

УДК 612+ 502:616(255)  
ББК 28.707.3+ 51.1(2).09(225)

*Ю. М. Литвин,  
Е. Д. Целых,  
В. К. Козлов*

### **Активность эндокринной системы и характеристики полового и физического развития подростков Хабаровского края**

В статье рассматриваются изменения активности эндокринной системы, характеристики полового и физического развития подростков г. Амурска и Хабаровска Хабаровского края. У детей, проживающих в экологически неблагоприятных условиях (г. Амурск), выявлено отставание в половом развитии от своих сверстников группы сравнения (г. Хабаровска) на 1–2 года. Определены нарушения физического развития: дисгармоничное развитие – у 40 % подростков г. Амурска, связанное с дефицитом массы тела. В группе сравнения дисгармоничное физическое развитие связано с низкими (у мальчиков) и высокими (у девочек) параметрами окружности грудной клетки. Оценка уровня физического развития выявила преобладание среднего уровня у подростков г. Амурска (63,5 %). В группе сравнения 70 % их сверстников (г. Хабаровск) имеют высокий уровень физического развития. Содержание некоторых гормонов (аденогипофизарные, глюкокортикоидные, половые, тиреоидные) в сыворотке крови подростков г. Амурска и Хабаровска коррелятивно связано с характеристиками полового развития обследуемых (вторичные половые признаки).

**Ключевые слова:** половое, физическое развитие, эндокринная система подростков.

*Y. M. Litvin,  
E. D. Tselykh,  
V. K. Kozlov*

### **The Khabarovsk Krai Adolescents' Endocrine System Activity and the Characteristics of Sexual and Physical Development**

The changes of the endocrine system activity, characteristics of sexual and physical development in adolescents of Khabarovsk and Amursk cities are discussed in this article. In children, living in the ecologically unfavorable environment (Amursk), the retardation of sexual development for 1–2 years, in comparison with the children of the same age in the control group (Khabarovsk) is revealed. The disorders of physical development such as disharmonious development in 40 % of Amursk city adolescents, because of body mass deficiency are defined. In control group, disharmonious development was due to low (in boys) and high (in girls) parameters of chest circumference. The estimation of physical development revealed the predominance of average level in adolescents of Amursk city group (63,5 %). In control group (Khabarovsk) 70 % of adolescents have high level of physical development. The blood serum content of some hormones (adeno – hypophysis, glucocorticoids, sexual and thyroid) in Amursk group and Khabarovsk group is correlatively connected with the sexual development characteristics (secondary sexual features).

**Key words:** sexual, physical development, endocrine system of adolescents.

Проблема формирования, сохранения и укрепления здоровья подростков в настоящее время рассматривается как фактор национальной безопасности в связи с прогрессирующим снижением доли здоровых детей [16; 18]. Состояние здоровья подростков является основой благополучия общества [9]. В настоящее время многочисленные факты свидетельствуют о том, что под влиянием комплекса негативных факторов происходит снижение уровня физического развития детей и подростков и напряжение функциональных систем

организма [3; 4; 7]. Определены закономерности формирования характеристик эндокринной системы в соответствии с половым развитием подростков, проживающих в условиях напряженного экологического состояния территории [8; 9; 15; 16]. Задержка полового развития отражает нарушение физиологического становления репродуктивной функции, которое связано с процессами роста и развитием организма в целом [1; 11; 19].

Потребительское отношение к своему здоровью большинства членов нашего общества, низкая эффективность проводимых профилактических мероприятий, недостаточный объем научных исследований по проблеме роста и развития детей, оценки морфофункционального и репродуктивного статуса организма с целью управления здоровьем подростка – это основные факторы, которые оказывают влияние на уровень здоровья населения страны и ограничивают возможность молодежи эффективно и качественно выполнять свои социальные функции [6; 12; 14].

В настоящее время Хабаровский край характеризуется сложной экологической, медико-демографической и социальной ситуацией, которая сказывается на состоянии здоровья населения, в том числе детей подросткового возраста [5].

Актуальность изучения полового развития подростков не вызывает сомнений, если рассматривать пубертат как основное звено становления репродуктивной системы. Половое и физическое развитие, эндокринный статус детского населения служит надежным индикатором экологического благополучия территории.

Цель проведенного исследования: изучить связь гормонального профиля с особенностями полового, физического развития подростков, проживающих в условиях г. Амурска и Хабаровска Хабаровского края.

Проведено экспедиционное физиолого-экологическое обследование подростков г. Амурска ( $n = 150$ ), средний возраст которых составил  $16,28 \pm 0,09$  лет, обоего пола ( $n^{\text{♂}} = 62$ ;  $n^{\text{♀}} = 88$ ) и г. Хабаровска –  $15,718 \pm 0,149$  лет ( $n^{\text{♂}} = 23$ ;  $n^{\text{♀}} = 21$ ). Обследование проводилось в зимний период 2009–2010 гг.; в экспедиционном составе участвовали преподаватели, аспиранты и студенты ГОУ ВПО ДВГГУ, совместно с врачом-педиатром и ординаторами НИИ ОМиД.

У обследованных подростков были определены: основные показатели физического развития – рост (Р), масса тела (МТ), окружность грудной клетки (ОГК), уровень и гармоничность физического развития (ФР) по унифицированной методике «сигмальных отклонений» [2].

Для оценки полового созревания детей определена степень выраженности вторичных половых признаков с использованием шкалы J. M. Tanner (1986) по формуле: у мальчиков – Ах, Р, V, L, F, где Ах – оволосение аксиллярных впадин, Р – оволосение лобка, V – тембр голоса, L – рост щитовидного хряща, F – рост усов и бороды; у девочек: Ах, Р, Ма, Ме, где Ма – развитие молочных желез, Ме – менархе; с учетом 4 степеней полового созревания по К. Я. Фараджевой (1962) [13]: нулевая стадия – вторичные половые признаки отсутствуют; I стадия – незначительная волосистость на лобке и подмышечной впадине, волосы гладкие, голос детский; у девочек околососковый кружок слегка приподнят; II стадия – появление волос на верхней губе и щеках у мальчиков; волосы в подмышечной впадине занимают небольшой участок, голос изменяется; у девочек – оформление молочной железы; III стадия – у мальчиков изменение голоса; волосы на лобке вьются, развит волосяной покров под мышками; у девочек зрелая молочная железа, менструация.

Проведено определение гормонов: лютеинизирующего (ЛГ), фолликулостимулирующего (ФСГ), свободного тироксина ( $СТ_4$ ), тиреотропина (ТТГ), пролактина (ПРЛ), эстрадиола (Эс), 17-гидроксипрогестерона (П), тестостерона (Т), дегидроэпиандростерон-сульфата (ДГЭА-с), кортизола (К) в СК – иммуноферментным методом (ИФА) наборы реактивов «Алкор-Био» (Санкт-Петербург), на колориметре «StatFacs – 2100» (США).

Анализ результатов исследования характеристик ФР подростков показал, что в г. Амурске 67,8 % мальчиков и 59,1 % девочек имеют средний уровень ФР, в то время как

у их сверстников, проживающих в г. Хабаровске, 73,9 % мальчиков и 71,4 % девочек обладают высоким уровнем ФР.

Оценка гармоничности развития показала, что 61,3 % мальчиков-подростков г. Амурска имеют гармоничное ФР, 25,8 % – дисгармоничное и 12,9 % резко дисгармоничное, связанное с дефицитом МТ. В группе сравнения (г. Хабаровск) у 69,6 % всех обследованных мальчиков отмечено гармоничное ФР. Дисгармоничное ФР мальчиков-подростков этой группы (30,4 %) связано с низкими параметрами ОГК.

По результатам анализа данных нашего исследования, гармоничное ФР определено у 55 % девочек-подростков г. Амурска, а у 45 % – дисгармоничное, связанное с дефицитом массы тела. Согласно данным многочисленных исследований, ФР подростков служит важным показателем состояния здоровья и зависит, в основном, от экологических и социально-экономических условий [7; 10].

В группе сравнения 61,9 % характеризуется дисгармоничным развитием, связанным с высокими параметрами ОГК. Согласно исследованиям, проведенным ранее, диспропорциональное увеличение ОГК у школьниц коррелятивно связано с изменениями щитовидной железы и дефицитом йода в рационе питания [16; 17].

Вторичные половые признаки (ВПП) являются наиболее информативным показателем полового развития детей в пубертатном периоде и внешним проявлением эндокринных сдвигов, сопровождающих начало, прогрессирование и окончание полового созревания.

Анализ результатов обследования выявил, что в большинстве случаев половое развитие мальчиков г. Амурска соответствует половой формуле  $Ax2P2V1L1F1$ . В то же время, согласно возрастному нормативу, преобладающим должно было быть развитие ВПП –  $Ax3P4V2L2F1$ . Половое развитие 64,51 % мальчиков г. Амурска характеризуется отставанием таких ВПП, как оволосение аксиллярных впадин (Ax) и лобка (P), тембра голоса (V) и роста щитовидного хряща (L), что соответствует возрастной группе 13–14-летних подростков (I стадия) (рис. 1). Возраст появления ВПП зависит от состояния здоровья, питания, климатических условий, генетических особенностей и др. [9]. В то же время у подростков г. Хабаровска (группа сравнения) отставание определено у 39,1 % по одному признаку – P. Отмечено, что 43,5 % мальчиков имеют опережение развития ВПП на 1–2 года в сравнении со своими сверстниками из г. Амурска.

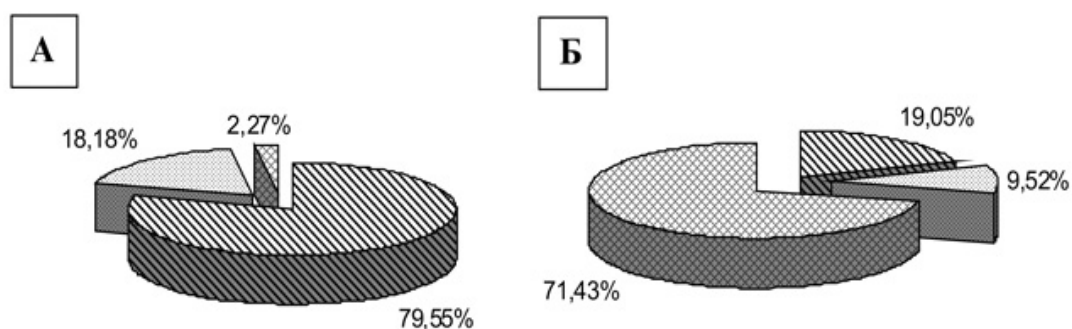





Рис. 1. Группы мальчиков-подростков г. Амурска (А) и Хабаровска (Б), имеющих разный уровень полового развития

Примечание: здесь и далее:  – соответствует нормативному половому показателю;  – ниже норматива;  – выше норматива.

При оценке полового созревания у 79,55 % девочек г. Амурска определена половая формула  $Ax2P2Ma2Me3$ . К 16-летнему возрасту показатель девочек-подростков должен соответствовать  $Ax3P3Ma3Me3$ . Таким образом, у девочек г. Амурска из всех признаков полового развития соответствует пределам возрастного норматива только один – время наступления менархе ( $Me3$ ). Степень полового созревания девочек может быть оценена как II стадия,

т. е., соответствует возрастной группе 13–14-летних. Анализ данных ВПП девочек контрольной группы (г. Хабаровск) выявил у 71,4 % опережение в половом развитии (рис. 2).

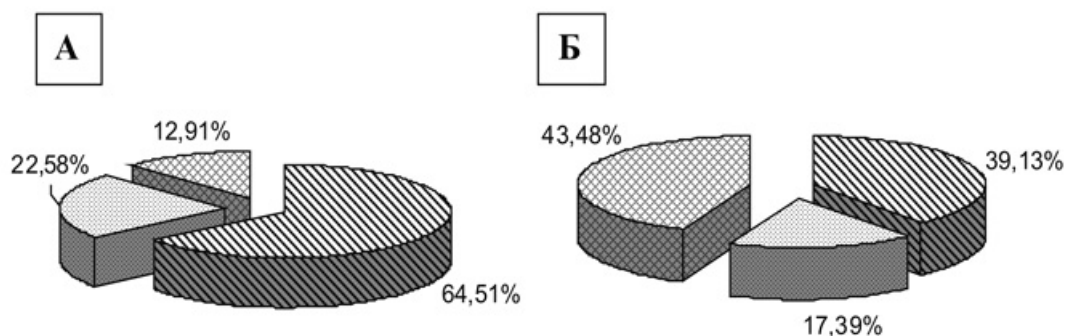


Рис. 2. Группы девочек-подростков г. Амурска (А) и Хабаровска (Б), имеющих разный уровень полового развития

Таким образом, по морфологическому характеру вторичных половых признаков у подростков г. Амурска выявлено отставание на 1–2 года в половом развитии от норматива и характеристик хабаровских школьников.

Нами определены взаимосвязи между ВПП и ФР детей подросткового возраста (рис. 3; 4).

Обнаружены статистически значимые корреляции между показателями ВПП (F) и дисгармоничным физическим развитием у мальчиков г. Амурска (рис. 4). У подростков г. Хабаровска выявлена корреляционная связь таких ВПП, как V, L и F, с уровнем физического развития (рис. 3).

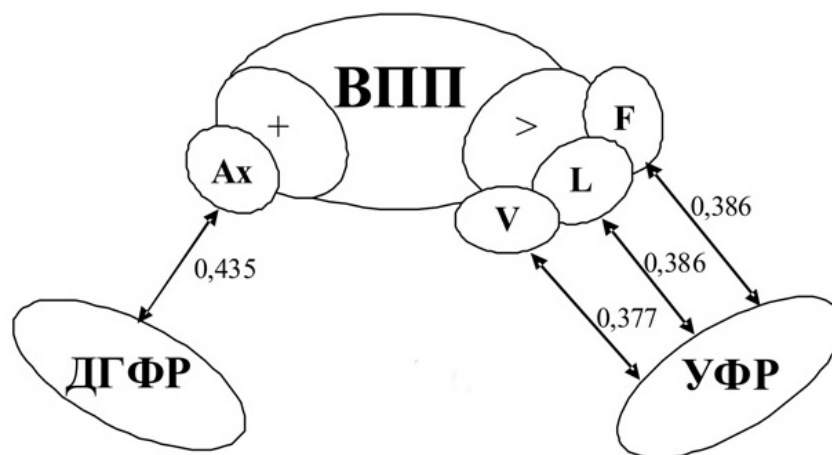


Рис. 3. Корреляционные связи ВПП подростков г. Хабаровска и признаков физического развития  
 Примечание: здесь и далее:  $\longleftrightarrow$  – показаны только достоверные корреляционные связи;  
 ДГФР – дисгармоничное физическое развитие; УФР – уровень физического развития.

У девочек г. Амурска корреляционные взаимосвязи установлены между ВПП (Ax, P) и дисгармоничным физическим развитием (рис. 4). Такая же связь обнаружена у подростков г. Хабаровска (рис. 3). Таким образом, у детей подросткового возраста, проживающих в г. Амурске, определена связь ВПП и ДГФР, независимо от половой группы. Анализ данных на содержание гормонов в СК подростков г. Амурска выявил, что на уровне популяции все показатели находятся в пределах возрастных нормативов (табл. 1; 2; 3).

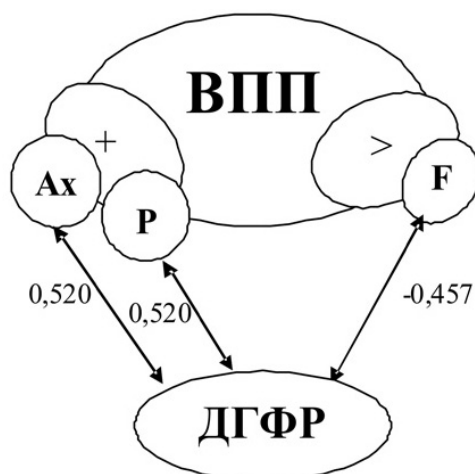


Рис. 4. Корреляционные связи ВПП и признаков физического развития подростков г. Амурска

Однако у 70,5 % мальчиков г. Амурска определено содержание гормонов на уровне нижней границы нормативных пределов (дисфункциональный): ПРЛ –  $143,377 \pm 19,679$  мМЕ/л; ФСГ –  $1,926 \pm 0,279$  мМЕ/л; ЛГ –  $1,590 \pm 0,186$  мМЕ/л. В этой же половой группе концентрация ДГЭА-с в СК на уровне верхней возрастной границы норматива –  $5,435 \pm 0,315$  мкг/мл, является дисфункциональной.

У 61 % подростков-мальчиков г. Хабаровска определена низкая дисфункциональная концентрация таких гормонов, как ФСГ и ЛГ, соответственно  $2,157 \pm 0,57$  мМЕ/л и  $1,489 \pm 0,171$  мМЕ/л.

У 51 % девочек-подростков г. Амурска выявлено низкое дисфункциональное содержание в СК: П –  $1,023 \pm 0,124$  нмоль/л; ПРЛ –  $140,898 \pm 22,604$  мМЕ/л; ФСГ –  $2,886 \pm 0,278$  мМЕ/л и у 75 %: ЛГ –  $2,842 \pm 0,643$  мМЕ/л.

На низком дизадаптивном ( $25,224 \pm 8,123$  пг/мл) и дисфункциональном ( $75,842 \pm 10,541$  пг/мл) уровне выявлено содержание Эс у 40,0 % девочек-подростков. В то же время у 41 % обследуемых подростков содержание ДГЭА-с и К патологически высокое (дизадаптивное), соответственно:  $6,494 \pm 0,286$  мкг/мл и  $578,256 \pm 51,124$  нмоль/л.

Таблица 1

Средние показатели ( $M \pm m$ ) содержания некоторых аденогипофизарных гормонов в сыворотке крови подростков (14–17 лет) г. Амурска и Хабаровска Хабаровского края

Гормоны Группа	Пол	Аденогипофизарные			
		ТТГ $0,23-3,4$ мкМЕ/мл	ЛГ ♂ – $0,8-8,4$ мМЕ/мл ♀ – $0,9-25$ мМЕ/мл	ФСГ ♂ – $1,0-11,8$ мМЕ/мл ♀ – $1,1-20,4$ мМЕ/мл	ПРЛ ♂ – $105-540$ мМЕ/л ♀ – $67-726$ мМЕ/л
г. Амурск	♂	$1,59 \pm 0,10^{**}$	$1,88 \pm 0,18^{***}$	$2,59 \pm 0,27^{***}$	$167,48 \pm 19,67^{**}$
	♀	$1,13 \pm 0,07$	$4,26 \pm 0,73$	$4,07 \pm 0,30$	$272,89 \pm 26,90$
г. Хабаровск	♂	$1,79 \pm 0,11$	$1,86 \pm 0,16^{***}$	$2,71 \pm 0,41^{***}$	$209,83 \pm 19,80^{**}$
	♀	$1,45 \pm 0,18$	$4,78 \pm 0,53$	$4,06 \pm 0,27$	$288,70 \pm 19,35$

Примечание: здесь и далее: достоверность различий показателей мальчиков и девочек представлена:  $p \leq 0,05$  (\*);  $p \leq 0,01$  (\*\*);  $p \leq 0,001$  (\*\*\*)

Содержание Эс в СК у 74 % мальчиков-подростков определено на высоком дизадапционном уровне ( $74,760 \pm 19,67$  пг/мл).

Таблица 2

Средние показатели ( $M \pm m$ ) содержания некоторых глюкокортикоидных и половых гормонов в сыворотке крови подростков (14–17 лет) г. Амурска и Хабаровска Хабаровского края

Гормоны Группа	Пол	Глюко- кортикоиды	Половые			
		К 150-660 нмоль/л	ДГЭА-с ♂ – 1,0-4,2 мкг/мл ♀ – 0,18-3,55 мкг/мл	Т ♂ – 12,1-38, нмоль/л ♀ – 0,2-4,3 нмоль/л	17ОН-ПР ♂ – 0,2-5,3 нмоль/л ♀ – 0,1-7,0 нмоль/л	Эс ♂ – 7,9-52,8 пг/мл ♀ – 38,1-489,6 пг/мл
г. Амурск	♂	416,75 ± 45,45	4,15 ± 0,31	25,06 ± 1,34***	1,86 ± 0,17	49,93 ± 5,21
	♀	494,37 ± 63,15	3,67 ± 0,37	1,50 ± 0,15	1,79 ± 0,15	97,05 ± 11,66
г. Хабар- ровск	♂	515,62 ± 42,59	3,10 ± 0,30	20,91 ± 2,87***	1,96 ± 0,26	167,48 ± 7,07
	♀	626,59 ± 51,20	2,89 ± 0,48	1,92 ± 0,15	2,50 ± 0,40	114,71 ± 11,28

Таблица 3

Средние показатели ( $M \pm m$ ) содержания некоторых тиреоидных гормонов в сыворотке крови подростков (14–17 лет) г. Амурска и Хабаровска Хабаровского края

Гормоны Группа	Пол	Тиреоидные
		сТ <sub>4</sub> 10,0–23,2 нмоль/л
г. Амурск	♂	15,63 ± 0,57
	♀	14,64 ± 0,40
г. Хабаровск	♂	18,74 ± 0,70
	♀	18,96 ± 0,45

В группе сравнения у 80 % девочек-подростков (г. Хабаровск) определен низкий дисфункциональный уровень таких гормонов, как ФСГ и ЛГ ( $3,686 \pm 0,411$  мМЕ/л и  $4,158 \pm 0,156$  мМЕ/л), а у 66 % – содержание Эс –  $76,604 \pm 26,901$  пг/мл.

Таким образом, характеристики гормонального статуса носят дисфункциональный и дизадаптивный характер у 62 % от обследуемых г. Амурска и 56 % подростков обо-его пола г. Хабаровска.

Определены корреляционные связи содержания аденогипофизарных гормонов у мальчиков-подростков г. Амурска с отставанием таких вторичных половых признаков, как Ах и Р, соответственно: ПРЛ –  $r = 0,376$  и  $0,365$ , ФСГ –  $r = 0,421$  и  $0,448$ . В группе сравнения отставание этих же ВПП (Ах и Р) коррелирует с низким содержанием ЛГ и Эс ( $r = 0,418$  и  $0,505$ ;  $r = 0,424$ ).

В среднем у 44,1 % девочек г. Амурска отмечены инверсионные показатели гормонального статуса. Определены корреляции низкого содержания сТ<sub>4</sub> с отставанием таких ВПП, как Ах и Р, соответственно:  $r = 0,547$  и  $r = 0,547$ , что подтверждается литературными данными [15]. В группе сравнения (г. Хабаровск) низкое содержание ЛГ коррелятивно связано с отставанием таких ВПП, как Ах, Р и Ма ( $r = 0,428$ ;  $r = 0,482$  и  $r = 0,616$ ). Выявлена корреляционная связь содержания Эс, найденная на низком дисфункциональном уровне, с отставанием ВПП (Р и Ма), соответственно:  $r = 0,535$  и  $r = 0,598$ .

В результате анализа полученных данных у подростков с дисгармоничным уровнем ФР отмечены нарушения в гормональном балансе организма, что согласуется с литературными источниками [1; 3; 7].

Таким образом, 62 % подростков обеих половых групп г. Амурска и 56 % обследованных в г. Хабаровске имеют в основном низкие инверсионные характеристики гормонального статуса, связанные с отставанием ВПП и физического развития. Отставание в физическом и половом развитии детей подросткового возраста г. Амурска по сравнению с соответствующей возрастной и половой группой г. Хабаровска составляет 2–3 года.

#### Список литературы

1. Болотова Н. В., Райгородская Н. Ю. Задержка полового развития мальчиков // Проблемы эндокринологии, 2009. Т. 55. № 5. С. 19–23.
2. Великанова Л. К. Практические занятия по возрастной физиологии и школьной гигиене / Л. К. Великанова [и др.]. М.: Энергомаш-Рекмод, 1992. С. 11–22.
3. Гречкина Л. И., Соколов А. Я. Индивидуально-типологическая характеристика соматофизиологических показателей у старших школьников г. Магадана // Валеология. 2007. № 3. С. 25–30.
4. Кривошеков С. Г., Гребнева Н. Н. Характеристика морфологических особенностей и функционального состояния организма подростков в условиях адаптации к Северу // Физиология человека. 2000. Т. 26. № 2. С. 93–98.
5. Козлов В. К., Евсеева Г. П. Медико-демографические показатели и состояние здоровья детей в дальневосточном федеральном округе // Актуальные вопросы охраны материнства и детства на современном этапе: материалы I съезда педиатров Дальнего Востока 20–21 мая 2010 г. Хабаровск: Арно, 2010. С. 380.
6. Козлов В. К., Учакина Р. В., Ефименко М. В. Региональные особенности состояния здоровья детей и подростков коренного и пришлого населения в Дальневосточном Федеральном округе // Клинические и фундаментальные аспекты состояния здоровья коренного и пришлого населения в Дальневосточном Федеральном округе. Хабаровск, 2007. С. 3–13.
7. Кучма В. Р., Суханова Н. Н., Семененко Т. А. и др. О связи физического развития и иммунного статуса детей и подростков // Гигиена и санитария. 1996. № 2. С. 17–19.
8. Литвин Ю. М. Адаптивные реакции структурно-функционального статуса организма подростков, проживающих в зоне техногенного загрязнения // Здоровье и образование в XXI веке. Инновационные технологии в биологии и медицине: сб. науч. тр. X Междунар. конгресса. М.: РУДН, 2009. С. 325–327.
9. Нарбут Н. А. Экологические проблемы региона: Хабаровский край: курс лекций. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2006. С. 32–35.
10. Румянцев Г. И., Прохоров Н. И., Новиков С. М. Гигиена / под ред. Г. И. Румянцева. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. С. 221–285, 439.
11. Соколов А. Я., Заводчикова Ю. В. Уровень физического развития и типы телосложения девочек и мальчиков Магадана 7–10 лет // Гигиена и санитария. 2009. № 3. С. 86–88.
12. Учакина Р. В., Козлов В. К., Ефименко М. В. Состояние здоровья детей коренных национальностей Приамурья // Вопросы современной педиатрии. 2005. Т. 4. Прил. 1: Пути повышения эффективности медицинской помощи детям. С. 235.
13. Фараджева К. Я. Таблицы и методика оценки основных показателей физического развития школьников. Баку, 1962. С. 42.
14. Хрисанфова Е. Н. Конституция и биохимическая индивидуальность человека. М., 1990.
15. Холодова Е. А., Бойко Ю. Н., Гиткина Л. С. Справочник по клинической эндокринологии. Минск: Беларусь, 2004. С. 542.
16. Целых Е. Д. Моделирование витальных факторов среды, определяющих состояние здоровья подростков Хабаровского края. Хабаровск: Изд-во ДВГГУ, 2008. С. 165.
17. Целых Е. Д., Романенкова О. В. Мониторинг содержания йода в рационе питания населения Хабаровского края и Еврейской автономной области // Экология России и сопредельных территорий. Новосибирск: НГУ, 2005. С. 148–149.
18. Целых Е. Д., Окладникова О. В. Определение стандарта физического развития студентов ХГПУ как часть валеолого-диагностического эксперимента // Здоровье студентов: биологический, психологический и социальный уровни. Хабаровск: ХГПУ, 1999. С. 103–106.
19. Crowne E. C., Shalet S. M., Wallace W. H., Eminson D. M., Price D. A. Final height in boys with untreated constitutional delay in growth and puberty // Arch. Dis. Child. 1990. Vol. 65. P. 1109–1112.