

АНАЛИЗ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГОРМОНАЛЬНОГО СТАТУСА В СВЯЗИ С БИОЛОГИЧЕСКИМ ВОЗРАСТОМ И КОНСТИТУЦИЕЙ ЧЕЛОВЕКА (В ПУБЕРТАТНОМ ВОЗРАСТЕ)

ANALYSIS OF INDIVIDUAL VARIABILITY IN THE HORMONAL STATUS IN CONNECTION WITH BIOLOGICAL AGE AND CONSTITUTION OF MAN (AT PUBERTY)

E. Titova
E. Savostyanova
E. Savchenko
N. Sarycheva
E. Anokhina

Summary. One of the most topical problems of auxology and constitucionales biology is individual typological specifics of growth processes in connection with General somatic development and Constitution. The pace of individual development represent fundamental biological characteristics of the human body, and their obvious changes (acceleration and retardation) estimate.

Keywords: endocrine formula, pubertal age, morphological and hormonal status and hormonal profile.

Титова Елена Петровна

К.б.н., доцент РУДН, Москва, РФ
elpetat@yandex.ru

Савостьянова Евгения Борисовна

К.б.н., профессор,
Российский Государственный Университет
Физической Культуры, Спорта,
Молодёжи и Туризма, Москва, РФ
elpetat@yandex.ru

Савченко Елена Леонидовна

Ст. преп., Российский Государственный Университет
Физической Культуры, Спорта, Молодёжи и Туризма,
Москва, РФ
elpetat@yandex.ru

Сарычева Наталья Николаевна

Ст. преп. РУДН, Москва, РФ
sarycheva_nn@pfur.ru

Анохина Елена Владимировна

Ст. преп. РУДН, Москва, РФ
anokhina_ev@pfur.ru

Аннотация. Одной из наиболее актуальных проблем современной аукологии и конституциональной биологии является индивидуально-типологическая специфика ростовых процессов в связи с общими соматическим развитием и конституцией. Темпы индивидуального развития представляют собой фундаментальную биологическую характеристику организма человека, а их выраженные сдвиги (акселерация и ретардация) оцениваются как фактор риска в ходе нормального онтогенеза.

Ключевые слова: эндокринная формула, пубертатный возраст, морфо-гормональный статус, гормональный профиль.

Введение

В современной антропологии конституция человека правомерно рассматривается в качестве основной биологической характеристики целостного организма, а проблема изучения реальной биохимической основы конституциональных типов, исходящая из того, что за разными вариантами нормы скрываются различные способы адаптации организма к условиям среды. Специфические сочетания скоростей роста на протяжении перипубертатного периода способствуют формированию разнообразных морфофенотипов, в которых отражён полиморфизм телосложения.

К многочисленным факторам, наиболее эффективно влияющим на дифференциацию как темпов развития, так и соматического статуса, несомненно, принадлежат гормоны.

Методы и организация исследований

В настоящем исследовании применен биотипологический подход к анализу индивидуальной изменчивости гормонального статуса в зрелом пубертасе мужчин.

Для решения этой задачи мы придерживались следующих методических предпосылок:

Таблица 1. Основные соматотипы 15-летних мальчиков

Признаки	Типы				
	Астеноидный n=24	Торакальный n=26	Мускульный n=30	Дигестивный n=15	M±m(M) n=100
Основная формула телосложения	M _{1,4} E _{1,5}	M _{1,9} E _{2,1}	M _{2,5} E _{2,0}	M _{2,0} E _{2,7}	M _{1,9} E _{1,9}
Показатель андроморфии*	79,7	85,0	87,6	82,4	84,120
Формула полового развития	P _{2,8} Ax _{2,1}	P _{3,1} Ax _{2,3}	P _{3,2} Ax _{2,8}	P _{3,3} Ax _{2,4}	P _{3,2} Ax _{2,4}
Тестостерон, нг/мл	1,03	0,93	1,20	0,88	1,09±0,42
Эстрадиол, пг/мл	38,5	27,1	29,6	25,4	29,0±15,0
Прогестерон, нг/мл	0,13	0,11	0,11	0,15	0,13±0,08
СТГ, нг/мл	1,51	1,23	1,68	1,12	1,45±1,08
Кортизол, нг/мл	126,0	120,2	132,6	108,0	124,5±49,4

* утроенная ширина плеч минус ширина таза

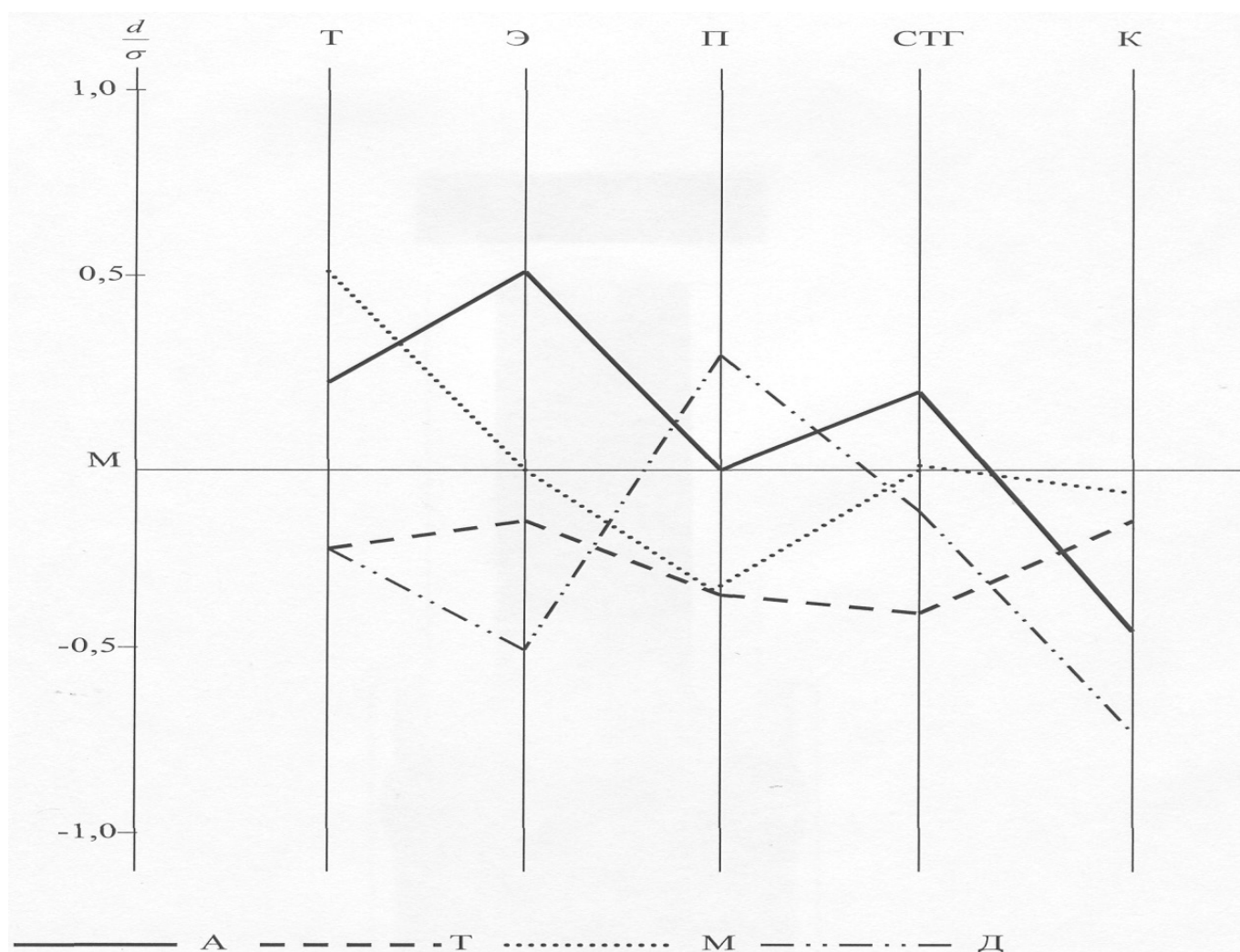


Рисунок 1. Эндокринограмма конституциональных типов при среднем и ускоренном развитии (вариант С+А)

1) выбор периода онтогенеза, характеризующегося достаточно чёткими взаимосвязанными сдвигами в гормональном и соматическом статусе;

2) необходимость максимального сужения хронологического интервала при достаточной численности и этнической однородности обследованного контингента лиц;

3) проведение предварительного анализа дополнительной внутри- и межиндивидуальной изменчивости наиболее изученным гормональным показателям;

4) Выбран ряд гормонов — наиболее информативных для этого возраста: половые гормоны и СТГ — ведущие анаболические факторы роста и развития в пубертатном периоде, кортизол — их антагонист.

Обследована группа из 100 здоровых юношей в возрастном интервале 14 лет 9 месяцев — 15 лет 6 месяцев (т.е. в интервале меньше годового, обычно принятого в антропологических работах для этого периода онтогенеза).

Применялись разные методы конституциональной диагностики (соматометрическая, соматоскопические).

Оценка содержания гормонов в плазме и (тестостерон, эстрадиол, прогестерон, СТГ, кортизол) осуществлялась радииммунологическим методом. Репрезентативность однократного определения гормонов подтверждена данными продольного месячного наблюдения индивидуального гормонального профиля в группе из 10 юношей: коэффициенты корреляции однократного и ежедневного (по результатам пяти определений) гормональных показателей достоверны во всех случаях [1].

Учитывались: социальная однородность группы, сезонность, режим дня, питания, степень физической нагрузки. Применялись различные методы конституциональной диагностики (соматометрические и соматоскопические).

В качестве наиболее информативного критерия биологического возраста нами использована формула полового развития. Хорошо известно, что и основная формула и, прежде всего, показатель Р (пубальное оволосение) реально и тесно коррелируют со стадиями полового созревания, а также со скелетным возрастом (коэффициент корреляции порядка +0,6–+0,7 в указанном возрастном интервале).

При выделении соматотипов использовалась соматометрическая программа из 30 признаков, характеризую-

щих соотношения компонентов сомы, пропорции тела, физическое развитие (длина и вес тела, обхват грудной клетки, её сагиттальный и поперечный диаметры, ширина плеч и таза, длина руки, ноги и туловища, 4 эпифизарных диаметра, 4 обхватных размера конечностей и 12 кожно-жировых складок на туловище, конечностях и животе). Проведено ранжирование каждого из этих показателей на основе величины среднего квадратического отклонения по 3-бальной шкале с выделением вариантов: среднего (балл 2), в пределах $M \pm 0,67\sigma$; высокого (балл 3), больше $M + 0,67\sigma$ и низкого (балл 1), менее $M - 0,67\sigma$.

Полученные данные подвергались стандартной статистической обработке. Вычислялись для морфологических и гормональных признаков общепринятые статистические параметры — средняя, среднее статистическое отклонение, коэффициент вариации и их ошибки, а также коэффициенты асимметрии и эксцесса. В работе применялся аппарат корреляционного и дисперсионного анализа.

Результаты исследования и обсуждение

В табл. 1 и на рис. 1 приведены гормональные характеристики основных конституциональных типов.

Сопоставление эндокринограмм рис. 2 позволяет обосновать следующие положения: в пределах каждого соматотипа существует некоторая общая компонента изменчивости, зависящая от степени полового развития. Это, прежде всего, повышение тестостерона и снижение кортизола в соответствии с градиентом биологического возраста. При выделении 3-х вариантов полового развития: ретардированного, среднего и акселерированного различия в крайних типах, то есть акселерированном и ретардированном, по уровню кортизола достоверны во всех случаях ($P \leq 0,05$); по уровню тестостерона достоверны везде, кроме торакального типа ($P \leq 0,05$); особенно велики они у юношей ретардированного (M_1) и акселерированного (M_3) мускульного типа ($P \leq 0,001$). Во всех сопоставлениях четко выявляется антагонизм тестостерона и кортизола.

При сравнении эндокринограмм разных соматотипов при одном и том же биологическом возрасте можно предположительно выделять и те их особенности, которые отражают специфические конституциональные различия в гормональном статусе.

Все различия с другими соматотипами по этому показателю достоверны не только по общим средним значениям ($P \leq 0,005-0,001$), но и в большей части сопоставлений в пределах одного и того же биологиче-

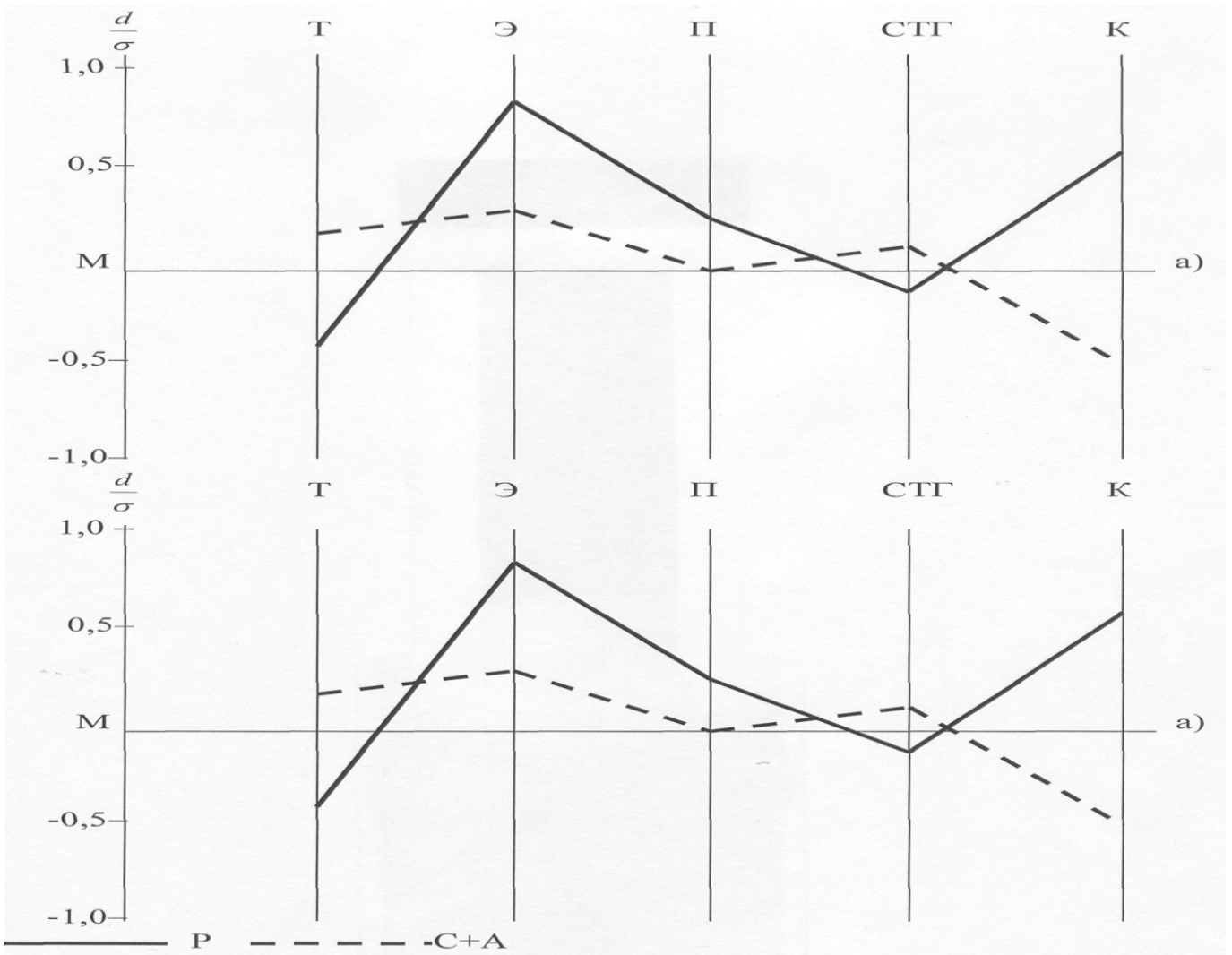


Рисунок 2. Эндокринограммы Р и С+А вариантов биологического возраста при одном и том же соматотипе: а) астеноидный тип конституции; б) торакальный тип конституции; Р — ретардированный вариант полового развития; С+А — среднее и акселерированное развитие.

ского возраста. Так, например, при формуле P_3Ax_3 $P \leq 0,05-0,001$ во всех случаях. Типичность астеноидного типа выявляется и по индексу эстрадиол-тестостерон — наибольшему изо всех при среднем половом развитии. Возможно, что «слабость» телосложения астеноидного типа в известной степени объясняется воздействием эстрадиола, повышенная секреция которого тормозит анаболическое влияние андрогенов. Такое ингибирующее воздействие эстрогенов показано и в эксперименте [4], для перипубертатных мальчиков, высказывается предположение, что связь весо-ростового индекса с эстрогенами здесь (в отличие от женских групп), скорее, обратная. С этой же точки зрения можно, вероятно, объяснить и общее снижение полового развития и минимальное значение показателя андроморфии у подростков астеноидного типа. Специфика торакального типа состоит в его наибольшей близости к «среднему»

уровню по преобладающей части гормональных показателей, как и по показателям соматического развития. При «средней» эндокринной формуле (отклонения всех гормонов в пределах $M \pm \sigma$) преобладающим (46%) является торакальный тип; астеноидный и мускульный встречаются вдвое, а дигестивный и неопределенный — в четыре раза реже. В этом случае основная конституциональная и половая формула тоже «средние» (M_2E_2 и $P_3Ax_{2,5}$). Можно полагать, что и при сходном биологическом возрасте сохраняются эти тенденции наибольшего приближения к «среднему» уровню эндокринных показателей у подростков торакального типа, особенно, в его ретардированном варианте.

Очень велик масштаб различий эндокринной формулы у ретардированного и акселерированного вариантов мускульного типа; именно здесь максимальный

Таблица 2. Параллелизм анаболических тенденций «эндокринной формулы» в соматическом развитии у юношей с разными вариантами биологического возраста

Признак	Вариант		
	P ₂ , n = 7	P ₃ , n = 63	P ₄ , n = 28
Длина тела, см	160,9	170,5	170,2
Масса тела, кг	50,2	59,5	66,2
Весоростовой индекс	1,94	2,05	2,28
Обхват грудной клетки, см	77,6	79,9	82,2
Соматическая формула телосложения	M _{1,5} E _{1,8}	M _{1,9} E _{2,0}	M _{2,2} E _{2,2}
Тестостерон: кортизол,‰	4,1	8,6	9,8

размах в уровне тестостерона (1,3σ), СТГ (1,1σ) и кортизола (1,3σ). Поэтому варианты биологического возраста этого соматотипа проявляют наибольшие различия и по соотношению тестостерон: СТГ. Так, у ретардированных юношей этот индекс примерно втрое ниже общегрупповой средней (соответственно, 24,4% и 77,2%), тогда как у объединенного среднего и акселерированного вариантов полового развития он уже значительно превышает среднюю арифметическую (92,23%). Именно у 15-летних мальчиков мускульного типа, в первую очередь, и проявляется перестройка механизмов регуляции ростовых процессов. Особенно контрастны крайние варианты — ретардированный с максимальным уровнем СТГ и акселерированный с повышенным тестостероном (различия по обоим гормонам достоверны, P ≤ 0,05–0,001). Отсюда следует и достоверная отрицательная связь СТГ и тестостерона у подростков мускульного типа (коэффициент корреляции — 0,22) при наличии лишь тенденции к такой зависимости в среднем по группе. Примечательно, что длина тела у относительно ретардированных мускульных мальчиков с максимальным уровнем СТГ (2,66 нг/мл против 1,42 нг/мл, т.е. близкой к средней, в варианте С.+А.) тоже наибольшая (177,8 см), тогда как при акселерации полового развития юноши того типа имеют наименьшую из всех длину тела (171,8 см), но максимальный уровень тестостерона (1,54 нг/мл).

Общепризнанное значение СТГ как важнейшего ростового фактора первой половины пубертатного периода, играющего, наряду с тестостероном, важнейшую роль в осуществлении ростового спурта у мужчин, далеко не во всех наблюдениях в пределах нормальных популяций подтверждается выявлением статистических зависимостей. Так, по данным литературы [2,3] примерно у 1/2–1/3 всех детей с отставанием в росте имеется дефицит СТГ; однако, при исследовании 10 высокорослых детей и подростков без патологии не было найдено достоверных различий среднего базального СТГ с контролем (нормой), но у всех обследованных была повы-

шена активность соматомединов плазмы. У мальчиков 10–15 лет с прибавкой роста выше и ниже средней СТГ явно (хотя статистически и недостоверно) был выше в 1-м случае. Поэтому наряду с признанием той или иной степени скоррелированности абсолютных и относительных приростов линейных размеров тела с уровнем СТГ-секреции.

У мужчин увеличение СТГ, как известно возможно уже после 15 лет, причём установлена обратная связь его активности с хронологическим и биологическим возрастом [5,6]. Анаболические тенденции, проявляющиеся в эндокринной формуле в связи с биологическим возрастом (абсолютное и относительное увеличение секреции тестостерона по отношению к кортизолу и эстрадиолу), сопровождаются соответствующими сдвигами в телосложении — усилением компонентов мезо- и эндоморфии, в этом можно видеть параллелизм изменений двух систем признаков конституции (табл. 2).

Если теперь вернуться к рассмотрению индивидуальных вариаций эндокринной формулы в пределах основных соматотипов, обнаруживается и их внутренняя неоднородность по критерию биологического возраста, хотя выраженная и в разной степени.

При выделении трёх вариантов полового развития: I (относительно ретардированного) с основной формулой P₁₋₃Ax_{0-2,5}, II (среднего) с формулой P₃Ax₃ и III (относительно акселерированного) с формулой P₃₋₄Ax_{3-3,5} выясняется, что все они представлены в каждом соматотипе, исключая астеноидный, где существуют лишь I и II варианты (A₁ и A₂).

Более чем у половины (53,3%) подростков дигестивного типа обнаруживается относительно повышенный уровень прогестерона; снижение СТГ констатировано на индивидуальном уровне в 66,7% (до -1,1 σ от M); тестостерона — в 73,3% (до -1,5 σ от M) и, наконец, также весьма умеренное снижение кортизола (максимально

до $-1,2 \sigma$ от M) констатировано у преобладающего большинства подростков (86,7%).

По-видимому, несколько меньше соответствие между «средней» эндокринной формулой и индивидуальными наблюдениями у подростков мускульного типа: так, повышение тестостерона отмечено у них всего в 30%, хотя в 1,5 всех случаев его уровень выше среднего на более, чем $1,5 \sigma$; СТГ повышен у юношей мускульного типа только в 43,3%.

Наконец, подростки дигестивного типа, видимо, тоже сохраняют специфику гормонального статуса и при разном биологическом возрасте: это повышение прогестерона на фоне некоторого снижения СТГ, кортизола и тестостерона.

Наибольшие значения индекса тестостерон: кортизол (и СТГ: кортизол) свойственны мускульному типу: для него же характерно и самое низкое соотношение эстрадиол: тестостерон. Такие показатели полностью соответствуют метаболической тенденции в телосложении и максимальному значению критерия андроморфии у подростков этого соматотипа. Напротив, при минимальной андроморфии у астеноидных юношей отмечается самое высокое значение индекса эстрадиол: тестостерон.

У юношей торакального типа все гормональные показатели индивидуально укладываются, как правило, в пределы $M \pm \sigma$; ни в одном случае не было отклонения,

превышающего 2σ , а «выход» за $1,5 \sigma$ отмечен всего в 15%. Более чем у половины (53,8%) подростков дигестивного типа обнаружен относительно повышенный уровень прогестерона; снижение СТГ констатировано на индивидуальном уровне у 66,7%, тестостерона — у 73,7%, и, наконец, умеренное понижение кортизола констатировано у преобладающего большинства (86,7%) подростков этого типа.

Полученные нами данные о некоторой тенденции к обратной связи эстрадиола крови с биологическим возрастом согласуются с результатами продольного исследования коллективом сотрудников кафедры антропологии МГУ установившим для подростков московской популяции снижение экскреции суммарных эстрогенов мочи примерно на 30% от 13 к 15 годам [1].

Заключение

В работе показана четкая тенденция к сохранению индивидуального уровня секреции гормонов, т.е. стабильность индивидуально-гормонального профиля (СТГ, эстрадиола и тестостерона).

При выделении трёх вариантов полового развития: I (относительно ретардированного) с основной формулой $P_{1-3}Ax_{0-2,5}$, II (среднего) с формулой P_3Ax_3 и III (относительно акселерированного) с формулой $P_{3-4}Ax_{3-3,5}$ выясняется, что все они представлены в каждом соматотипе, исключая астеноидный, где существуют лишь I и II варианты (A_1 и A_2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бец Л. В. Опыт определения индивидуального гормонального профиля по эстрогенам у мужчин / Л. В. Бец, Д. А. Пикунов // Вопросы антропологии, 1984. — № 74, С. 110–117.
2. Курбанов В. И. и др. Содержание соматотропного гормона и аутоантител к нему в сыворотках крови у детей здоровых и с нарушением роста. // Проблемы эндокринологии, 1974. — № 1, С. 33–36.
3. Титова Е. П., Савостьянова Е. Б., Сарычева Н. Н. Анализ эндокринной формулы в пределах координаты микро-макросомии (фактор величины тела) в связи с биологическим возрастом. РФ, Уфа, Научно-издательский центр «Аэтерна», 2016. — № 2, ч. 5, С. 31–36.
4. Титова Е. П., Савостьянова Е. Б., Савченко Е. Л. Оценка внутрииндивидуальной изменчивости гормональных показателей и ее соотношений с межиндивидуальной вариабельностью — одна из важнейших методических предпосылок морфофункциональных исследований. Украина, Одесса: Южно-украинский национальный педагогический университет, 2013. — С. 376–378.
5. Feldman H. J. Human chorionic gonadotropin and testicular function. // — Clin. Endocrinol Metabol, 1983. — № 4.
6. Rosenfield R. The relationship between plasma testosterone and mean LH levels in men // R. Rosenfield // J. Clin. Endocrinol, 1977. N1. — P. 30.

© Титова Елена Петровна (elpetat@yandex.ru), Савостьянова Евгения Борисовна (elpetat@yandex.ru), Савченко Елена Леонидовна (elpetat@yandex.ru), Сарычева Наталья Николаевна (sarycheva_nn@pfur.ru), Анохина Елена Владимировна (anokhina_ev@pfur.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»