

© ГРЕЧКИНА Л.И., КАРАНДАШЕВА В.О., 2017

УДК 613.95:572.51(571.65)

Гречкина Л.И., Карандашева В.О.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ – УРОЖЕНЦЕВ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ ЕВРОПЕОИДОВ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБУ «Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН, 685000, Магадан

В статье представлены результаты исследований параметров физического развития мальчиков-подростков 11–17 лет – уроженцев Магаданской области 1-го и 2-го поколения, предки которых являлись мигрантами-европеоидами за период 2008–2014 гг. Было обследовано 418 подростков – представителей 1-го поколения и 463 – 2-го поколения. Установлено, что темпы роста в начальном периоде (11–12 лет) и продолжительность ростовых процессов выше у представителей 2-го поколения. Максимальные годовые приросты длины, массы тела и окружности грудной клетки у подростков 1-го поколения происходят в 13–14 лет, а у 2-го поколения – на год позже 14–15 лет. Среди подростков в каждом поколении отмечена высокая вариабельность уровня основных показателей физического развития. Однако среди представителей 1-го поколения меньше доля лиц, имеющих нормальные (средние) показатели длины тела, массы тела и окружности грудной клетки, и больше – с отклонением как в сторону избытка, так и недостатка по сравнению со 2-м. На завершающем этапе пубертата (17 лет) больше подростков с микросоматическим (25%) и дисгармоничным (38,2%) телосложением встречается среди представителей 1-го поколения, по сравнению со 2-м поколением (19,7 и 28,2% соответственно).

Ключевые слова: физическое развитие; подростки; Северо-Восток России.

Для цитирования: Гречкина Л.И., Карандашева В.О. Сравнительная характеристика физического развития детей и подростков – уроженцев первого и второго поколения европеоидов Магаданской области. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(2): 171-176. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-2-171-176>

Grechkina L.I., Karandasheva V.O.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF PHYSICAL DEVELOPMENT OF CHILDREN AND ADOLESCENTS OF THE 1ST AND 2ND GENERATION OF EUROPEAN NATIVES OF THE MAGADAN REGION

Scientific centre “Arktika”, Magadan, 685000, Russian Federation

In the paper there are presented results of investigations of indices of the physical development of male adolescents aged of 11–17 years – residents of the 1st–2nd generation from new coming European migrants in the Magadan region during 2008–2014. There were observed 418 adolescents – representatives of the 1st generation, and 463 cases from the 2nd generation. Representatives of the 2nd generation in the initial period (11–12 years) were established to show higher tempos of growth. Maximal gains in the body length, body mass, and chest circumference in adolescents of the 1st generation occur at the age of 13–14 years, but in the 2nd generation it is seen one year later – at the age of 14–15 years. In adolescents of each generation there was noted the high variability of the level of major indices of the physical development. However, among representatives of the 1st generation there is less proportion of cases with normal or average values of body length, body mass, and chest circumference along with larger proportion of persons with diverse deviations, as well deficit as excess in comparison with the 2nd generation. At the final stage of the puberty age (17 years) more adolescents with microsomatic (25%) and disharmonic (38.2%) body constitution occur among the subjects from the 1st generation as compared to those of the 2nd generation (19.7% and 28.2%, respectively).

Key words: physical development; adolescents; Northern East of Russia.

For citation: Grechkina L.I., Karandasheva V.O. Comparative characteristics of physical development of children and adolescents of the 1st and 2nd generation of European natives of the Magadan region. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(2): 171-176. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-2-171-176>

For correspondence: Lyudmila I. Grechkina, MD, PhD, associate professor, the chief of the group of somatometric morphology of the Scientific centre “Arktika”, Magadan, 685000, Russian Federation. E-mail: ludmila-50@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 30 November 2015

Accepted: 13 May 2016

Введение

В настоящее время всестороннему изучению состояния здоровья детей и подростков уделяется большое внимание исследователей самого разного профиля. Одним из приоритетных направлений является изучение физического развития детей на разных этапах онтогенеза. Уровень физического развития служит объективным критерием оценки влияния на здоровье детей целого комплекса факторов внешней среды: от природно-климатических и экологических до социально-гигиенических и

Для корреспонденции: Гречкина Людмила Ивановна, канд. биол. наук, доц., вед. науч. сотр., рук. группы соматометрической морфологии, ФГБУ «Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН, 685000, Магадан. E-mail: ludmila-50@mail.ru

экономических. Любые существенные отклонения от нормы в физическом развитии свидетельствуют об относительном неблагополучии в состоянии здоровья индивидуума [1, 2]. Исследования состояния здоровья популяции свидетельствуют о наличии региональных особенностей физического развития детей и подростков [3, 4].

Одно из наиболее актуальных направлений исследований – изучение возрастной динамики изменения показателей физического развития детей и подростков, характеристика морфологических изменений в развитии популяции от поколения к поколению. Ряд авторов отмечают снижение уровня и возрастание дисгармоничности физического развития и как следствие ухудшение состояния здоровья подрастающего поколения, замедление процессов роста и полового созревания современных детей

Показатели физического развития мальчиков Магадана – представителей 1-го и 2-го поколения ($M \pm m$)

| Возраст, лет | Поколение | Показатель | | | | |
|--------------|------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | длина тела, см | масса тела, кг | окружность грудной клетки, см | сила правой руки, кг | сила левой руки, кг |
| 11 | 1 (n = 35) | 146,43 ± 1,1 | 39,33 ± 1,5 | 72,64 ± 1,36 | 15,99 ± 0,71 | 14,01 ± 0,75 |
| | 2 (n = 52) | 146,42 ± 0,9 | 37,65 ± 1,0 | 70,74 ± 0,78 | 16,68 ± 0,72 | 14,50 ± 0,67 |
| 12 | 1 (n = 57) | 152,80 ± 1,0 | 41,98 ± 1,2 | 72,36 ± 0,88 | 18,34 ± 0,73* ¹⁻² | 16,21 ± 0,66* ¹⁻² |
| | 2 (n = 65) | 153,80 ± 0,9 | 44,34 ± 1,2 | 72,95 ± 0,86 | 20,83 ± 0,71 | 18,55 ± 0,70 |
| 13 | 1 (n = 73) | 159,52 ± 1,1 | 48,13 ± 1,2 | 76,19 ± 0,82 | 24,78 ± 0,83 | 22,86 ± 0,76 |
| | 2 (n = 67) | 158,95 ± 0,9 | 47,17 ± 1,2 | 75,25 ± 0,84 | 25,21 ± 0,87 | 22,27 ± 0,84 |
| 14 | 1 (n = 67) | 167,90 ± 1,0 | 56,19 ± 1,6 | 81,82 ± 1,12 | 32,06 ± 0,89 | 29,80 ± 0,89 |
| | 2 (n = 69) | 165,30 ± 1,2 | 53,02 ± 1,4 | 80,40 ± 0,99 | 29,86 ± 0,98 | 27,09 ± 1,03 |
| 15 | 1 (n = 65) | 174,04 ± 0,97 | 59,89 ± 1,2 | 84,09 ± 0,85 | 36,97 ± 0,93 | 34,20 ± 0,95 |
| | 2 (n = 67) | 172,19 ± 0,96 | 61,47 ± 1,3 | 85,24 ± 0,80 | 36,66 ± 0,87 | 34,86 ± 0,93 |
| 16 | 1 (n = 53) | 177,96 ± 0,91* ¹⁻² | 64,87 ± 1,4 | 88,26 ± 1,0 | 43,17 ± 0,89 | 40,21 ± 1,01 |
| | 2 (n = 73) | 175,0 ± 0,91 | 64,33 ± 1,4 | 87,47 ± 0,93 | 41,19 ± 0,96 | 38,60 ± 0,92 |
| 17 | 1 (n = 68) | 177,32 ± 0,85 | 67,10 ± 1,5 | 89,69 ± 0,78 | 45,23 ± 1,11 | 42,48 ± 1,07 |
| | 2 (n = 71) | 177,31 ± 0,75 | 65,89 ± 1,2 | 90,04 ± 0,79 | 43,81 ± 1,02 | 42,06 ± 0,95 |

Примечание: 1 – первое поколение, 2 – второе поколение; * – статистически значимые различия между поколениями в одновозрастных группах.

и подростков по сравнению с предыдущими поколениями [5–8]. Т.И. Алексеевой [9] соматическая изменчивость современных популяций, приводящая к формированию различных типов конституции, рассматривается как «способ» адаптации организма к окружающей среде и условие устойчивости популяции.

В настоящее время на Северо-Востоке России наметилась отчетливая тенденция к формированию устойчивой популяции уроженцев из числа пришлых восточных славян. Детский контингент Магаданской области представлен в основном их потомками в 1-м – 2-м поколениях, что позволяет отнести их к «укорененным» жителям этого региона [10]. Природно-климатические и экологические условия Северо-Востока России, признанные как экстремальные для проживания человека, оказывают выраженное влияние на морфофункциональное развитие детей в процессе онтогенеза.

В связи вышеизложенным задачей наших исследований является сравнительное изучение физического развития урожен-

цев-европеоидов Северо-Востока России – представителей 1-го и 2-го поколения различных возрастных групп с целью определения адаптивной стратегии морфофункционального развития в процессе формирования новой популяции человека на севере

Материал и методы

Мониторинговые исследования проводились на базе медицинских кабинетов школ Магадана и в летнем спортивно-оздоровительном лагере «Северный Артек», расположенном в пос. Снежном Магаданской области в период 2008–2014 г.г. Обследовались школьники мужского пола подросткового периода онтогенеза в возрасте 11–17 лет, являющиеся уроженцами 1-го и 2-го поколения Магадана и Магаданской области (МО). Всего было обследовано 881 человек, из них 418 представители 1-го поколения (их родители приехали в МО из других регионов) и 463 2-го поколения (их родители родились в МО).

В процессе исследования у каждого школьника регистрировались основные антропометрические параметры: длина (ДТ, см), масса тела (МТ, кг) и окружность грудной клетки (ОГК, см) общепринятыми методами.

Индивидуальная оценка уровня физического развития школьников по МТ, ДТ и ОГК проводилась с использованием разработанных нами межвозрастных центильных шкал по методу Р.Н. Дорохова [11]. Гармоничность развития определяли по результатам центильных оценок, полученных для каждого изучаемого параметра (ДТ, МТ, ОГК). При этом учитывалось, что если разность номеров центильных интервалов между любыми двумя из трех показателей составляла 1, то физическое развитие считалось гармоничным, если 2 – дисгармоничным, а если 3 и более – резко дисгармоничным. В связи с незначительной долей детей с резко дисгармоничным телосложением, мы объединили их с группой дисгармоничных. Принадлежность детей к микро-, мезо- или макросоматотипу оценивали по сумме номеров центильных интервалов, полученных для каждого из параметров: ДТ, МТ и ОГК. При сумме баллов до 10 обследуемого относили к микросоматотипу (МиС), от 11 до 15 – к мезосоматотипу (МеС), от 16 и более – к макросоматотипу (МаС). Силовые показатели кистей рук измеряли с помощью ручного динамометра 3-кратным нажатием каждой рукой с регистрацией максимального значения (в кг).

Статистическая обработка полученных данных была проведена при помощи стандартных программ Microsoft Excel 2002 и StatSoft Statistica-6.0. Вычислялись средние величины показателей (M) и их стандартные ошибки ($\pm m$). Статистическая значимость различий оценивалась по t -критерию Стьюдента для независимых, а также для зависимых выборок при условии нормальности распределения. Статистически значимым принимали уровень различий при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

В результате анализа основных соматометрических параметров: ДТ и МТ, ОГК и показателей мышечной силы кистей рук было установлено, что они изменялись с возрастом у мальчиков – представителей 1-го и 2-го поколений в соот-

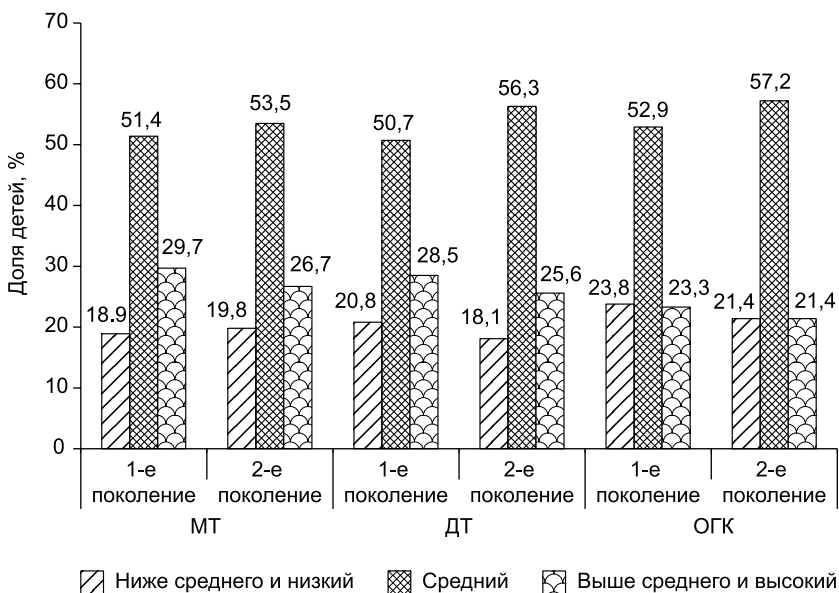


Рис. 1. Распределение подростков 1-го и 2-го поколений по уровню индивидуальных показателей физического развития: длины тела (ДТ), массы тела (МТ) и окружности грудной клетки (ОГК).

ветствии с общебиологическими закономерностями физического развития. В таблице представлены средневозрастные показатели, отражающие физическое развитие обследованных групп мальчиков в возрастной динамике.

Сравнительный анализ средневозрастных значений ДТ, МТ и ОГК школьников показал, что статистически значимые различия по ДТ между 1-м и 2-м поколениями выявлены только в возрасте 16 лет. По показателям мышечной силы кистей рук представители 2-го поколения существенно опережают представителей 1-го поколения в 12 лет. В других возрастных группах статистически значимых различий между представителями разных поколений не выявлено.

Полученные средневозрастные показатели по основным соматометрическим параметрам дают возможность оценить лишь возрастные тенденции физического развития, но не раскрывают его динамику внутри каждого поколения. Для ее определения проведено исследование физического развития подростков по МТ, ДТ и ОГК с использованием региональных межвозрастных центильных шкал.

На рис. 1 представлены усредненные результаты распределения из общего числа подростков в каждом поколении по уровню развития индивидуальных показателей МТ, ДТ и ОГК.

Как видно на рис. 1 в каждом поколении наблюдается высокая вариабельность уровня основных показателей физического развития. Среди всех обследованных подростков в обоих поколениях только около половины имеют нормальные (средние) показатели МТ, ДТ и ОГК. При этом, если по МТ и ДТ отклонение от нормы в сторону «избыточности» больше, чем «недостаточности» в обоих поколениях, то по ОГК наблюдается равное соотношение отклонения от нормы. Сравнительный анализ распределения подростков разных поколений по уровню соматометрических показателей показал, что среди представителей 1-го поколения больше выражена вариабельность признаков с меньшей долей лиц, имеющих нормальные (средние) показатели, и большей – с отклонением ДТ и МТ как в сторону избытка, так и недостатка.

Одной из важных характеристик физического развития детей и подростков является возрастная динамика изменений основных соматометрических параметров в процессе онтогенеза. Для ее оценки были рассчитаны годовые приросты ДТ, МТ и ОГК внутри возрастных групп в каждом поколении (рис. 2).

Проведенный сравнительный анализ показал, что возрастная динамика изменений соматометрических показателей у представителей разных поколений имеет свои особенности. Так, наиболее интенсивное увеличение ДТ у мальчиков – представителей 1-го поколения происходит в период пубертата от 11 до 14 лет (на 21,5 см) с максимальным годовым приростом (пубертатный «скачок») в период 13–14 лет (8,4 см в год). С 14 до 17 лет отмечено замедление ростовых процессов с завершением прироста длины тела в 16 лет. У представителей 2-го поколения происходит 2 пиковых прироста длины тела в исследуемом периоде онтогенеза: в 11–12 лет (7,4 см в год) и 14–15 лет (7,1 см в год). С 15 лет темпы роста тела в длину снижаются, но по сравнению с 1-м поколением рост тела в длину продолжается до 17 лет (2,3 см/год).

Возрастная динамика изменений МТ у мальчиков разных поколений носит неравномерный характер с двумя скачками при-

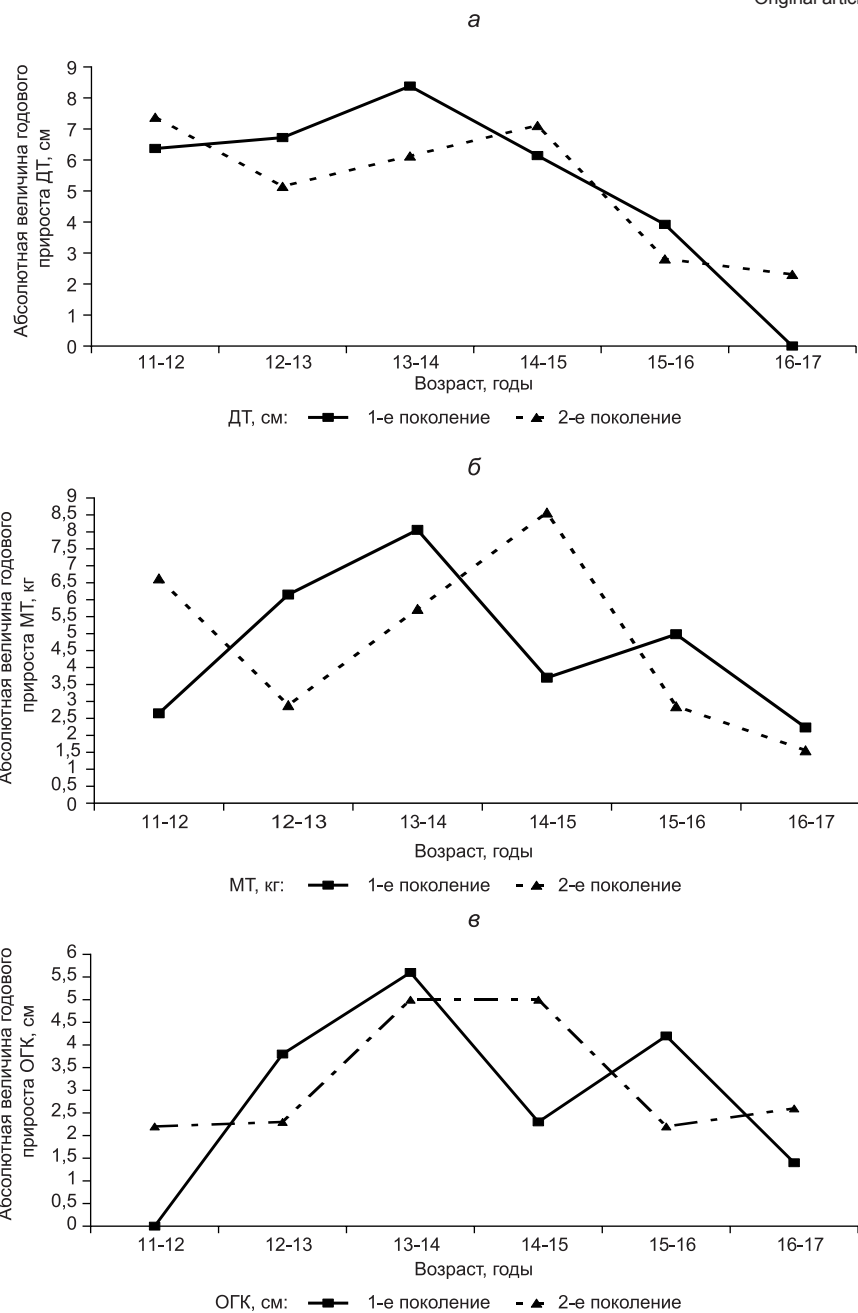


Рис. 2. Динамика изменений длины тела (ДТ, см), массы тела (МТ, кг) и окружности грудной клетки (ОГК, см) в течение года у мальчиков – представителей 1-го и 2-го поколения в период онтогенеза 11–17 лет.

Ось абсцисс: возраст, годы; ось ординат: абсолютная величина годового прироста показателя: а – длина тела, см; б – масса тела, кг; в – окружность грудной клетки, см.

ростов, но в разные периоды: у 1-го поколения в 13–14 лет (на 8,06 кг) и 15–16 лет (на 4,98 кг), а у 2-го поколения – в 11–12 лет (на 6,63 кг) и в 14–15 лет (на 8,57 кг). В целом динамика изменения МТ совпадает с динамикой роста тела в длину у подростков в каждом поколении.

Различия в возрастной динамике установлены и по показателям ОГК. Так, максимальное увеличение ОГК у представителей 1-го и 2-го поколения происходит в один возрастной период – 13–14 лет (на 5,6 и 5 см соответственно), но после «скачка» у представителей 1-го поколения происходит резкое снижение темпов роста ОГК в период 14–15 лет, а у 2-го поколения темпы прироста не снижаются до 15 лет. При этом у 1-го поколения наблюдается еще один пиковый прирост в 15–16 лет (на 4,2 см) и нет изменений в период 11–12 лет, по сравнению со 2-м поколением (2,3 см в год).

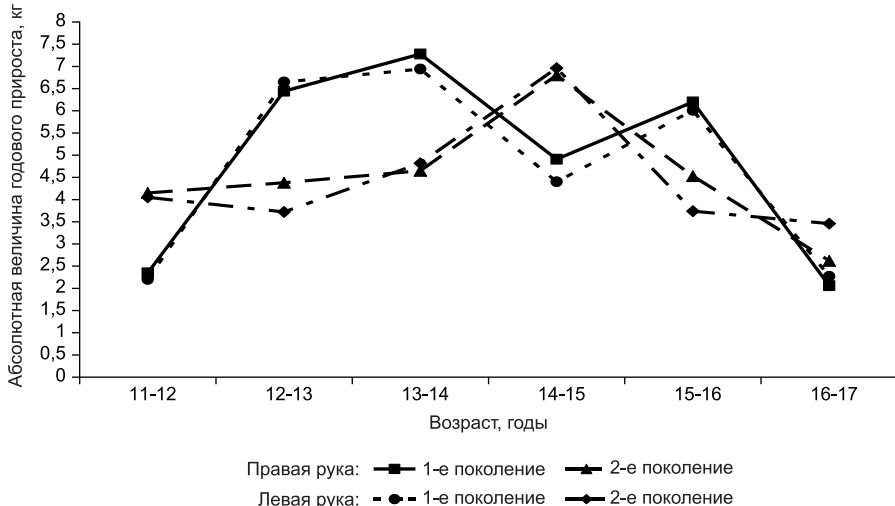


Рис. 3. Динамика изменений показателей мышечной силы кистей рук (кг) в течение года у мальчиков – представителей 1-го и 2-го поколения в период онтогенеза 11–17 лет.

Ось абсцисс: возрастной диапазон, годы; ось ординат: абсолютная величина годового прироста показателя мышечной силы кистей рук (в кг).

К основным параметрам, характеризующим физическое развитие, относятся также силовые показатели кистей рук. Сравнение мальчиков по этому признаку показало, что только в 12 лет представители 1-го поколения уступают по силовым показателям сверстникам 2-го поколения. Возрастная динамика силы кистей рук, в основном, совпадает с динамикой изменения основных тотальных размеров тела (рис. 3).

Так, максимальное увеличение силовых показателей кистей рук у мальчиков 1-го поколения происходит в пубертатный период 13–14 лет (правой руки на 7,28 кг, левой на 6,94 кг), а у 2-го поколения на год позже – в 14–15 лет (7,02 и 7,94 кг соответственно). Со снижением темпов роста основных соматометрических параметров у подростков снижается и прирост силовых показателей кистей рук.

На рис. 4 представлена динамика распределения подростков 1-го и 2-го поколений по соматотипу в возрастных группах.

Можно отметить высокий уровень встречаемости детей микросоматического типа как в 1-м, так и во 2-м поколениях в период 11–14 лет и 16–17 лет. При этом в 11, 12, 14 и 16 лет микросоматиков больше среди представителей 2-го поколения, а макросоматиков во всех возрастных группах больше среди

1-го поколения. Наиболее высокая вариабельность по соматотипу характерна для 14-летних подростков: в 1-м поколении отмечена самая высокая доля подростков с МаС (26,9%), а во 2-м – с МиС (30,4%). Наиболее высокий процент с МеС встречается в 1-м и 2-м поколениях среди 15-летних подростков (75,4 и 83,6%). На завершающем этапе пубертатного периода в 17 лет МиС имели 25% школьников в 1-м поколении и 19,7% во 2-м поколении, МеС – 66,2 и 74,7%, а МаС 8,8 и 5,6% соответственно. Это свидетельствует о том, что степень вариабельности по соматотипу среди 17-летних выше среди представителей 1-го поколения.

Результаты оценки физического развития мальчиков по уровню гармоничности телосложения показали (рис. 5), что у подростков преобладает гармоничный уровень развития во всех возрастных группах 1-го и 2-го поколения. Однако, среди представителей 1-го поколения отмечена более высокая доля лиц с дисгармоничным физическим развитием в каждой возрастной группе по сравнению со сверстниками 2-го поколения. Высокие показатели дисгармоничного развития среди детей 1-го поколения отмечены в 12 лет (43,9%), 13–14 лет (34,2 и 34,3%) и 17 лет (38,2%), а во 2-м поколении – в 12 лет (29,2%), 14 лет (31,9) и 17 лет (28,2%).

Полученные результаты, характеризующие соматотип и гармоничность физического развития, являются отражением неравнозначной вариабельности индивидуальных показателей ДТ, МТ и ОГК в возрастных группах каждого поколения. В одних случаях соматотип и дисгармоничность телосложения обусловлены недостаточной или избыточной МТ на фоне изменения других показателей физического развития, в других – недостаточным развитием грудной клетки при значительном увеличении ДТ, что встречается чаще.

Проведенное нами ранее сравнительное исследование основных соматометрических и силовых показателей кистей рук у мальчиков-подростков Магадана за период 1977–2003–2012 гг. показало, что в течение 35 лет сохраняется устойчивая тенденция к увеличению всех показателей, свидетельствующая о продолжающихся акселерационных процессах физического развития. Наименее изменчивым показателем за 35 лет оказалась ОГК. Незначительное увеличение показателей ОГК в различных

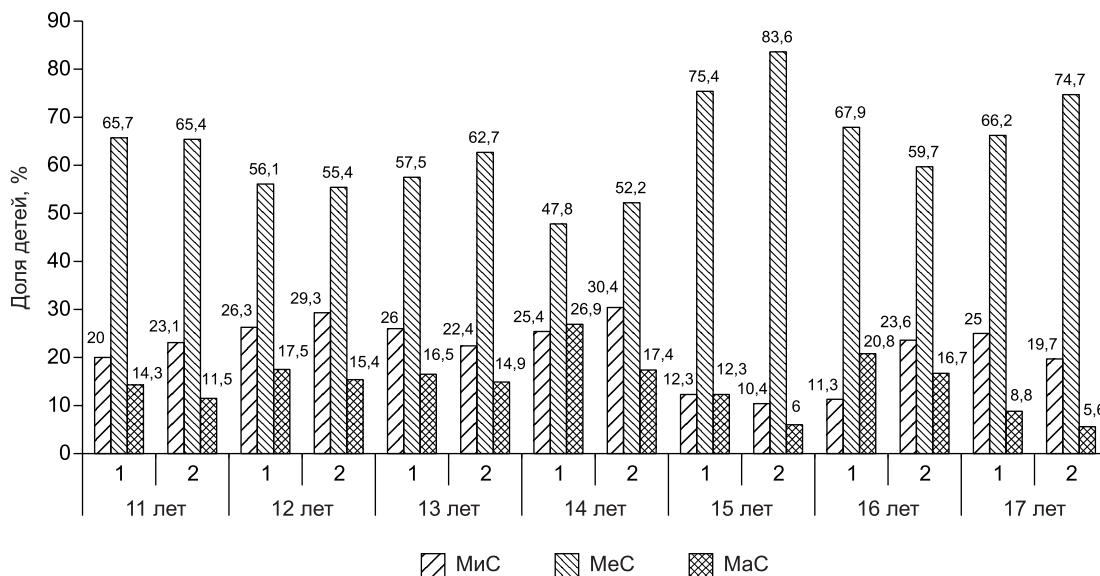


Рис. 4. Распределение подростков 1-го и 2-го поколения по соматотипу внутри возрастных групп.

МиС – микросоматотип; МеС – мезосоматотип; МаС – макросоматотип;

Ось абсцисс: 1 – 1-е поколение; 2 – 2-е поколение; ось ординат: доля детей с разным соматотипом в возрастных группах.

возрастных группах на фоне существенных прибавок ДТ и МТ свидетельствует о возрастании дисгармоничности и астенизации телосложения современных подростков [12, 13]. Как показано в работе И.В. Сухановой и А.Л. Максимова [14] подобные тенденции физического развития характерны и для юношей Магадана.

Заклучение

Таким образом, на основании проведенных сравнительных исследований физического развития мальчиков-уроженцев Магаданской области в период онтогенеза 11–17 лет можно сделать вывод, что несмотря на то что по средневозрастным величинам основных соматометрических показателей статистически значимых различий между представителями 1-го и 2-го поколения не выявлено, возрастная динамика ростовых процессов имеет существенные различия. Максимальные годовые приросты ДТ, МТ и ОГК у подростков 1-го поколения происходят в один возрастной период – 13–14 лет, а у 2-го поколения – на год позже – 14–15 лет (кроме ОГК). При этом темпы роста в начальном периоде (11–12 лет) и продолжительность ростовых процессов выше у представителей 2-го поколения. Динамика изменений мышечной силы кистей рук у мальчиков 1-го и 2-го поколений совпадает с динамикой роста основных соматометрических показателей. Возрастная динамика распределения по соматотипу и гармоничности телосложения свидетельствует об особенностях ростовых процессов у магаданских подростков – уроженцев 1-го и 2-го поколения и отражает неравномерность и гетерохронность физического развития в период онтогенеза 11–17 лет. Увеличение вариабельности основных соматометрических параметров, высокий уровень дисгармоничности телосложения и существенные различия в возрастной динамике ростовых процессов у уроженцев 1-го и 2-го поколений может свидетельствовать об адаптивных реакциях растущего организма детей на комплекс экстремальных факторов внешней среды в процессе формирования новой популяции человека на Северо-Востоке России.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Агаджанян Н.А. Эколого-физиологический и социальный подходы к оценке здоровья. В кн.: Суздаков К.В., ред. *Экспериментальная и прикладная физиология. Социальная физиология: оценка состояния человека*. Том 4. М.: 1994: 6–20.
2. Кучма В.Р., Рапопорт И.К. Научно-методические основы охраны и укрепления здоровья подростков России. *Гигиена и санитария*. 2011; 90(4): 53–9.
3. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Состояние здоровья современных детей и подростков и роль медико-социальных факторов в его формировании. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2009; (5): 6–10.
4. Поварго Е.А., Зулъкарнаева А.Т., Зулъкарнаев Т.Р., Овсянникова Л.Б., Агафонов А.И., Ахметшина Р.А. Региональные особенности физического развития школьников Уфы. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(4): 72–4.
5. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Ямпольская Ю.А. Тенденции роста и развития московских школьников старшего подросткового возраста на рубеже тысячелетий. *Гигиена и санитария*. 2009; 88(2): 18–20.
6. Шилова О.Ю. Современные тенденции физического развития в юношеском периоде онтогенеза (Обзор). *Экология человека*. 2011; (4): 29–36.
7. Платонова А.Г. Изменения в физическом развитии киевских школьников за десятилетний период (1996–2008 гг.). *Гигиена и санитария*. 2012; 91(2): 69–73.
8. Чагаева Н.В., Полова И.В., Токарев А.Н., Кашин А.В., Беляков В.А. Сравнительная характеристика физиометрических показателей физического развития школьников. *Гигиена и санитария*. 2011; 90(2): 72–5.
9. Алексеева Т.И., ред. *Адаптивные процессы в популяциях человека*. М.: Изд-во МГУ; 1986.

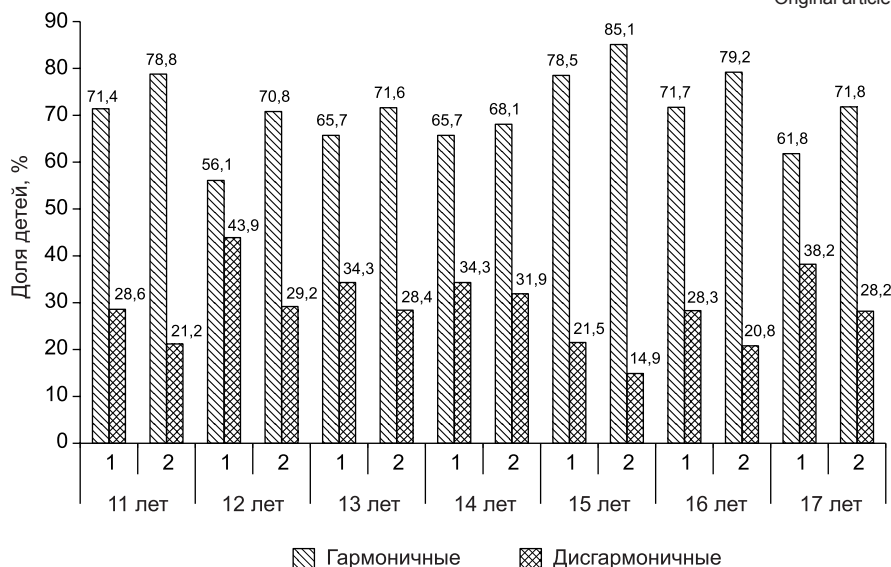


Рис. 5. Распределение подростков 1-го и 2-го поколения по гармоничности телосложения внутри возрастных групп.

Ось абсцисс: 1 – 1-е поколение; 2 – 2-е поколение; ось ординат: доля детей с гармоничным и дисгармоничным телосложением в возрастных группах.

10. Максимов А.Л. Современные эколого-социальные аспекты биомедицинских исследований по адаптации человека на Северо-Востоке России. В кн.: Черешнев В.А., ред. *Северное измерение глобальных проблем: первые итоги Международного полярного года*. М.: Наука; 2009: 164–73.
11. Дорохов Р.Н. Основы и перспективы возрастного соматотипирования. *Теория и практика физической культуры*. 2000; (9): 10–2.
12. Гречкина Л.И., Карандашева В.О. Характеристика показателя физического развития подростков – уроженцев Магадана. *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. 2013; 118(3): 91–4.
13. Гречкина Л.И., Карандашева В.О. Тенденции физического развития мальчиков-подростков г. Магадана за последние 35 лет. *Новые исследования*. 2014; (1): 23–30.
14. Суханова И.В., Максимов А.Л. Современные тенденции физического развития и состояния сердечно-сосудистой системы у юношей г. Магадана. *Гигиена и санитария*. 2015; 94(3): 83–6.

References

1. Agadzhanian N.A. Ecological, physiological and social approaches to health estimation. In: Sudakov K.V. *Experimental and Applied Physiology. Social Physiology: Human State Estimation [Eksperimental'naya i prikladnaya fiziologiya. Sotsial'naya fiziologiya: otsenka sostoyaniya cheloveka]*. Vol. 4. Moscow; 1994: 6–20. (in Russian)
2. Kuchma V.R., Rapoport I.K. Scientific-and-methodic bases of adolescents health protection and promotion in Russia. *Gigiena i sanitariya*. 2011; 90(4): 53–9. (in Russian)
3. Baranov A.A., Kuchma V.R., Sukhareva L.M. Health state of present-day kids and adolescents and the role of medical and social factors in its formation. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2009; (5): 6–10. (in Russian)
4. Povargo E.A., Zul'karnaeva A.T., Zul'karnaev T.R., Ovsyannikova L.B., Agafonov A.I., Akhmetshina R.A. Regional features of the physical development of schoolchildren in the city of Ufa. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93(4): 72–4. (in Russian)
5. Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Yampol'skaya Yu.A. Trends in Moscow senior adolescent schoolchildren's growth and development at the turn of millennia. *Gigiena i sanitariya*. 2009; 88(2): 18–20. (in Russian)
6. Shilova O.Yu. Contemporary tendencies of physical development in the youthful period of ontogenesis (Review). *Ekologiya cheloveka*. 2011; (4): 29–36. (in Russian)
7. Platonova A.G. Changes in the physical development of Kiev schoolchildren over a tenyear period (1996–2008). *Gigiena i sanitariya*. 2012; 91(2): 69–73. (in Russian)
8. Chagaeva N.V., Popova I.V., Tokarev A.N., Kashin A.V., Belyakov V.A. Comparative characteristics of the physiometric parameters of schoolchildren physical development. *Gigiena i sanitariya*. 2011; 90(2): 72–5. (in Russian)
9. Alekseeva T.I., ed. *Adaptive Processes in Human Populations [Adaptivnye protsessy v populatsiyakh cheloveka]*. Moscow; Izd-vo MGU; 1986. (in Russian)
10. Maksimov A.L. Current ecological and social aspects of biomedical studies on adaptation of humans in Northeast Russia. In: Chereshev V.A.,

- ed. *The Northern Dimension of Global Problems: The First Results of the International Polar Year [Severnoe izmerenie global'nykh problem: pervyye itogi Mezhdunarodnogo polyarnogo goda]*. Moscow: Nauka; 2009: 164–73. (in Russian)
- Dorokhov R.N. Basic principles and perspectives for age-related somatic typification. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*. 2000; (9): 10–2. (in Russian)
 - Grechkina L.I., Karandasheva V.O. Characteristics for the physical development indices demonstrated by adolescents born in Magadan. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk)*. 2013; 118(3): 91–4. (in Russian)
 - Grechkina L.I., Karandasheva V.O. Tendencies in physical development observed in adolescent boys for the recent 35 years. *Novyye issledovaniya*. 2014; (1): 23–30. (in Russian)
 - Sukhanova I.V., Maksimov A.L. Modern tendencies of physical development and state of cardiovascular system of young male subjects in Magadan. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 94(3): 83–6. (in Russian)

Поступила 30.11.15
Принята к печати 13.05.16

Профилактическая токсикология и гигиеническое нормирование

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 613.632:006

Гмошинский И.В., Хотимченко С.А., Ригер Н.А., Никитюк Д.Б.

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ: МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ И ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ *IN VIVO* (Обзор литературы)

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», 119121, Москва

*Статья содержит анализ и обобщение данных о механизмах токсического действия углеродных нанотрубок (УНТ) на организм и результатах токсикологической оценки УНТ при ингаляционном и пероральном путях поступления. Выявление клеточных и молекулярных механизмов токсичности УНТ позволяет обосновать список наиболее чувствительных биохимических маркеров токсичности, которые могли быть использованы для мониторинга вредного действия УНТ на производстве и послужить перспективными мишенями для соответствующих фармакологических и иммунофармакологических интервенций в целях специфической профилактики и терапии заболеваний, вызываемых УНТ. Значительный объем экспериментальных данных, полученных на моделях *in vivo* при ингаляционном пути поступления УНТ, позволяет осуществить в настоящее время их гигиеническое нормирование в воздухе рабочей зоны. Что же касается безопасных уровней при пероральном поступлении УНТ, то для их надежной оценки требуются дополнительные исследования. Поиск и отбор источников для обзора осуществлены с использованием открытых баз данных, включая (в порядке релевантности) PubMed, Scopus, Google Scholar и РИНЦ, за период с 2004 по 2016 г.*

Ключевые слова: углеродные нанотрубки; токсичность; биомаркеры; гигиеническое нормирование.

Для цитирования: Гмошинский И.В., Хотимченко С.А., Ригер Н.А., Никитюк Д.Б. Углеродные нанотрубки: механизмы действия, биологические маркеры и оценка токсичности *in vivo* (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2017; 96(2): 176–186. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-2-176-186>

Gmshinsky I.V., Khotimchenko S.A., Riger N.A., Nikityuk D.B.

CARBON NANOTUBES: MECHANISMS OF THE ACTION, BIOLOGICAL MARKERS AND EVALUATION OF THE (REVIEW OF LITERATURE)

Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology, Moscow, 109240, Russia

*The article contains the review and analysis of data on the mechanisms of the toxic action of carbon nanotubes (CNTs) on the body and available results of CNT toxicological evaluation after inhalation and oral routes of the action. Identification of cellular and molecular mechanisms of CNTs toxicity allows to justify the list of the most sensitive biochemical toxicity markers that could be used for monitoring the occupational effects of CNTs and serve as a promising target for the corresponding pharmacological and immunopharmacological interventions aimed on specific prophylaxis and therapy of diseases caused by CNT. A considerable amount of experimental data obtained *in vivo* on inhalation animal models allows to establish the hygienic standard for CNT in the air of the working area. As to safe levels of the oral route of CNT it needs further study for their reliable assessment. The search and selection of sources for the review was executed with the use of public databases, including (in order of relevance) PubMed, Scopus, Google Scholar, and RISC, for the period from 2004 to 2017.*

Key words: carbon nanotubes; toxicity; biological markers; hygienic standards

For citation: Gmshinsky I.V., Khotimchenko S.A., Riger N.A., Nikityuk D.B. Carbon nanotubes: mechanisms of the action, biological markers and evaluation of the (review of literature). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(2): 176–186. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-2-176-186>

For correspondence: Ivan V. Gmshinski, D. Sc., leading researcher of the laboratory of food toxicology and evaluation safety of nanotechnologies Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology. E-mail: gmosh@ion.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 07.10.2016

Accepted: 07.11.2016