

## Анализ факторов, влияющих на завершение ростовых процессов в юношеском возрасте

Е.В. Кругликова<sup>1</sup>, Е.А. Чанчаева<sup>1</sup>, Р.И. Айзман<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Горно-Алтайский государственный университет  
649000, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1

<sup>2</sup> Новосибирский государственный педагогический университет  
630126, г. Новосибирск, ул. Виллюйская, 28

<sup>3</sup> Новосибирский НИИ гигиены Роспотребнадзора  
630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7

### Резюме

Юношеский возраст характеризуется формированием дефинитивного уровня морфологических и функциональных показателей организма, процессами социальной адаптации к новому постшкольному этапу жизни и уровню образования. Для возрастной физиологии юношеский период представляет интерес с точки зрения сроков завершения процессов роста, а также факторов, определяющих эти границы. Различия по срокам завершения ростовых процессов в ювенильном возрасте обусловлены не только генетически, но и комплексом эпигенетических воздействий. В данной работе проведен анализ данных литературы о факторах, определяющих сроки стабилизации ростовых процессов в юношеском возрасте. Результаты анализа позволяют научно обосновать условия для полной реализации генотипического признака длиннотных размеров тела. Современные представления о гуморальных механизмах регуляции ростовых процессов указывают на взаимосвязь между секрецией факторов роста и условиями среды. Многочисленные исследования доказывают ассоциацию гормона роста со стадией дельта-сна и физическими нагрузками, соматомедина С с белковой диетой. Синергистами гормона роста в определенных концентрациях являются инсулин, половые и тиреоидные гормоны, а антагонистами – глюкокортикоиды. Все это позволяет объяснить секулярную изменчивость продольных параметров тела поколений XIX–XX и XX–XXI вв. в зависимости от социально-экономических условий, образа жизни, сроков полового созревания, характера питания. Значимость генетического фактора находит подтверждение в различиях сроков стабилизации длины тела между населением разной расовой и этнической принадлежности, а чувствительность ростовых процессов к условиям среды – между популяциями людей различных географических широт. Следовательно, наряду с генетическим фактором, климатогеографические условия, качество питания, режим сна и бодрствования, образ жизни являются детерминантами, определяющими вариабельность сроков завершения ростовых процессов в юношеском возрасте.

**Ключевые слова:** юношеский возраст, ростовые процессы, факторы стабилизации роста.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Автор для переписки:** Чанчаева Е.А., e-mail: chan.73@mail.ru

**Для цитирования:** Кругликова Е.В., Чанчаева Е.А., Айзман Р.И. Анализ факторов, влияющих на завершение ростовых процессов в юношеском возрасте. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2021; 41 (2): 4–11. doi: 10.18699/SSMJ20210201

## Analysis of factors affecting completion of growth processes in the post-puberty period

E.V. Kruglikova<sup>1</sup>, E.A. Chanchaeva<sup>1</sup>, R.I. Aizman<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Gorno-Altai State University  
649000, Gorno-Altai, Lenkin str., 1

<sup>2</sup> Novosibirsk State Pedagogical University  
630126, Novosibirsk, Vilyuiskaya str., 28

<sup>3</sup> Novosibirsk Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor  
630108, Novosibirsk, Parhomenko str., 7

## Abstract

Post-puberty age is characterized by the formation of a definitive level of morphofunctional indicators of the body, the processes of social adaptation to a new after school stage of life and level of education. For age-related physiology, the post-puberty age is of interest in terms of the timing of completion of growth processes, as well as factors that determine these boundaries. Differences in the timing of completion of growth processes in juvenile age are due not only to a genetic factor, but also to a complex of epigenetic effects. This paper analyzes the literature data on factors that determine the timing of stabilization of growth processes in post-puberty age. The results of the analysis allow us to scientifically justify the conditions for the full implementation of the genotypic trait of long body size. Modern ideas about humoral mechanisms of growth regulation indicate the relationship between the secretion of growth factors and environmental conditions. Numerous studies prove the association of growth hormone with the stage of delta sleep and physical activity, somatomedin-C-with a protein diet. Growth hormone synergists in certain concentrations are insulin, sex and thyroid hormones, while glucocorticoids are antagonists. These factors allow us to explain the secular variability of the longitudinal body parameters of the generations in 19th-20th and 20th-21st centuries, depending on socio-economic conditions, lifestyle, puberty, and nutrition. The significance of the genetic factor is confirmed by differences in the timing of stabilization of body length between populations of different racial and ethnic backgrounds, and the sensitivity of growth processes to environmental factors is appeared between different geographical latitudes populations. Therefore, along with the genetic factor, climatic and geographical conditions, food quality, sleep and wake patterns, and lifestyle are determinants that affect the variability in the timing of growth processes completion in postpubertal age.

**Key words:** youth, growth processes, growth stabilization factors.

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

**Correspondence author:** Chanchaeva E.A., e-mail: chan.73@mail.ru

**Citation:** Kruglikova E.V., Chanchaeva E.A., Aizman R.I. Analysis of factors affecting completion of growth processes in the post-puberty period. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2021; 41 (2): 4–11. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20210201

## Введение

Подростковый возраст, характеризующийся наиболее интенсивными процессами роста и развития и завершающийся к 16–17 годам, сменяется периодом формирования дефинитивного уровня морфологических и функциональных показателей организма, который, как правило, заканчивается в юношеском возрасте к 17–22 годам [1]. Поэтому для возрастной физиологии юношеский период представляет интерес с точки зрения сроков завершения процессов роста, а также факторов, определяющих эти границы.

На возраст от 7 до 17 лет приходится период интенсивного роста длинных трубчатых костей [2]. По данным литературы, завершение процессов роста приходится на возраст 17 лет у девушек и несколько позднее у юношей, у которых они могут продолжаться вплоть до 21–22 лет [1, 3]. Совершенствование таких показателей опорно-двигательного аппарата, как сила, координация и скорость двигательных реакций, заканчивается к 21 году у девушек и к 25 годам у юношей [3, 4]. Сроки окончания ростовых процессов, указанные в литературе, варьируют в пределах 17–25 лет, что, по всей видимости, обусловлено индивидуально-типологическими особенностями популяций людей разных этнических групп, климати-

ческими, социально-экономическими условиями жизни.

Известно, что в основе механизма увеличения длины тела лежат процессы, происходящие в точках роста костной ткани, где в результате митотических делений под влиянием соматотропного гормона (СТГ) возрастает количество клеток костной ткани, а также межклеточного вещества. Регуляция процессов роста обеспечивается работой гипоталамо-гипофизарной системы: СТГ, действуя через соматомедин С, увеличивает в хондроцитах содержание рибонуклеиновых кислот, ускоряет синтез белка и способствует образованию фосфатных связей макроэргических соединений [5]. Секреция СТГ находится в отрицательной связи с биологическим возрастом человека и имеет гендерные различия, связанные с особенностями полового созревания.

Модулирующее влияние половых гормонов на ростовые процессы описано достаточно полно. Выявлена статистически значимая связь между концентрацией тестостерона/эстрадиола в слюне подростков с несколькими показателями развития: ростом, весом и стадией пубертата [6]. Зависимость между уровнем секреции СТГ и скоростью линейного роста прослеживается до андрогенного пика в пубертатном периоде (11–12 лет у девушек и 13–14 лет у юношей), после ко-

того система регуляции ростовых процессов изменяется.

Максимальная линейная скорость роста скелета, обусловленная пубертатным «скачком», имеющая практически одинаковые значения у лиц обоего пола и равная 9–10 см в год, сохраняется в течение двух лет и снижается после 13–14 лет у девушек и 15–16 лет у юношей [7, 8]. По всей видимости, влияя на ускорение роста в пубертатном периоде, тестостерон после достижения пиковых значений становится антагонистом СТГ относительно ростовых процессов в организме [9]. Раннему завершению роста скелета у девушек способствуют эстрогены, которые стимулируют окостенение эпифизарных зон трубчатых костей опосредованно, за счет снижения катаболической функции паратормона, способствующего резорбции костной ткани [8].

В литературе встречаются данные о значении качества и продолжительности сна для секреции гормона роста: уровень СТГ повышается после засыпания, нарастает в течение первых двух часов и достигает пика в стадии дельта-сна медленной фазы [5, 10]. Зависимость между секрецией СТГ и стадией дельта-сна установлена во многих исследованиях [11, 12]. Считается, что дефицит ночного сна значительно отражается на секреции мелатонина, который вырабатывается в темное время суток, тогда как дефицит ночной секреции СТГ может быть компенсирован дневным сном. Однако снижение продолжительности ночного сна сказывается на общем самочувствии человека, ухудшая качество жизни [13, 14].

Соматотропин – не единственный стимулятор ростовых процессов в подростковом и юношеском периодах. Гормонами-синергистами являются инсулин, тиреоидные и половые гормоны. Особенно важное значение в процессах роста и развития подростков и юношей имеет соматомедин С (инсулиноподобный фактор роста, ИФР-1), активность которого в период внутриутробного развития и детском возрасте низкая. Выявлена зависимость секреции ИФР-1 от белковой диеты: безбелковое питание снижает ее. Тормозящее влияние на секрецию стимуляторов роста оказывают также глюкокортикоиды [12].

Анализ секулярного тренда ростовых процессов за последние 100–150 лет показал, что молодое поколение XIX в. по длине тела отличается от поколений XX и XXI вв. более низкими показателями. Исследования, проведенные в разных странах мира, выявили устойчивый эпохальный средний прирост длины тела на 1–2 см за десятилетие у детей 5–7-летнего возраста и на 2–3 см у детей 10–14 лет [15, 16]. У взрослых длина тела увеличивалась на 1 см за десятилетие и на 2,5 см

за поколение, общий прирост этого показателя составил около 8 см у мужчин и более 4,5 см у женщин [16–18]. В исследованиях [3] отражено изменение длины и массы тела российских детей 0–17 лет за 1880–2000-е годы. В целом в секулярное увеличение длины тела вносят вклад раннее детство и пубертатный возраст, а в увеличение массы тела – пубертатный период.

Общепризнанным фактом в свете секулярного тренда является акселерация роста и развития. Современное поколение юношеского периода быстрее приходит к возрасту полового созревания, а также к завершению ростовых процессов в более ранние сроки (к 18 годам у юношей и к 17 у девушек) [19], что отличается от показателей прошлого поколения. Так, в исследовании [20] показано уменьшение возраста эпифизарного закрытия зон роста костей у детей, родившихся в конце XX – начале XXI в. У поколения XIX – начала XX в. из-за более позднего полового созревания смещался ростовой скачок, что обуславливало более отставленное завершение ростовых процессов в онтогенезе. Выявлено, что в начале XX столетия наступление менархе приходилось на возраст от 14 до 17 лет как в России, так и за рубежом, и с каждым десятилетием наблюдалась стойкая тенденция к снижению этого возраста до современных значений (11–14 лет) [21, 17]. Среди гипотез, объясняющих уменьшение возраста полового созревания, рассматривают информационную гипотезу [22, 23], влияние искусственного освещения [24], изменение питания [25].

В большинстве стран за период с XIX по XX в. отмечался процесс ускорения физического и полового развития, тогда как с XX в. начинает проявляться относительная стабилизация и даже ретардация физического развития. Процессу акселерации присущ половой диморфизм: в проведенном антропометрическом исследовании [26], включающем данные за 1925–2012 гг., среди детей 8–16-летнего возраста у мальчиков отмечено увеличение как длины, так и массы тела, у девочек прослеживается увеличение длины и снижение массы тела. По-видимому, причиной астенизации подростков женского пола является, во-первых, более раннее достижение физиологически дефинитивного статуса, во-вторых, современные социокультурные влияния. Секулярные изменения в физическом развитии характеризуют общий тренд для всего населения цивилизованных стран независимо от этнической и расовой принадлежности [15].

Несомненно, что ведущая роль в определении ростовых процессов принадлежит генетическому фактору, который определяет возрастные изменения костной ткани и, соответственно, длину тела

[16, 27]. Различия по срокам завершения ростовых процессов в ювенильном возрасте обусловлены не только генетически, но и комплексом эпигенетических воздействий. Так, показано, что завершение процессов роста в более ранние или поздние сроки в значительной степени зависит от социально-экономических условий жизни [16]. В исследованиях [18] отмечено наибольшее секулярное увеличение длины тела в регионах, являющихся экономически развитыми, в сравнении с теми, где сохранялся традиционный уклад в течение длительного времени.

В литературе встречаются данные о различиях в скорости созревания скелета в зависимости от этнического фактора. К примеру, у подростков, имеющих азиатское и африканское происхождение, наблюдаются более ранние возрастные изменения костной ткани по сравнению с европеоидами [28, 29]. География расселения популяций также имеет значение в различиях по срокам стабилизации продольных параметров тела. Так, среди населения северо-западной части России зарастание точек роста трубчатых костей наблюдается в возрасте 16 лет у девушек и 18 лет у юношей [30]. Такие же данные получены при изучении динамики увеличения длины тела жителей Косово в возрасте 6–51 года, у которых отмечена стабилизация продольных параметров тела начиная с 18 лет [31]. В исследованиях, проведенных среди юношей-аборигенов Севера (Магаданская область), годовые приросты длины тела продолжают до 21 года, при этом в группе юношей-европеоидов увеличение длины тела завершается к 17 годам [27].

На секрецию СТГ у здоровых детей (особенно после достижения 12–15-летнего возраста) влияет множество экзогенных причин, наиболее значимыми из которых являются условия местности. Так, у детей 7–13 лет, проживающих в условиях высокогорья, отмечен более высокий уровень СТГ и тестостерона [32]. У юношей, проживающих в условиях высокогорья и среднегорья Кыргызстана, первый пик роста длины тела приходится на 12–14 лет, второй – на 16–17 лет [33], что свидетельствует о продолжающихся процессах роста. Эти данные совпадают с результатами, полученными при сравнительном анализе продольных размеров тела детей креолов и майя. У детей майя, проживающих в высокогорье, значимые прибавки длины тела наблюдаются в постпубертатном периоде онтогенеза, что и формирует различия в типах телосложения с креольскими детьми [34]. По всей видимости, климатические условия высокогорья являются сдерживающим фактором для энерготрат на увеличение продольных размеров тела в сенситивном периоде

онтогенеза, поэтому в постпубертатном периоде процессы роста продолжают вплоть до этапа первой зрелости [35].

Изменение режима сна и бодрствования современных юношей и девушек также может быть одной из косвенных причин изменения возраста завершения ростовых процессов. Согласно данным [36, 37], средняя продолжительность сна студентов составляет 6,5 часа в сутки, что ниже рекомендуемой физиологической нормы (7–8 часов), однако достаточно для секреции биохимических веществ, участвующих в регуляции процессов физиологического роста. Хронический дефицит ночного сна подавляет естественную потребность в движении во время бодрствования, уменьшая стимулирующий эффект физических нагрузок на секрецию СТГ. Следовательно, одной из причин более раннего завершения роста у современного поколения может быть снижение уровня двигательной активности. В работах доказано, что секреция гормона роста (за счет активации соматотропной функции гипофиза) усиливается под влиянием физической нагрузки и в период восстановления после нее [38]. Дефицит двигательной активности и целенаправленных занятий физической культурой и спортом является общей проблемой современного общества.

Юношеский возраст по уровню основного обмена (скорость протекания анаболических и катаболических реакций) занимает промежуточное положение между подростковым и зрелым периодами. На него приходится период социальной адаптации к новой послешкольной среде и бытовым условиям, поэтому интенсивность энерготрат 18-летних юношей, в том числе студентов-первокурсников, обусловлена не только продолжающимися процессами роста, но и активностью психических процессов, от которых зависит эффективность социализации [39]. Обратная зависимость между секрецией факторов роста и глюкокортикоидов, выявленная в экспериментах на животных [12], не изучена на человеке ювенильного возраста в условиях социального стресса.

Интенсивность общего обмена в юношеском возрасте определяет суточную потребность в энергии, которая будет значительно выше, чем энергопотребление зрелого организма при прочих равных условиях: вид деятельности, тип телосложения, пол, климатические условия и др. Экспериментальные данные показывают, что потребление полноценных белков, эссенциальных веществ, достаточное восполнение энерготрат, т.е. здоровое питание, являются обязательным условием для секреции факторов роста и возможности реализации запрограммированного наследственного признака – длины тела, которая

является весьма чувствительным маркером, отражающим качество жизни [40, 41].

Таким образом, наряду с генетическим фактором, климатогеографические условия, качество питания, режим сна и бодрствования, образ жизни являются детерминантами, определяющими вариабельность сроков завершения ростовых процессов в юношеском возрасте.

## Список литературы / References

1. Физиология развития ребенка. Руководство по возрастной физиологии. Ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. М.: Изд-во Моск. психолого-социологического ин-та, 2010. 768 с.

Physiology of child development. Guide to age-related physiology. Eds. M.M. Bezrukikh, D.A. Farber. Moscow, 2010. 768 p. [In Russian].

2. Туркина З.В., Измалкова Г.Г. К вопросу о возрастных особенностях роста некоторых трубчатых костей. *Научная конференция, посвященная 115-летию со дня рождения проф. М.Г. Привеса*: сб. тр. конф., Санкт-Петербург, 7 ноября 2019 г. Воронеж: Научная книга, 2019; 213–216.

Turkina Z.V., Izmalkova G.G. To the question of the age features of the growth of some tubular bones. *Scientific conference dedicated to the 115th anniversary of the birth of prof. M.G. Prives*: proc. conf., St. Petersburg, 07 November 2019. Voronezh: Nauchnaya kniga, 2019. 213–216. [In Russian].

3. 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; 47 (3): 145–157. doi: 10.17746/1563-0102.2019.47.3.145–157

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Secular dynamics of height and weight of russian children aged 0 to 17 years. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii = Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*. 2019; 47 (3): 145–157. doi: 10.17746/1563-0102.2019.47.3.145–157

4. Михайлова С.В. Физиологические особенности физического развития юношей и девушек на возрастном этапе 17–22 года. *Физ. воспитание и спорт. тренировка*. 2018; 26 (4): 68–77.

Mikhailova S.V. Physiological peculiarities of physical development young and girls at the age of 17–22. *Fizicheskoe vospitanie i sportivnaya trenirovka = Physical Education and Sports Training*. 2018; 26 (4): 68–77. [In Russian].

5. Сас Е.И. Применение L-орнитина-L-аспартата у пациентов с неалкогольной жировой болезнью печени. *Мед. алфавит*. 2018; 1 (7): 17–21.

Sas E.I. Use of L-ornithine-L-aspartate in patients with non-alcoholic fatty liver disease. *Meditsinskiy alfavit = Medical Alphabet*. 2018; 1 (7): 17–21. [In Russian].

6. Адамовская О.Н., Ермакова И.В., Сельверова Н.Б. Особенности нейровегетативного, гормонального и психоэмоционального статуса подростков на начальных этапах полового созревания. *Нов. исслед.* 2015; 44 (3): 27–42.

Adamovskaya O.N., Ermakova I.V., Sel'verova N.B. Vegetative, hormonal and psychoemotional status of teenagers at the initial stages of puberty. *Novye issledovaniya = New Research*. 2015; 44 (3): 27–42. [In Russian].

7. Яковлева Э.Б., Демишева С.Г. Особенности гормонального фона у девочек-подростков с нарушением менструальной функции на фоне ростового «скачка». *Вестн. неотлож. восстанов. мед.* 2017; 2 (2-3): 339–343.

Yakovleva E.B., Demicheva S.G. Features of the hormonal background of adolescent girls with menstrual function on the background of growth, the «jump». *Vestnik неотложной i vosstanovitel'noy meditsiny = Bulletin of Emergency and Restorative Medicine*. 2017; 2 (2-3): 339–343. [In Russian].

8. Хисамутдинова А.Р., Карелина Р.К. Остеогенез костей предплечья и кисти как надежный критерий определения биологического возраста. *Рос. биомед. исслед.* 2017; 2 (4): 42–47.

Hisamutdinova A.R., Karelina R.K. Osteogenesis of forearm and hand – a valid criterion for determining biological age. *Rossiyskiye biomeditsinskiye issledovaniya = Russian Biomedical Research*. 2017; 2 (4): 42–47. [In Russian].

9. Титова Е.П., Севостьянова Е.Б., Савченко Е.Л., Махалин А.В. Морфогормональные взаимоотношения как фактор, влияющий на дифференциацию темпов развития. *Спорт – дорога к миру между народами*: сб. тр. конф., Москва, 17–19 октября 2017 г. М.: РГУФКСМиТ, 2017. 256–261.

Titova E.P., Sevostianova E.B., Savchenko E.L., Makhalin A.V. Morphological and hormonal relationships as a factor influencing the differentiation of the pace of development. *Sport – the road to peace between Nations*: proc. conf., Moscow, 17–19 October 2017. Moscow: RGUFKSMiT, 2017. 256–261. [In Russian].

10. Стрыгин К.Н. Нарушения сна при остром и хроническом стрессе: протективная роль снотворных препаратов. *Эффектив. фармакотерапия*. 2014; (22): 16–21.

Strygin K.N. Sleep disorders upon acute and chronic stress: a protective role of hypnotics. *Effektivnaya farmakoterapiya = Effective Pharmacotherapy*. 2014; (22): 16–21. [In Russian].

11. Morselli L.L., Nedeltcheva A., Leproult R., Spiegel K., Martino E., Legros J.-J., Weiss E.R., Mockel J., Cauter E.V., Copinschi G. Impact of GH replacement therapy on sleep in adult patients with GH deficiency of pituitary origin. *Eur. J. Endocrinol.* 2013; 168 (5): 763–770. doi: 10.1530/EJE-12-1037

12. Wasinski F., Frazão R., Donato Jr.J. Effects of growth hormone in the central nervous system.

- Arch. Endocrinol. Metab.* 2020; 63 (6): 549–556. doi: 10.20945/2359-3997000000184
13. Cho Y., Ryu S.-H., Lee B.R., Kim K., Lee E., Choi J. Effects of artificial light at night on human health: A literature review of observational and experimental studies applied to exposure assessment. *Chronobiol. Int.* 2015; 32 (9): 1294–1310. doi: 10.3109/07420528.2015.1073158
14. Touitou Y., Reinberg A., Touitou D. Association between light at night, melatonin secretion, sleep deprivation, and the internal clock: Health impacts and mechanisms of circadian disruption. *Life Sci.* 2017; (173): 94–106. doi: 10.1016/j.lfs.2017.02.008
15. Шилова О.Ю. Современные тенденции физического развития в юношеском развитии онтогенеза (обзор). *Экол. человека.* 2011; 4: 29–36.
- Shilova O. Yu. Contemporary tendencies of physical development in the youthful period of ontogenesis (review). *Ekologiya cheloveka = Human Ecology.* 2011; 4: 29–36. [In Russian].
16. Година Е.З. Новые направления секулярного тренда в России. *Всероссийская научно-практическая конференция по вопросам спортивной науки в детско-юношеском спорте и спорте высших достижений: сб. тр. конф., Москва, 30 ноября – 2 декабря 2016 г. М.: ЦСТиСК Москомспорта, 2016. 721–726.*
- Godina E.Z. New directions of the secularity trend in Russia. *All-Russian scientific and practical conference on sports science in children and youth sports and sports of the highest achievements: proc. conf., Moscow, 30 November – 2 December 2016. Moscow: Moskomspor, 2016. 721–726.*
17. Богомолова Е.С., Киселева А.С., Ковальчук С.Н. Методические подходы к оценке физического развития детей и подростков для установления вектора секулярного тренда на современном этапе. *Медицина.* 2018; (4): 69–90. doi: 10.29234/2308-9113-2018-6-4-69-90
- Bogomolova E.S., Kiseleva A.S., Kovalchuk S.N. Methodical approaches for the estimation of children physical development for determination of modern secular trend. *Medsina = Medicine.* 2018; (4): 69–90. [In Russian]. doi: 0.29234/2308-9113-2018-6-4-69-90
18. Хафизова А.А., Негашева М.А. Секулярные изменения дефинитивной длины тела мужчин и женщин разных регионов России (конец XIX – начало XXI в.). *Вестн. МГУ. Сер.23: Антропология.* 2020; (2): 55–73. doi: 10.32521/2074-8132.2020.2.055-073
- 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. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII: Antropologiya = The Moscow University Bulletin. Series XXIII: Anthropology.* 2020; (2): 55–73. [In Russian]. doi: 10.32521/2074-8132.2020.2.055-073
19. Сафоненкова Е.В. Возрастная динамика тотальных размеров тела лиц конца XX – начала XXI века различных соматических типов и вариантов биологического развития. *Вестн. Смол. гос. мед. акад.* 2019; 18 (2): 19–43.
- 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. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj meditsinskoj akademii = Vestnik of the Smolensk State Medical Academy.* 2019; 18 (2): 19–43. [In Russian].
20. Boeyer E.M., Sherwood J.R., Deroche B.C., Duren L.D. Early maturity as the new normal: a century-long study of bone age. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2018; 476 (11): 2112–2122. doi: 10.1097/CORR.0000000000000446
21. Щуров В.А. Пограничные вопросы регуляции продольного роста тела человека (обзор исследований). *Международ. журн. прикл. и фундам. исслед.* 2015; 6 (1): 68–72.
- Shchurov V.A. Border issues of the regulation of the longitudinal growth of the human body (review of studies). *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy = International Journal of Applied and Basic Research.* 2015; 6 (1): 68–72. [In Russian].
22. Becker B. Social disparities in children's vocabulary in early childhood. Does preschool education help to close the gap? *Br. J. Sociol.* 2011; 62 (1): 69–88. doi: 10.1111/j.1468-4446.2010.01345.x
23. Исмаилова С.С. Физиология ребенка: теоретические аспекты и информационно-1 aspects of information and hypothesis of acceleration. *Biomeditsina = Biomedicine.* 2010; (2): 29–31. [In Russian].
- Ismailova S.S. Physiology of the child: theoretical aspects of information and hypothesis of acceleration. *Biomeditsina = Biomedicine.* 2010; (2): 29–31. [In Russian].
24. Aleandri V., Spina V., Morin A. The pineal gland and reproduction. *Hum. Reprod. Update.* 1996; 3 (2): 225–235. doi: 10.1093/humupd/2.3.225
25. Bellis M.A., Downing J., Ashton J.R. Adults at 12? Trends in puberty and their public health consequences. *J. Epidemiol. Community Health.* 2006; 60 (11): 910–911. doi: 10.1136/jech.2006.049379
26. Мельник В.А. Секулярный тренд соматометрических показателей городских школьников за период с 1925 по 2010–2012 гг. *Здоровье населения и среда обитания.* 2018; (6): 21–26. doi: 10.35627/2219-5238/2018-303-6-21-26
- Melnik V. The secular trend of the somatometric parameters of city school children from 1925 to 2010–2012. *Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya = Public Health and Life Environment.* 2018; (6): 21–26. [In Russian]. doi: 10.35627/2219-5238/2018-303-6-21-26

27. Аверьянова И.В. Особенности возрастной динамики основных соматометрических характеристик физического развития молодых жителей из числа аборигенного населения Северо-Востока России. *Экол. человека*. 2020; (7): 21–26. doi: 10.33396/1728-0869-2020-7-21-26
- Averyanova I.V. Age-related antropometric characteristics of young aboriginal residents in the North-east of Russia. *Ekologiya cheloveka = Human Ecology*. 2020; (7): 21–26. [In Russian]. doi: 10.33396/1728-0869-2020-7-21-26
28. McCormack S.E., Chesi A., Mitchell J.A., Roy S.M., Cousminer D.L., Kalkwarf H., Lappe J.M., Gilsanz V., Oberfield S.E., Shepherd J.A., Mahboubi S., Winer K.K., Kelly A., Grant S.F., Zemel B.S. Relative skeletal maturation and population ancestry in nonobese children and adolescents. *J. Bone Miner. Res.* 2017; 32 (1): 115–124. doi: 10.1002/jbmr.2914
29. Grgic O., Shevroja E., Dharmo B., Uitterlinden A.G., Wolvius E.B., Rivadeneira F., Medina-Gomez C. Skeletal maturation in relation to ethnic background in children of school age: The Generation R Study. *Bone*. 2020; 132 (115180). doi: 10.1016/j.bone.2019.115180
30. Алексина Л.А. Возрастные особенности и динамика окостенения проксимальных отделов плечевых костей. *Журн. анатомии и гистопатологии*. 2015; 4 (1): 38–44.
- Aleksina L.A. Age-related features and ossification dynamics of proximal parts of humerus. *Zhurnal anatomii i gistopatologii = Journal of Anatomy and Histopathology*. 2015; 4 (1): 38–44. [In Russian].
31. Rexhepi A., Brestovci B., Krasniqi A. Physical characteristics at different ages. *Int. J. Morphol.* 2011; 29 (1): 105–111. doi: 10.4067/S0717-95022011000100018
32. Жумабаева Н.Т. Показатели гормонов роста и тестостерона у детей, постоянно проживающих в условиях высокогорья. *Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана*. 2016; (1): 72–74.
- Zhumabaeva N.T. Indicators of growth hormone and testosterone of children, permanently residing in high-mountain conditions. *Nauka, novye tekhnologii i innovatsii Kyrgyzstana = Science, New Technologies and Innovations in Kyrgyzstan*. 2016; (1): 72–74. [In Russian].
33. Саттаров А.Э., Сакибаев К.Ш., Джолдошева Г.Т., Джаналиев Б.Р., Козуев К.Б., Нуруев М.К. Соматотипологические особенности физического развития подростков и юношей различных биогеохимических зон Кыргызстана. *Медицина Кыргызстана*. 2019; (1): 21–25.
- Sattarov A.E., Sakibaev K.Sh., Dzholdosheva G.T., Dzhanaliev B.R., Kozuev K.B., Nuruev M.K. Somatotypological features of physical development of adolescents and young men of different biogeochemical zones of Kyrgyzstan. *Meditsina Kyrgyzstana = Medicine of Kyrgyzstan*. 2019; (1): 21–25. [In Russian].
34. Siniarska A., Nieczuja-Dwojaka J., Koziel S., Wolański N. Body proportions of 6–18-year-old children in Merida, Mexico. *Anthropol. Rev.* 2019; 82 (3): 273–285. doi: 10.2478/anre-2019-0020
35. Чанчаева Е.А., Сухова М.Г., Айзман Р.И. Фенотипические признаки чуйских казахов и южных алтайцев. *Экол. человека*. 2020; (2): 45–50. doi: 10.33396/1728-0869-2020-2-45-50
- Chanachaeva E.A., Sukhova M.G., Aizman R.I. Phenotypic characteristics of the Chuya kazakhs and Southern altaians. *Ekologiya cheloveka = Human Ecology*. 2020; (2): 45–50. [In Russian]. doi: 10.33396/1728-0869-2020-2-45-50
36. Чуева Т.В., Жукова М.А., Лазарева А.В. Влияние продолжительности сна на здоровье студентов медицинского вуза. *Интегратив. тенденции в медицине и образовании*. 2019; (2): 96–99.
- Chueva T.V., Zhukova M.A., Lazareva A.V. The effect of sleep duration on the health of medical students. *Integrativnye tendentsii v meditsine i obrazovanii = Integrative Trends in Medicine and Education*. 2019; (2): 96–99. [In Russian].
37. Пивень Е.А., Бреусов Д.А. Характеристика гигиены сна студентов, проживающих в общежитиях. *Вестн. РУДН. Сер. Мед.* 2017; (1): 127–136. doi: 10.22363/2313-0245-2017-21-1-127-136
- Piven E.A., Breusov D.A. The characteristics of acomodated in dormitories students sleep hygiene. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Meditsina = RUDN Journal of Medicine*. 2017; (1): 127–136. [In Russian]. doi: 10.22363/2313-0245-2017-21-1-127-136
38. Шаханова А.В., Челышкова Т.В. Особенности развития соматотропной функции гипофиза и коры надпочечников (по кортизолу) у мальчиков в возрасте 8–17 лет. *Вестн. Адыг. гос. ун-та. Сер. Естеств.-мат. и техн. науки*. 2017; (2): 49–58.
- Shakhanova A.V., Chelyshkova T.V. Features of the development of somatotrophic function of the pituitary gland and the adrenal cortex (cortisol) in boys aged 8–17 years. *Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta, seriya «Yestestvenno-matematicheskkiye i tekhnicheskkiye nauki»*. 2017; (2): 49–58. [In Russian].
39. Ростовцева М.В., Шайдунова О.В., Гончаревич Н.А., Ковалевич И.А., Кудашов В.И. Уровень развития адаптационного потенциала студентов. *Вестн. НГПУ*. 2018; 8 (2): 43–61. doi: 10.15293/2226-3365.1802.03
- Rostovtseva M.V., Shaydurova O.V., Goncharevich N.A., Kovalevich I.A., Kudashov V.I. Level of adaptation capacity among undergraduate students. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta = The Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin*. 2018; 8 (2): 43–61. [In Russian]. doi: 10.15293/2226-3365.1802.03
40. Danubio M.E., Sanna E. Secular changes in human biological variables in Western Countries: an up

dated review and synthesis. *J. Anthropol. Sci.* 2008; 86: 91–112.

41. Година Е.З. Меняется ли внешний облик человека? *Природа*. 2015; (5): 20-27.

Godina E.Z. Is appearance of man changing? *Priroda = The Journal Priroda*. 2015; (5): 20–27. [In Russian].

**Сведения об авторах:**

**Екатерина Васильевна Кругликова**, ORCID: 0000-0002-6355-5850, e-mail: [ekaterinavasiljevna@yandex.ru](mailto:ekaterinavasiljevna@yandex.ru)

**Елена Анатольевна Чанчаева**, д.б.н., профессор, ORCID: 0000-0001-5281-1145, e-mail: [chan.73@mail.ru](mailto:chan.73@mail.ru)

**Роман Иделевич Айзман**, д.б.н., профессор, ORCID: 0000-0002-7776-4768

**Information about the authors:**

**Ekaterina V. Kruglikova**, ORCID: 0000-0002-6355-5850, [ekaterinavasiljevna@yandex.ru](mailto:ekaterinavasiljevna@yandex.ru)

**Elena A. Chanchaeva**, doctor of biological sciences, professor, ORCID: 0000-0001-5281-1145, e-mail: [chan.73@mail.ru](mailto:chan.73@mail.ru)

**Roman I. Aizman**, doctor of biological sciences, professor, ORCID: 0000-0002-7776-4768

*Поступила в редакцию 25.11.2020*

*Принята к публикации 19.02.2021*

*Received 25.11.2020*

*Accepted 19.02.2021*