

# ЛОНГИТУДИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ Г. ГОМЕЛЯ В ПЕРИОД ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

В.А. Мельник

*Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет»,  
Гомель, Республика Беларусь*

*Цель исследования – индивидуализировать определение характера трансформаций типа телосложения среди городских школьников в период полового созревания.*

*Материалом для исследования послужили результаты комплексного морфофункционального обследования городских школьников в период их полового созревания на протяжении 2010–2014 гг. Было проведено ежегодное повторное исследование одних и тех же детей (лонгитудинальный метод). Обследовано 38 мальчиков в возрасте с 13–17 лет и 51 девочка в возрасте 10–14 лет. Определение соматотипической принадлежности осуществлялось по новой количественной схеме, разработанной И.И. Саливон и Н.И. Полиной [Саливон, Полина, 2003].*

*На примере лонгитудинального исследования учащихся средних школ г. Гомеля впервые удалось индивидуализировать определение характера трансформаций типа телосложения в пубертатный период у мальчиков и девочек, отразившегося на изменении частот встречаемости соматотипических вариантов к завершению процесса полового созревания. Анализ ежегодного наблюдения за учащимися средних школ г. Гомеля в период их полового созревания на протяжении пяти лет позволил установить, что у школьников обеих половых групп в пубертатный период развития происходит статистически значимое ( $p < 0,05$ ) увеличение доли гиперсомных вариантов телосложения и снижение лептосомных. При этом обусловленная изменением гормонального статуса половая дифференциация формирования соматических особенностей проявилась в том, что прирост процента гиперсомных вариантов телосложения среди мальчиков происходит за счет нарастания мышечной массы, а среди девочек – за счет увеличения подкожного жировоголожения на туловище и конечностях.*

*Анализ индивидуальной динамики типов телосложения в процессе полового созревания и гормональной перестройки среди мальчиков и девочек позволил выявить, что переходы одних вариантов телосложения в другие в течение одного года чаще происходили в пределах смежных соматотипов (например, мезолептосомные превращались в мезосомные; либо мезосомные – в мезогиперсомные и т.д.). По достижению половой зрелости, школьники возвращались к исходному, характерному для допубертатного периода онтогенеза, соматотипу. Лишь у 5% мальчиков и девочек происходили существенные изменения типа телосложения.*

*Ключевые слова: антропология, ауксология, школьники, соматотип, возрастные изменения типа телосложения*

## Введение

Вопросы конституции человека находятся в сфере интересов как теоретической, так и практической биологии и медицины. Привычные и традиционные методы антропометрического анализа при этом с успехом дополняются высокотехнологичными методами исследования: биоимпедансометрией, компьютерной оптической топографией и др. [Панасюк, 2003; Мартиросов с соавт., 2006], позволяя объективно оценить компонентный состав тела человека и другие его анатомические характеристики.

Конституциональный анализ, как показывает практика, позволяет выявить связи соматотипа с разной реактивностью организма. Многочисленными исследованиями показана взаимосвязь между особенностями телосложения и обменом веществ, эндокринными показателями, индивидуально-психологическими качествами личности [Изаак с соавт. 2002; Саливон, 2010; Godina, 2008].

Развитие конституциологии в последние столетия шло сложными путями, переживало подъёмы и спады, обусловленные как объективными, так и субъективными причинами. Проблема конституциологии принадлежит к числу наиболее дискуссии-

онных, что отчасти связано с многозначностью и недостаточной определенностью самого понятия «конституция» [Тегако, 2010].

Формирование типа телосложения человека относится к наиболее дискуссионным вопросам на каждом этапе разработки учения о конституции, которое постоянно дополняется и уточняется. В современной антропологии конституция определяется как «достаточно стабильная комплексная биологическая характеристика человека, генетически детерминированный вариант адаптивной нормы, отражающий реактивность и резистентность организма к факторам внешней и внутренней среды» [Саливон, 2011].

Диагностика типа телосложения (соматотипа) – важный этап работы при решении задач медицинской антропологии. Представление о типе телосложения человека, как относительно (условном) генетическом маркере, позволяющем судить о комфортном для данного человека уровне физической нагрузки в производственной или спортивной деятельности, прогнозировать возможность развития и особенности протекания патологических процессов у конкретного пациента, достаточно прочно вошло в теоретические построения спортивных и медицинских антропологов.

Одним из наиболее эффективных методов изучения индивидуальной изменчивости типа телосложения (соматотипа) как уникальной совокупности унаследованных генотипических свойств, реализованных в фенотипических особенностях каждого человека, является длительное наблюдение за одним и тем же человеком (лонгитудинальное исследование).

Цель данного исследования – индивидуализировать определение характера трансформаций типа телосложения среди городских школьников в период полового созревания.

## Материал и методы

С целью изучения половозрастной изменчивости процентного распределения соматотипов среди городских школьников в период полового созревания на протяжении 2010–2014 гг. было проведено ежегодное повторное исследование одних и тех же детей (лонгитудинальный метод): мальчиков в возрасте 13–17 лет (38 человек) и девочек в возрасте 10–14 лет (51 человек). Антропометрические обследования школьников выполнены при непосредственном участии автора и поддержке сотрудников кафедры анатомии человека УО «Гомельский государственный медицинский уни-

верситет» (Республика Беларусь). Все исследования проводились с письменного согласия родителей, разрешения Управления здравоохранения «Гомельского областного исполнительного комитета», а также на основании заключенных договоров о сотрудничестве между УО «Гомельский государственный медицинский университет» и средними образовательными школами № 21, 56 и 58 г. Гомеля.

Определение соматотипической принадлежности осуществлялось по новой количественной схеме «Способ количественной оценки типов телосложения по комплексу антропометрических показателей», разработанной и внедренной в практическую деятельность группой белорусских ученых [Саливон, Полина, 2003]. На основании данной методики были разработаны шкалы балловых оценок, включенных в схему пяти антропометрических показателей для 11-ти возрастных групп отдельно для мальчиков и девочек в интервале 7–17 лет [Мельник, Саливон, 2013]. В соответствии с данной методикой тип телосложения человека определяется по балловой оценке пяти показателей:

- 1) средняя арифметическая величина (мм) четырех кожно-жировых складок в местах наибольшей выраженности признака (на задней поверхности плеча в средней его трети, на передней поверхности бедра в верхней его трети, под лопаткой, на животе на уровне пупка) – СКЖС4;
- 2) средняя арифметическая величина от суммы поперечных диаметров эпифизов (мм) плеча (локоть) и бедра (колени) – СДЭПБ;
- 3) средняя арифметическая величина от суммы обхватов (мм) в самом узком месте нижней трети предплечья (над запястьем) и голени (над лодыжками) – СОБПрг;
- 4) индекс весо-ростовой – ИВР;
- 5) индекс формы грудной клетки – ИФГК.

Чтобы рассчитать индивидуальные значения этих показателей проводилось антропометрическое обследование, которое включало двенадцать количественных признаков: длина и масса тела; поперечный и продольный диаметры грудной клетки; толщина четырех кожно-жировых складок (на дорзальной стороне средней трети плеча, на передней поверхности бедра в верхней его трети, под лопаткой и на животе на уровне пупка); обхваты в наиболее узких местах предплечья (над запястьем) и голени (над лодыжками); ширина эпифизов плеча (локоть при согнутой руке) и бедра (колени в положении сидя) [Бунак, 1941].

Методика предусматривает выделение трех основных вариантов телосложения (соматотипов):

астенизированного лептосомного (АстЛ), мезосомного (М) и адипозного гиперсомного (АдГ), а также четырех переходных – лептосомного (Л), мезолептосомного (МЛ), мезогиперсомного (МГ) и гиперсомного (Г).

Статистическая обработка осуществлялась с использованием пакетов компьютерных программ «Microsoft Excel 2007» и «Statistica 7.0. Для определения уровня различий в частотах встречаемости качественных признаков применен непараметрический критерий  $\chi^2$  Пирсона. Значение  $p < 0,05$  считалось надежной границей статистической значимости [Гланц, 1999].

## Результаты и обсуждение

Пубертатный этап развития человека начинается с гипоталамической активации гипофиза, в свою очередь влияющего на гонады, и заканчивается достижением репродуктивной способности, формированием габитуса и состава тела взрослого человека [Хрисанфова, 2005; Marshall, 1986; Bogin, 1999]. Половые гормоны вызывают многие важные сдвиги в морфофункциональной организации подростка [Бец, 1974]. В частности, мужские половые гормоны оказывают анаболическое действие на развитие скелета и мышечной ткани и катаболический эффект на жировой обмен. Женские половые гормоны оказывают анаболический эффект на жировой обмен.

Половое созревание вносит важный вклад в формирование морфологических и функциональных особенностей мужского и женского организма, т.е. в проявление полового диморфизма [Преесе, 1992].

### *Возрастная динамика типов телосложения мальчиков в период полового созревания*

В результате анализа полученных данных установлено, что в возрасте 13 лет при вступлении мальчиков в период полового созревания среди них не наблюдалось вариантов телосложения АстЛ (табл. 1, рис. 1). С одинаковой частотой (по 13,2%) встречались мальчики с Л и МГ соматотипами. При этом преобладали варианты МЛ (31,6%). На 2,7% меньше по сравнению с МЛ выявлено школьников с соматотипом М. Мальчики с гиперсомными соматотипами (Г – 7,9% и АдГ – 5,2%) в 13-летнем возрасте выявлялись чаще, чем с лептосомными.

**Таблица 1. Половозрастная динамика процентного распределения соматотипов среди мальчиков г. Гомеля в период полового созревания**

Возраст, лет	Соматотип						
	АстЛ	Л	МЛ	М	МГ	Г	АдГ
13		13,2	31,6	28,9	13,2	7,9	5,2
14		10,5	23,7	26,3	15,8	10,4	7,9
15	2,6	10,5	15,8	31,6	15,8	10,4	7,9
16	2,6	7,9	13,2	34,2	21,1	13,2	5,2
17	5,2	5,2	10,4	39,5	21,1	13,2	5,2

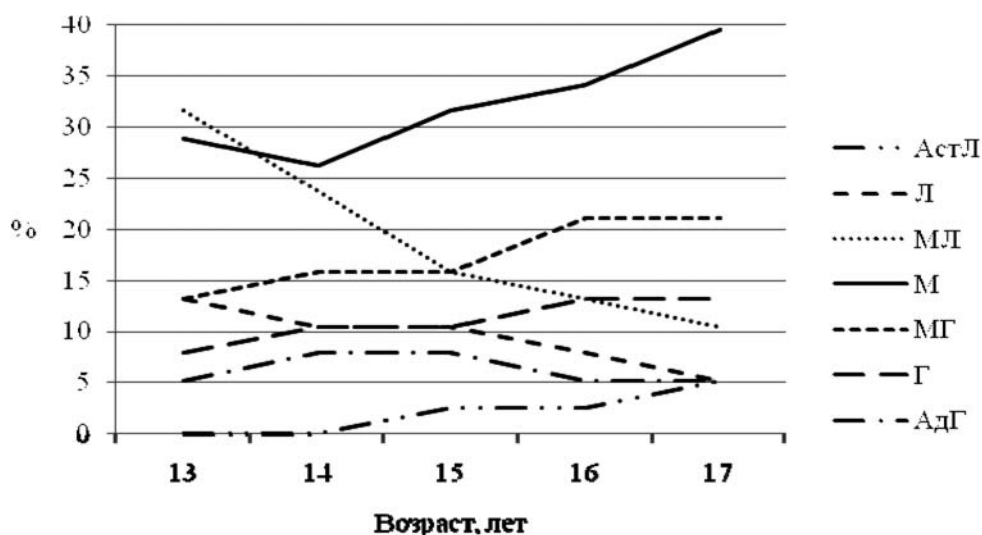


Рис. 1. Возрастная изменчивость процентного распределения соматотипов среди мальчиков г. Гомеля в период полового созревания

В возрасте 14 лет нами установлено снижение числа мальчиков с лептосомными типами телосложения (также отсутствовали АстЛ мальчики) на фоне увеличения школьников с гиперсомными типами. В связи с тем, что ранее нами была выявлена отрицательная динамика толщины подкожного жира у мальчиков 11–15 лет, можно полагать, что в данной возрастной группе школьников изменение их телосложения связано с интенсификацией увеличения костной и мышечной массы тела [Мельник, 2014].

Анаболическое влияние мужских половых гормонов способствует увеличению массы скелетной мускулатуры и формированию характерного для мужчин телосложения. Именно поэтому с 15 лет начинает доминировать мезосомный вариант, сокращается количество лептосомных вариантов Л и МЛ, а с 16 лет частота варианта МГ увеличивается до 21,1% (вместо 13,2–15,8%), начиная с 14 лет немного увеличивается доля варианта Г (от 7,9 до 10,4%), а с 16 лет – до 13,2%. На протяжении рассматриваемого онтогенетического периода остается относительно стабильной частота типов с повышенным жиротложением (АдГ – от 5,2 до 7,9%). С 15 лет среди мальчиков изредка встречается вариант АстЛ (от 2,6 до 5,2%).

К 15 годам на фоне сохранения численности мальчиков с гиперсомными соматотипами произошло еще большее снижение процента учащихся с МЛ телосложением и увеличение мезосомных (табл. 1, рис. 1). Снижение количества жировой массы у мальчиков к 15-летнему возрасту, вызванное катаболическим действием на липидный обмен тестостерона и, особенно, соматотропного гормона, привело в некоторых случаях к формированию варианта АстЛ (2,6%).

В группе 16-летних мальчиков прослеживается тенденция к увеличению частоты встречаемости варианта М и снижению числа с лептосомными вариантами телосложения. Кроме того, выявлено снижение процента мальчиков АдГ до уровня, характерного для 13-летних, и увеличение МГ и Г соматотипов.

К 17 годам, т.е. к окончанию периода полового созревания (о чем свидетельствуют данные полученные ранее) [Мельник, 2014], на фоне стабилизации численности мальчиков с гиперсомными типами телосложения (МГ, Г, АдГ) наблюдается рост процента школьников с соматотипами АстЛ и М и снижение количества учащихся с вариантами Л и МЛ.

Анализ индивидуальной возрастной динамики типов телосложения у мальчиков показал, что в процессе полового созревания во внутригруп-

повом распределении наблюдается тенденция сдвига вправо за счет увеличения количества более крупно сложенных индивидуумов с хорошим развитием скелета и скелетных мышц. При этом в течение одного года чаще происходил переход предшествующих типов телосложения в смежные варианты (например, МЛ – в М; М – в МГ и т.д.).

За весь период полового созревания у 5% мальчиков произошли более существенные изменения соматотипа (например, МЛ превращался в МГ или МГ – в АдГ). Чаще, по достижению половой зрелости, школьники возвращаются к исходному соматотипу, характерному для допубертатного периода онтогенеза. Следовательно, конституциональные особенности телосложения человека являются динамической, генетически детерминированной структурой, которая может претерпевать изменения в процессе онтогенеза под воздействием факторов внешней и внутренней среды в пределах адаптивной нормы.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что у городских мальчиков в период полового созревания выявлено нарастание частот гиперсомных типов телосложения. На фоне статистически значимого снижения количества лептосомных вариантов сложения у мальчиков в возрасте 13–17 лет отмечается существенное повышение процента мезосомных типов телосложения ( $p < 0,05$ ). Изменение типа телосложения мальчиков в период полового созревания происходит в узких пределах преимущественно в сторону мезосомии.

#### *Возрастная динамика типов телосложения девочек в период полового созревания*

Период полового созревания девочек в соответствии с общебиологическими закономерностями их развития начинается на несколько лет раньше по сравнению с мальчиками. В связи с этим, а также учитывая данные, полученные нами по срокам полового созревания девочек [Мельник, 2014], возрастная динамика соматотипов школьниц рассматривалась в интервале 10–14 лет.

Анализ полученных данных показывает, что в начальном периоде полового созревания девочек значительное их количество относится к лептосомным вариантам телосложения (АстЛ – 3,9%, Л – 17,6% и МЛ – 23,5%). В возрасте 10 лет среди школьниц гиперсомные соматотипы (МГ – 15,6%; Г – 7,8%) встречаются реже по сравнению с противоположными им Л и МЛ. У 23,5% 10-летних девочек установлен мезосомный соматотип (табл. 2, рис. 2).

**Таблица 2. Половозрастная динамика процентного распределения соматотипов среди девочек г. Гомеля в период полового созревания**

Возраст, лет	Соматотип						
	АстЛ	Л	МЛ	М	МГ	Г	АдГ
10	3,9	17,6	23,5	23,5	15,6	7,8	7,8
11	5,9	15,6	19,6	23,5	17,6	9,8	7,8
12	5,9	11,8	19,6	27,5	19,6	9,8	5,9
13	5,9	9,8	15,6	31,4	19,6	11,8	5,9
14	3,9	7,8	15,6	29,4	21,6	13,7	7,8

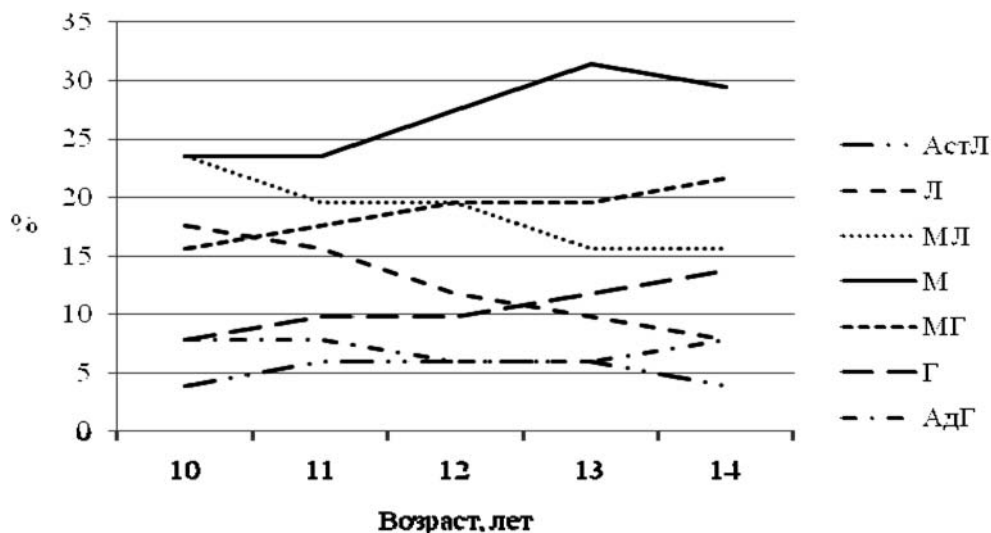


Рис. 2. Возрастная изменчивость процентного распределения соматотипов среди девочек г. Гомеля в период полового созревания

У девочек на липидный обмен оказывает анаболический эффект нарастание уровня эстрогенов. Именно по этой причине, начиная с 11 лет, среди школьниц на фоне снижения процента Л и МЛ соматотипов (до 15,6 и 19,6% соответственно) зафиксировано увеличение на 2% противоположных им типов телосложения (Г и МГ). При этом процент М и АдГ вариантов телосложения остается на постоянном уровне.

Тенденция к снижению численности лептосомных соматотипов и увеличения процента гиперсомных прослеживалась до окончания периода полового созревания девочек (14 лет). Однако в отличие от мальчиков, у которых сдвиг в сторону гиперсомии происходит за счет интенсификации нарастания костной и мышечной массы на фоне снижения подкожного жиротложения, у девочек в соответствии с изменением гормонального статуса в период полового созревания отмечается существенное увеличение подкожного жиротложения на туловище и конечностях [Мельник, 2014]. Следовательно, рост количества гиперсомных школьниц связан в большей степени с повышением

в компонентном составе их тела доли жировой массы, обусловленным нарастанием уровня секреции эстрогенов. При этом к 14 годам на 2% уменьшается доля девочек с соматотипом М и увеличивается (также на 2%) – с МГ, Г и АдГ (рис. 2).

Анализ индивидуальной изменчивости типов телосложения в период полового созревания показал, что у девочек, как и у мальчиков, переходы одних вариантов в другие в течение одного года чаще происходят в пределах смежных вариантов.

## Заключение

Таким образом, на примере лонгитудинального исследования учащихся средних школ г. Гомеля впервые удалось индивидуализировать определение характера трансформаций типа телосложения в пубертатный период у мальчиков и девочек, отразившегося на изменении частот встречаемости соматотипических вариантов к завершению процесса полового созревания.

Анализ ежегодного наблюдения за учащимися средних школ г. Гомеля в период их полового созревания (10–14 лет у девочек и 13–17 у мальчиков) на протяжении пяти лет позволил установить, что у школьников двух половых групп в пубертатный период развития происходит статистически значимое ( $p < 0,05$ ) увеличение доли гиперсомных вариантов телосложения и снижение лептосомных. При этом обусловленная изменением гормонального статуса половая дифференциация формирования соматических особенностей проявляется в том, что прирост процента гиперсомных мальчиков происходит за счет интенсивного нарастания костной и мышечной массы, а гиперсомных девочек – преимущественно за счет увеличения подкожного жира отложения на туловище и конечностях.

Анализ обусловленной перестройкой гормонального статуса индивидуальной изменчивости типов телосложения в период полового созревания мальчиков и девочек позволил установить, что переходы одних вариантов телосложения в другие в течение одного года чаще происходят в пределах смежных соматотипов (например, МЛ превращался в М; либо М – в МГ и т.д.). По достижению половой зрелости, чаще всего, телосложение у таких школьников возвращается к исходному, характерному для допубертатного периода онтогенеза, соматотипу. Лишь у 5% мальчиков и девочек происходили существенные изменения типа телосложения.

## Библиография

Бец Л.В. Эстрогенная активность организма у девочек пубертатного возраста // Вопросы антропологии, 1974. Вып. 48. С. 136–141.  
Бунак В.В. Антропометрия. М.: Учпедгиз, 1941.  
Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1999.

Изаак С.И., Тамбовцева Р.В., Панасюк Т.В. Наследственная обусловленность соматотипа и ее реализация в онтогенезе // Материалы IV Междунар. конгр. по интегративной антропологии. СПб., 2002. С. 272–275.  
Мартыросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. М.: Наука, 2006.

Мельник В.А., Саливон И.И. Методика определения типов телосложения детского населения по комплексу антропометрических показателей: Учеб.-метод. пособие. Гомель: Изд-во ГомГМУ, 2013.

Мельник В.А. Морфофункциональные показатели физического развития школьников в перипубертатный период: монография. Гомель: Изд-во ГомГМУ, 2014.

Панасюк Т.В. Становление соматотипа человека в перипубертатный период жизни и его влияние на ростовые процессы // Антропология на пороге III тысячелетия: Материалы конф. М., 2003. Т. 2. С. 644–652.

Саливон И.И., Полина Н.И. Количественный подход к определению типов телосложения у школьников. Минск: Технопринт, 2003.

Саливон И.И., Полина Н.И. Телосложение школьников Беларуси в городах разного уровня урбанизации на рубеже XX и XXI вв. // Актуальные вопросы антропологии. Минск: Беларуская навука, 2010. Вып. 5. С. 195–207.

Саливон И.И. Изменения физического типа населения Беларуси за последнее тысячелетие. Минск: Беларуская навука, 2011.

Тегакко Л.И. Конституция, индивидуальность, здоровье и характер человека. Минск: Беларуская навука, 2010.  
Хрисанфова Е.Н., Перевозчиков И.В. Антропология: Учебник. М.: Изд-во МГУ: Наука, 2005.

Bogin V.A. Patterns of human growth. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1999.

Godina E. Secular trends in anthropometry // Human Diversity: design for life: 9<sup>th</sup> International Congress of Physiological Anthropology. Proceedings. Delft, the Netherlands, 2008. P. 43–47.

Marshall W.A., Tanner J.M. Puberty // Human growth. New York: Plenum, 1986. P. 171–209.

Preece M.A., Pan H., Ratcliffe S.G. Auxological aspects of male and female puberty // Acta Paediatr., 1992. Vol. 81. P. 11–13.

Контактная информация:

Мельник Виктор Александрович: e-mail: melnik76@tut.by.

## LONGITUDINAL STUDY OF BODY TYPES IN SCHOOLCHILDREN OF GOMEL AT PUBERTY

V.A. Melnik

*Educational institution «Gomel State Medical University», Belarus*

*The aim of research is to individualize determination of the nature of transformation of somatotypes among city schoolchildren at puberty.*

*The material for research was results of the complex morphofunctional survey of city schoolchildren at puberty over 2010–2014. Repeated annual surveys of the same children, of them 38 boys aged 13–17 and 51 girls aged 10–14 (longitudinal method) were carried out. Typical somatic types were determined by means of a new qualitative scheme developed I.I. Salivon and N.I. Polina [Salivon, Polina, 2003].*

*By the example of the longitudinal study of schoolchildren of Gomel secondary schools for the first time we managed to individualize the definition of the character of body type deformations in boys and girls at puberty, which was reflected in changing of prevalence of typical somatic variants until the puberty process was over.*

*The analysis of the annual survey of the children studying at secondary schools of Gomel at puberty (girls at the age 10–14 and boys at the age 13–17) over 2010–2014 revealed that the schoolchildren of both the gender groups at pubescence observed a statistically significant ( $p < 0.05$ ) increase of hypersomic body types and decrease of leptosomic ones. At the same time, the sexual differentiation associated with changes in hormone status forming somatic peculiar features showed that the increased percentage of hypersomic boys was at the expense of muscular mass growth and that in girls – due to the increase in subcutaneous adipopexis in body and limbs.*

*The analysis of individual dynamics of body types at puberty and hormonal reorganization in boys and girls shows that transitions of some body types into others during a year happen more often within the limits of adjacent somatotypes (for example, mesoleptosomic types turn mesosomic; or mesosomic turn mesohypersomic etc.). When the schoolchildren reached puberty, they returned to the initial somatotype which was characteristic for ontogenesis before puberty. Only 5% boys and girls detected significant changes in body types.*

*Keywords: anthropology, auxology, schoolchildren, somatotype, body type deformations at puberty*