастных и половых группах и разнонаправленные изменения мышечной силы правой и левой кистей рук к 2018 г. [Латышевская с соавт., 2021]. По результатам исследования у детей и подростков г. Гомеля (Белоруссия) в возрасте 7–17 лет было установлено, что силовые качества взаимосвязаны практически со всеми соматометрическими показателями. Анализ возрастной динамики мышечной силы показал, что характер приростов функциональных показателей у школьников зависит от типа телосложения и уровня биологического развития. Так, у детей и подростков с физическим развитием «ниже среднего» мышечная сила имела наименьшее значения во всех возрастных группах, как у мальчиков, так и у девочек. Корреляционная связь силовых качеств более четко была выражена у мальчиков по сравнению с девочками. Оценивая силовые показатели по типу телосложения школьников г. Гомеля следует отметить, что магаданские школьники микросоматическо

Заключение

типа уступают по силовым показателям в 11 лет ($p < 0,05$) и 15 лет ($p < 0,05$) у мальчиков и в 15–17 лет ($p < 0,05$) у девочек [Мельник, 2017]. Так же одним из факторов, оказывающим своё влияние на физиометрические показатели является место и условия проживания. Исследование детей и подростков, проводимые в различных регионах России и проживающих в городской и сельской местности выявили низкую мышечную силу у городских детей в младших школьных возрастах, что указывает на недостаточные физические нагрузки по сравнению с сельскими детьми. У сельских представителей была высокая встречаемость детей с недостаточной массой тела и низким ростом. Авторы предполагают различное сочетание и доли влияния факторов окружающей среды на организм школьников. [Мельник, 2018а, б; Мыльникова с соавт., 2018; Година с соавт., 2019; Вардугина, Тупицына, 2019; Салдан с соавт., 2019]. Изучение показателей кистевой силы у детей и подростков, воспитывающихся в семьях различного типа, показало, что наименьшие показатели мышечной силы зафиксированы у детей, воспитывающихся в замещающих и неблагополучных семьях. Девочки, проживающие в таких семьях, имеют показатели мышечной силы ниже, чем мальчики, что важно учитывать при разработке программ по физической культуре и индивидуальных занятий в спортивных секциях, учитывая их физические нагрузки [Боровкова с соавт., 2019; Свобода с соавт., 2021; Gillen et al., 2021]. Сравнивая детей и подростков по уровню физической активности анализ, показал, что наиболее высокие результаты наблюдались у школьников, которые регулярно занимались спортом и следили за своим здоровьем. Также было обнаружено, что с возрастом силовые показатели учащихся имеют тенденцию к увеличению, особенно если они продолжают заниматься спортом. В то же время, учащиеся, которые не уделяли должного внимания своему физическому развитию, демонстрировали более низкие результаты. Эти данные подчеркивают важность занятий спортом и физической активности для поддержания и улучшения силовых показателей учащихся. Таким образом, регулярные физические нагрузки способствуют не только улучшению здоровья, но и повышению общей работоспособности организма [Пермякова с соавт., 2021].

Анализ возрастной динамики кистевой динамометрии у школьников с различными соматотипами позволяет сделать важные выводы о физическом развитии детей. Наблюдается, что интенсивность приростов функциональных показателей силы зависит от типа телосложения, что подтверждает влияние массы и длины тела на уровень силовых показателей. Максимумы приростов наблюдаются в разные возрастные периоды у мальчиков и девочек разных соматотипов. У мальчиков мезосоматического и макросоматического типов, самые высокие показатели прироста мышечной силы кистей обеих рук наблюдаются в возрасте 13–14 лет. Однако после ростового скачка в возрасте 14–15 лет, у мальчиков макросоматиков отмечается резкое снижение прироста мышечной силы кистей рук. В то же время, у мальчиков мезосоматиков, преодолев пубертатный скачок в возрасте 12–13 лет, продолжается рост прироста силы. Эти результаты указывают на неравномерный прирост основных соматометрических показателей и необходимость учета этого фактора при оценке результатов динамометрии. У девочек мезосоматиков и макросоматиков наблюдается схожая тенденция, но с некоторыми отличиями. Максимальные приросты показателей силы у макросоматиков девочек наблюдаются в возрасте 12–13 лет, а у мезосоматиков – на год раньше, в 11–12 лет. Затем у макросоматиков происходит резкое понижение показателей в возрасте 13–14 лет, а у мезосоматиков – на год позже, в 15–16 лет. Это может свидетельствовать о неравномерном приросте основных соматометрических показателей у девочек и влиянии различных физиологических процессов на развитие мышечной силы. Корреляционный анализ позволяет установить связь между мышечной силой кистей рук и длиной тела, а также массой тела у всех возрастных и половых групп. Установлена статистически значимая связь между этими показателями, однако со временем сила этих корреляционных связей снижается у мальчиков и девочек мезосоматического типа, но сохраняется до 17 лет у школьников с микросоматическим типом телосложения. Это подчеркивает важность учета физических параметров при оценке силовых показателей и отслеживании их развития с учетом возраста и пола [Милушкина с соавт., 2017; Боровкова с соавт., 2019; Година с соавт., 2019; Латышевская с соавт., 2021; Пермякова с соавт., 2021; Свобода с соавт., 2021]. Поэтому важно

уделить внимание не только физической активности, но и правильному питанию и всестороннему развитию детей, чтобы поддерживать их мышечную силу на необходимом уровне. Эти результаты могут быть полезными для тренеров, специалистов по спортивной медицине и других специалистов, занимающихся физической подготовкой и оптимизацией тренировочного процесса.

Благодарности

Работа выполнена за счет бюджетного финансирования НИЦ «Арктика» ДВО РАН в рамках выполнения темы «Изучение межсистемных и внутрисистемных механизмов реакций в формировании функциональных адаптивных резервов организма человека «Северного типа» на разных этапах онтогенеза лиц, проживающих в дискомфортных и экстремальных условиях с определением интегральных информативных индексов здоровья» (рег. номер АААА-А21–121010690002-2).

Библиография

- Бацевич В.А., Машина Д.А., Красильникова В.А., Ясина О.В., Пермькова Е.Ю.* Изменения антропологических характеристик молодежи Тувы в связи с влиянием социально-экономических факторов // Новые исследования Тувы, 2021. № 3. С. 148–163. DOI: 10.25178/nit.2021.3.12.
- Боровкова В.Н., Свобода П.Н., Шестакова В.Н., Мусетова Д.А.* Сравнительная характеристика физической работоспособности, жизненной емкости легких и жизненного индекса девочек подросткового возраста, воспитывающихся в замещающих семьях // Вестник Смоленской государственной медицинской академии, 2019. Т. 18. № 4. С. 181–185.
- Бунак В.В.* Антропометрия. М.: Учпедгиз. 1941. С.368.
- Вардугина К.С., Тупицына Л.С.* Мониторинг антропометрических показателей школьников 7–15 лет в посёлке Юшала Свердловской области // Гигиена и санитария, 2019. Т. 98. № 4. С. 437–442. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-4-437-442.
- Година Е.З., Гундэмаа Л., Пермькова Е.Ю.* Сравнительный анализ тотальных размеров тела и функциональных характеристик сельских и городских детей и подростков Монголии // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2019. № 1. С. 35–48. DOI: 10.32521/2074-8132.2019.1.035-048.
- Карандашева В.О.* Изменение показателей физического развития у школьников 11–17 лет г. Магадана за последние 40 лет // Материалы XXIV Региональной научной конференции аспирантов, соискателей и молодых исследователей «Идеи, гипотезы, поиск». Магадан, 11–12 апреля. 2018 г., 2018а. С. 148–153.
- Карандашева В.О.* Тенденции показателей физического развития мальчиков г. Магадана за последние 40 лет // Сборник аннотаций Международной конференции, посвященная памяти академика В.Л. Контримавичуса. Магадан, 18-22 сентября. 2018 г. 2018b. С. 38.
- Кошко Н.Н., Блинова Н.Г.* Влияние факторов внешней среды в период раннего онтогенеза на особенности морфофункционального и психофизиологического развития детей до подросткового возраста // Новые исследования, 2019. № 2. С. 46–60.
- Латышевская Н.И., Давыденко Л.А., Шестопалова Е.Л., Левченко Н.В., Яхонтова Е.В.* Характеристика антропометрических и физиометрических показателей школьников Волгограда в динамике (1976–2018 годы) // Гигиена и санитария, 2021. Т. 100. № 2. С. 135–141. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-2-135-141.
- Магомедова М.А., Газимагомедова М.М., Арбуханова М.С., Османова С.О., Абдулнатилов А.И.* Особенности физического развития детей и подростков Дагестана, проживающих в различных природно-климатических условиях // Вестник Смоленской государственной медицинской академии, 2018. Т. 17. №4. С.17–21.
- Магомедова М.А., Гусейнов Т.С.* Региональные особенности физического развития детей и подростков Дагестана в период школьного обучения в зависимости от природно-климатических условий проживания // Медицинский вестник Башкортостана, 2018. Том 13. № 6 (78). С. 20–22.
- Мельник В.А.* Возрастная динамика силовых качеств скелетной мускулатуры школьников различных типов телосложения // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология, 2017. №4. С.192–202.
- Мельник В.А.* Влияние уровня урбанизации на развитие морфофункциональных показателей физического развития школьников // Человек. Спорт. Медицина, 2018а. Т. 18. № 4. С. 20–26. DOI: 10.14529/hsm180403.

Мельник В.А. Секулярный тренд соматометрических показателей городских школьников за период с 1925 по 2010–2012 гг. // Здоровье населения и среда обитания, 2018b. Т. 6. С. 21–26. DOI: 10.35627/2219-5238/2018-303-6-21-2616.

Милушкина О.Ю., Скоблина Н.А., Прусов П.К., Бокарева Н.А., Татаринчик А.А. с соавт. Зависимость мышечной силы от темпов биологического созревания и основных показателей физического развития у мальчиков-подростков // Вестник РГМУ, 2017. Т. 6. С. 29–35. DOI:10.24075/vrgmu.2017-06-05.

Милушкина О.Ю., Скоблина Н.А., Прусов П.К., Бокарева Н.А., Татаринчик А.А. с соавт. Влияние показателей физического развития на формирование мышечной силы у мальчиков-подростков // ТМЖ, 2018. № 2. С.66–69. DOI: 10.17238/PmJ1609-175.2018.2.66–69.

Мыльников И.В., Ефимова Н.В., Ткачук Е.А. Особенности физического развития городских и сельских школьников Иркутской области // Гигиена и санитария, 2018. Т. 97. № 10. С. 957–961. DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97–10-957-961.

Новикова И.И., Зубцовская Н.А., Сорокина А.В. Динамика кистевой силы рук у детей школьного возраста за период их нахождения в оздоровительной организации // Наука молодых (Eruditio Juvenium), 2023. Т. 11. № 3. С. 327–335. DOI: 10.23888/HMJ2023113327-335.

Пермякова Е.Ю., Гундэгмаа Л., Година Е.З. Морфофункциональные характеристики монгольских детей и подростков с разным уровнем физической активности // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2021. № 1. С. 5–18. DOI: 10.32521/2074-8132.2021.1.005-018.

Салдан И.П., Пашков А.П., Жукова О.В. Сравнительный анализ физического развития школьников 7–10 лет в городской и сельской местности // Гигиена и санитария, 2019. Т. 98. № 3. С. 308–313. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-3-308-313.

Саттаров А.Э., Карелина Н.Р. Особенности ростовых процессов у мальчиков и юношей различных пропорций и телосложения, проживающих в южной части Кыргызстана // Педиатр, 2018. Т. 9. № 5. С. 47–52. DOI: 10.17816/PED9547-52.

Сафоненкова Е.В. Возрастная динамика тотальных размеров тела лиц конца XX – начала XXI века различных соматических типов и вариантов биологического развития // Вестник Смоленской государственной медицинской академии, 2019. Т.18. № 2. С. 19–43.

Свобода П.Н., Богормистрова В.А., Шестакова В.Н., Удовенко А.А., Сосин Д.В. Показатели кистевой силы у детей 11–14 лет с учетом пола, возраста и типа семьи // Вестник Смоленской государственной медицинской академии, 2021. Т. 20. №4. С. 79–84. DOI: 10.37903/vsgma.2021.4.11.

Суплотова Л.А., Сметанина С.А., Макарова О.Б., Реброва О.Ю., Судницына А.С. Динамика частоты избыточной массы тела и ожирения у детей младшего школьного возраста в Тюменском регионе // Ожирение и метаболизм, 2019. Т. 16. № 1. С. 34–38.

Федотова Т.К., Горбачева А.К. Секулярная динамика показателей длины и массы тела детей России от рождения до 17 лет // Археология, этнография и антропология Евразии, 2019. Т. 47. № 3. С. 145–157. DOI: 10.17746/1563-0102.2019.47.3.145–157.

Хафизова А.А., Негашева М.А. Секулярные изменения дефинитивной длины тела мужчин и женщин разных регионов России (конец XIX – начало XXI в.) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2020. № 2. С. 55–73. DOI: 10.32521/2074-8132.2020.2.055-073.

Информация об авторах

Карандашева Виктория Олеговна, м.н.с.; ORCID ID: 0000-0001-5367-6600; Karandasheva@yandex.ru

Поступила в редакцию 29.06.2024,
принята к публикации 02.09.2024

AGE-RELATED DYNAMICS OF STRENGTH INDICATORS IN MODERN 11–17-YEAR-OLD SCHOOLCHILDREN OF MAGADAN IN RELIANCE ON THE LEVEL OF PHYSICAL DEVELOPMENT

Introduction This study was aimed to evaluate the age- and sex-associated dynamics of the strength indices in Magadan city children and adolescents with different types of physique in the age ontogeny of 11–17 years old.

Materials and Methods One thousand eight hundred and ninety-seven male and female schoolchildren of Magadan city aged 11–17 years participated in the 2019 one-step physical development study. We registered the main somatometric parameters: body mass (BM, kg), body height (BH, cm), chest circumference (CC, cm), right and left hand muscle strength indices (MS, kg). We defined somatotype affiliation according to the main somatometric parameters: microsomatic type (MiS), mesosomatic type (MeS), and macrosomatic type (MaS).

Results Of the surveyed schoolchildren 19.8% had microsomatic type, 62.1% exhibited mesosomatic type and 18.1% – macrosomatic type. Acceleration and deceleration times of the hand muscle strength growth rates were revealed within the examined age periods. The maximums of these growth rates tended to develop earlier in meso- and macrosomatic type examinees. A dramatic fall in the right and left hand muscle strength gains was observed at the age of 14–15 years in boys, and, a year earlier at the age of 13–14 years in girls of macrosomatic type. The correlation between somatometric and strength indices was found.

Conclusion Our analysis of the age-related hand dynamometry in schoolchildren with different somatotypes suggested an unbalanced increase in strength performance indices depending on the type of physique. The levels of school students' strength indices proved to be influenced by the body mass and height, which appeared to affect the results of dynamometry. Different somatotype subjects showed maximums of their strength growth rates in different ages, which may have been associated with physiological features of their growth and development.

Keywords: muscle strength; harmonious development; physiometric index; children and adolescents

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-25-1-2

References

- Batsevich V.A., Mashina D.A., Krasil'nikova V.A., Yasinina O.V., Permiakova E.Y. Changes in adaptive anthropological characteristics in Tuva youth due to socio-economic factors. *New Research of Tuva*, 2021, 3, pp. 148–163. (In Russ.). DOI: 10.25178/nit.2021.3.12.
- Borovkova V.N., Svoboda P.N., Shestakova V.N., Musetova D.A. Comparative characteristics of physical performance, vital capacity of lungs and vital index of adolescent girls brought up in substitute families. *Bulletin of the Smolensk State Medical Academy*, 2019, 18 (4), pp. 181–185. (In Russ.).
- Bunak V.V. *Anthropometry*. Moscow, Uchpedgiz Publ., 1941. 368 p. (In Russ.).
- Vardugina K.A., Tupitsyna L.S. The monitoring of anthropometric indices of schoolchildren 7–15 years old in the settlement Yushala of the Sverdlovsk region. *Hygiene and Sanitation*, 2019, 98 (4), pp. 437–442. (In Russ.). DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-4-437-442.
- Godina E.Z., Gundegmaa L., Permiakova E.Y. Comparative analysis of total body parameters and functional characteristics of Mongolian rural and urban children and adolescents. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo universiteta Seriya XXIII. Antropologiya], 2019, 1, pp. 35–48. (In Russ.). DOI: 10.32521/2074-8132.2019.1.035-048.
- Karandasheva V.O. Changes in physical development indicators among schoolgirls aged 11–17 years in Magadan over the past 40 years. *Materials of the XXIV Regional Scientific Conference of Postgraduate Students, Applicants and Young Researchers "Ideas, Hypotheses, Search"*, Magadan, April 11–12, 2018, 2018a, pp. 148–153. (In Russ.).
- Karandasheva V.O. Trends in indicators of physical development of boys in Magadan over the past 40 years. *Collection of abstracts of the International Conference dedicated to the memory of Academician V.L. Kontrimavichus*, Magadan, September 18–22, 2018. 2018b, pp. 38. (In Russ.).
- Koshko N.N., Blinova N.G. Environmental factors influence in the early ontogenesis on the formation of morpho-functional and psychophysiological characteristics of children. *New Research*, 2019, 2, pp. 46–60. (In Russ.).
- Latyshevskaya N.I., Davydenko L.A., Shestopalova E.L., Levchenko N.V., Yachontova E.V. Characteristics of

anthropometric and physiometric indices of Volgograd schoolchildren in dynamics over 1976–2018. *Hygiene and Sanitation*, 2020, 100 (2), pp. 135–141. (In Russ.). DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-2-135-141.

Lipanova L.L., Babikova A.S., Nasybullina G.M., Popova O.S. Modern specific features of the physical development of school students of Yekaterinburg. *Hygiene and Sanitation*, 2019, 98 (3), pp. 301–307. (In Russ.). DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-3-301-307.

Magomedova M.A., Gazimagomedova M.M., Arbukhanova M.S., Osmanova S.O., Features of the physical development of children and adolescents of Dagestan living in different climatic conditions. *Bulletin of the Smolensk State Medical Academy*, 2018, 17 (4), pp. 17–21. (In Russ.).

Magomedova M.A., Guseynov T.S. Features of physical development of children and teenagers of Dagestan during school education period depending on natural climatic conditions. *Bashkortostan Medical Journal*, 2018, 13 (6), pp. 20–22. (In Russ.).

Melnik V.A. Age dynamics of the strength qualities of skeletal muscles of schoolchildren of various body types. *Bulletin of Tver State University. Series: Biology and ecology*, 2017, 4, pp. 192–202. (In Russ.).

Melnik V.A. Influence of urbanization on the morpho-functional indicators of physical development in schoolchildren. *Man. Sport. Medicine*, 2018a, 18 (4), pp. 20–26. (In Russ.). DOI: 10.14529/hsm180403.

Melnik V.A. The secular trend of the somatometric parameters of city schoolchildren from 1925 to 2010–2012. *Public Health and Life Environment*, 2018b, 6, pp. 21–26. (In Russ.). DOI: 10.35627/2219-5238/2018-303-6-21-26.

Milushkina O.Y., Skobolina N.A., Prusov P.K., Bokareva N.A., Tatarinchik A.A. et al. Dependence of muscle strength on biological maturation rates and key variables of physical development in teenage boys. *Bulletin of the Russian State Medical University*, 2017, 6, pp. 29–35. (In Russ.). DOI: 10.24075/vrgmu.2017-06-05.

Milushkina O.Y., Skobolina N.A., Prusov P.K., Bokareva N.A., Tatarinchik A.A. et al. The influence of physical development indicators on the formation of muscle strength in teenage boys. *Pacific Medical Journal*, 2018, 2, pp. 66–69. (In Russ.). DOI: 0.17238/PmJ1609-175.2018.2.66–69.

Mylnikova I.V., Efimova N.V., Tkachuk E.A. Peculiarities of the physical development of urban and rural schoolchildren of the Irkutsk region. *Hygiene and Sanitation*, 2018, 97 (10), pp. 957–961. (In Russ.). DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-10-957-961.

Novikova I.I., Zubtsovskaya N.A., Sorokina A.V. The Dynamics of the Hand Strength in School-Age Children During Their Stay in a Health Organization. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*, 2023, 11 (3), pp. 327–335. (In Russ.). DOI: 10.23888/HMJ2023113327-335.

Permiakova E.Yu., Gundegmaa L., Godina E.Z. Morphofunctional and functional characteristics of Mongolian children and adolescents with different level of physical activity. *Moscow University Anthropology Bulletin [Vestnik Moskovskogo universiteta Seriya XXIII. Antropologiya]*, 2021, 1, pp. 5–18. (In Russ.). DOI: 10.32521/2074-8132.2021.1.005-018.

Saldan I.P., Pashkov A.P., Zhukova O.V. Comparative analysis of the physical development of schoolchildren of 7–10 years in urban and rural areas. *Hygiene and Sanitation*, 2019, 98 (3), pp. 308–313. (In Russ.). DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-3-308-313.

Sattarov A.E., Karelina N.R. [Features of growth processes in boys and youths of various proportions and constitution types living in the south part of Kyrgyzstan. *Pediatrician*, 2018, 9 (5), pp. 47–52. (In Russ.). DOI: 10.17816/PED9547-52.

Safonenkova E.V. Age dynamics of total body size of persons of the end of XX – beginning of XXI century of different somatic types and variants of biological development. *Bulletin of the Smolensk State Medical Academy*, 2019, 18 (2), pp. 19–43. (In Russ.).

Svoboda P.N., Bogormistrova V.A., Shestakova V.N., Udovenko A.A., Sosin D.V. [Indicators of hand strength in children aged 11–14 years, taking into account gender, age and family type. *Bulletin of the Smolensk State Medical Academy*, 2021, 20 (4), pp. 79–84. (In Russ.). DOI: 10.37903/vsgma.2021.4.11.

Suplotova L.A., Smetanina S.A., Makarova O.B., Rebrova O.Y., Sudnicina A.S. Dynamics of frequency of overweight and obesity children of young school age in the Tyumen region. *Obesity and metabolism*, 2019, 16 (1), pp. 34–38. (In Russ.).

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Secular dynamics of height and weight of russian children aged 0 to 17 years. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 2019, 47 (3), pp. 145–157. (In Russ.). DOI: 10.17746/1563-102.2019.47.3.145-157.

Khafizova A.A., Negasheva M.A. Secular changes in adult human height of men and women in different regions of Russia since the end of the 19th to the beginning of the 21st century. *Moscow University Anthropology Bulletin [Vestnik Moskovskogo universiteta Seriya XXIII. Antropologiya]*, 2020, 2, pp. 55–73. (In Russ.). DOI: 10.32521/2074-8132.2020.2.055-073.

Brener A., Waksman Y., Rosenfeld T., Levy S., Peleg I. et al. The heritability of body composition. *BMC Pediatrics*, 2021, pp. 25. DOI: 10.1186/s12887-021-02695-z.

Gillen Z.M., Housh T.J., Schmidt R.J., Herda T.J., de Ayala R.J. et al. Comparisons of muscle strength, size, and voluntary activation in pre- and post-pubescent males and females. *Eur. J. Appl. Physiol*, 2021, 121 (9), pp. 2487–2497. DOI: 10.1007/s00421-021-04717-1.

Mandic D., Bjegovic-Mikanovic V., Vukovic D., Djikanovic B., Stamenkovic Z., et al. Successful promotion of physical activity among students of medicine through motivational interview and Webbased intervention. *Peer J*, 2020, 8, e9495. DOI: 10.7717/peerj.9495.

Pereira S., Bustamante A., Santos C., Hedeker D., Tani G., et al. Biological and environmental influences on motor coordination in Peruvian children and adolescents. *Sci. Rep.*, 2021, 11 (1), pp. 15444. DOI: 10.1038/s41598-021-95075-7.

Sartori R., Romanello V., Sandri M. Mechanisms of muscle atrophy and hypertrophy: implications in health and disease. *Nat. Commun.*, 2021, 12, pp. 330. DOI: 10.1038/s41467-020-20123.

Information about the authors

Karandasheva Victoria O., *Jun. Res.*; ORCID: 0000-0001-5367-6600; Karandasheva@yandex.ru

© 2025. This work is licensed under a CC BY 4.0 license