

УДК 616.72-002.77-053.2/.6:612.017

© А.Л. Корепанов, Е.М. Соболева, А.В. Швец, 2013.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ГОРМОНАЛЬНЫЙ СТАТУС ПОДРОСТКОВ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

А.Л. Корепанов, Е.М. Соболева, А.В. Швец

Кафедра педиатрии с курсом физиотерапии (зав. кафедрой - проф. Н.Н. Каладзе), Государственное учреждение «Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского», г. Симферополь.

MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL FEATURES AND HORMONAL STATUS TEENAGERS WITH DIFFERENT LEVELS OF PHYSICAL GROWTH

A. L. Korepanov, E.M Soboleva, A.V. Shvez

SUMMARY

Investigated the morphological and functional parameters (weight and length of a body, a power exchange, physical serviceability, oxygen utilization) and the hormonal status (concentration of ACTH, cortisol, thyroid-stimulating hormone, T3, T4, melatonin, testosterone) at boys - teenagers with different level of physical development is conducted. Correlative communications between groups of indexes are analysed. Essential distinctions of adaptation potential, hormonal regulation and the functional interrelations of backbone indexes at normodant, akselerant and retardant are revealed. The necessity of keeping the pace of physical development of adolescents in developing recreational rehabilitation programs is shown.

МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ І ГОРМОНАЛЬНИЙ СТАТУС ПІДЛІТКІВ З РІЗНИМИ РІВНЕМ ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ

А.Л. Корепанов, Е.М. Соболева, А.В. Швець

РЕЗЮМЕ

Проведено дослідження морфофункціональних параметрів (маси і довжини тіла, енергообміну, фізичної працездатності, утилізації кисню) і гормонального статусу (концентрації АКТГ, кортизолу, ТТГ, Т3, Т4, мелатоніну, тестостерону) у хлопчиків- підлітків з різним рівнем фізичного розвитку. Проаналізовані кореляційні зв'язки між групами показників. Виявлені істотні відмінності адаптаційного потенціалу, гормональної регуляції і функціональних взаємозв'язків системотворних показників у нормодантов, акселерантов і ретардантов. Показана необхідність обліку темпів фізичного розвитку підлітків при розробці програм курортної реабілітації.

Ключевые слова: подростки, физическое развитие, гормональный статус.

Темпы физического развития влияют на особенности адаптации, структуру заболеваемости и механизмы поддержания гомеостаза у подростков [3, 13]. Известно, что у подростков с ускоренными темпами физического развития (акселерантов – Ак) в сравнении с детьми с нормальными темпами развития (Н) чаще проявляются хронические соматические заболевания, вегето-сосудистые дисфункции, ОРВИ, дисгармоничное развитие [1, 9]. У подростков с замедленными темпами физического развития (ретардантов – Р) проявляются нарушения в работе сердечно-сосудистой и нервной систем, опорно-двигательного аппарата [3, 12]. Эндокринная регуляция играет ведущую роль в формировании адаптационного потенциала организма ребенка к действию лечебных и санаторно-курортных факторов [5, 6]. Эффективность адаптации зависит от состояния стресс-реализующей и стресс-лимитирующей систем организма [10]. Установлено, что длительно действующие стрессовые факторы отрицательно влияют на физическое развитие детей и нарушают его

гармоничность [11]. Большинство авторов не учитывают уровень физического развития подростков и его обусловленность основными системообразующими параметрами – энергообменом и аэробными ресурсами адаптации. Не изучены показатели гормонального статуса у подростков с разным уровнем физического развития, взаимосвязи физиологических параметров с показателями гормональной регуляции.

Цель работы – изучить взаимосвязь морфофункциональных параметров и показателей гормонального статуса у мальчиков-подростков с разным уровнем физического развития.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 308 здоровых мальчиков - подростков 12-14 лет. Распределение исследуемых на группы проводили по показателю «длина тела». Использовались специальные нормативные центильные таблицы [4]. К группе нормодантов (Н) отнесли подростков, длина тела которых находилась в пределах «средних величин» (коридор

№4, от 25 до 75 центилей), к группе акселерантов (Ак) – детей с длиной тела «выше среднего», «высокой» и «очень высокой» (коридоры №№5, 6, 7, от 75 центилей и выше), к группе ретардантов (Р) – с длиной тела «ниже среднего», «низкой» и «очень низкой» (коридоры №№ 3, 2, 1, от 25 центилей и ниже). Определяли массу и длину тела, энергообмен, физическую работоспособность (ФР), утилизацию кислорода (UO_2), концентрацию АКТГ, кортизола, ТТГ, мелатонина, тестостерона, Т3 и Т4. Энерготраты определяли в состоянии покоя по методике Ю.Р. Шейх – Заде [14]. Исследуемый совершал предельную задержку дыхания, затем максимально выдыхал в мешок Дугласа. Проводился газоанализ выдохнутого воздуха посредством газоанализатора «ОКА – 92». Минутный расход энергии рассчитывали по формуле:

$$W = [264, 6 \cdot V_v \cdot (21\% - K_{vk} \%)] / 100 \cdot t,$$

где V_v – объем воздуха, выдохнутого в мешок Дугласа, л; K_{vk} – концентрация O_2 в выдохнутом воздухе, %; t – время задержки дыхания, сек. ФР определялась в степ-тесте по методике Карпмана [7]. UO_2 определяли газоаналитическим методом посредством газоанализатора «Ока-92» О состоянии стресс-реализующей системы судили по концентрации основных стрессорных гормонов – АКТГ и кортизола. Стресс-лимитирующую систему характеризовали по уровню эпифизарного мелатонина. Концентрация АКТГ, кортизола, ТТГ, мелатонина, тестостерона, Т3 и Т4 определялась методом твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием соответствующих наборов реагентов. Статистическая обработка данных проводилась методами стандартной вариационной статистики. Значимость различий между выборками определялась посредством параметрических (t-критерий Стьюдента) и непараметрических (U-критерий Манна-Уитни) методов. Вычисления выполнялись при помощи программного продукта STATISTIKA 6.0 (фирма StatSoft, США).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Длина и масса тела у всей группы исследуемых составила $166,01 \pm 6,73$ см и $53,76 \pm 4,39$ кг соответственно. Длина тела Н, Ак, и Р составила $166,19 \pm 3,78$ см; $178,47$ см и $152,68$ см соответственно. Различия между группами достоверны ($p < 0,05$). Масса тела составила $54,2$ кг; $63,8$ кг и $42,2$ кг соответственно. Различия между группами достоверны ($p < 0,05$). Исследование физической работоспособности показало, что PWC_{170} составила в среднем $122,5 \pm 11,2$ Вт, причем у акселерантов показатель оказался на $12,3\%$ выше ($p < 0,05$), чем у нормодантов, составив $140,6 \pm 7,1$ Вт. У нормодантов работоспособность оказалась равной $125,2 \pm 7,4$ Вт, что на $29,41\%$ выше ($p < 0,05$), чем у ретардантов, у которых данный показатель составил $96,7 \pm 8,1$ Вт. Относительная PWC_{170}

(рассчитанная на 1 кг массы тела) составила в среднем по группе $2,36 \pm 0,06$ Вт/кг, оказавшись равной у акселерантов, нормодантов и ретардантов $2,30 \pm 0,03$; $2,37 \pm 0,05$ и $2,44 \pm 0,04$ Вт/кг соответственно. Относительная PWC_{170} оказалась достоверно больше у Р, чем у Ак ($p < 0,05$). При исследовании энергообмена установлено, что средняя величина абсолютных энерготрат покоя детей исследуемой группы составила $1,07 \pm 0,3$ ккал/мин. При этом энерготраты акселерантов оказались на $16,9 \pm 1,3\%$ выше, чем нормодантов, и на $45,8 \pm 3,8\%$ выше, чем у ретардантов, составив $1,24 \pm 0,09$; $1,05 \pm 0,08$ и $0,85 \pm 0,06$ ккал/мин у Ак, Н и Р соответственно. Разница в абсолютных энерготратах оказалась достоверной ($p < 0,05$) между всеми группами. Относительные энерготраты у Ак, Н и Р достоверно не различались: у всей группы подростков, у акселерантов и нормодантов они составили $0,020 \pm 0,002$ ккал/мин/кг, у ретардантов – $0,021 \pm 0,002$ ккал/мин/кг. Иная картина наблюдалась при расчете энерготрат относительно 1 м^2 площади поверхности тела: максимальный уровень наблюдался у акселерантов, составив $0,73 \pm 0,19$ ккал/мин/ м^2 и превысив на $7,3 \pm 0,6\%$ показатели нормодантов ($0,68 \pm 0,04$ ккал/мин/ м^2) и на $10,6 \pm 0,9\%$ – ретардантов ($0,65 \pm 0,03$ ккал/мин/ м^2). Различия между Ак и Р оказались достоверными ($p < 0,05$). Исследование утилизации кислорода показало, что UO_2 у Р ($6,89 \pm 0,2\%$) и Ак ($7,0 \pm 0,2\%$) достоверно ($p < 0,05$) ниже, чем у Н ($7,46 \pm 0,17\%$). Анализ концентрации гормонов у здоровых подростков (таблица 1) показал, что физическое развитие влияет на характер работы эндокринной системы. Так, установлена повышенная экскреция основного гормона стресс-реализующей системы – кортизола – у Ак по сравнению с Н и Р, что объясняется участием кортизола в защитно-приспособительных реакциях в условиях повышенного напряжения адаптационных механизмов у подростков с укоренными темпами физического развития. Концентрация АКТГ оказалась выше у Н, чем у Ак и Р. Выявлено увеличение точной выработки мелатонина (маркера стресс-лимитирующей системы) у Р и Н в сравнении с Ак. Ночная экскреция мелатонина была также выше у Р и Н, чем у Ак. Известно, что мелатонин ингибирует выброс АКТГ, уменьшая, таким образом, концентрацию кортизола [15]. Вероятно, высокая концентрация кортизола у Ак связана с низкой экскрецией мелатонина. Концентрация тестостерона оказалась максимальной у Н, средней у Р и минимальной у Ак. Выработка ТТГ достоверно не различалась у исследуемых групп. Концентрация Т3 у Ак и Н была выше, чем у Р. Выработка Т4 была выше у Р, чем у Ак и Н.

Снижение экскреции Т3 и увеличение экскреции Т4 у Р объясняется, вероятно, умеренным дефицитом йода, ведущим к компенсаторному синтезу наиболее биологически значимого гормона [8]

тироксин, в большей степени влияющий на энергообмен, чем трийодтиронин, физиологически более

значим для ретардантов, поэтому его синтез прева-лирует над трийодтиронином.

Таблица 1

Показатели гормонального статуса здоровых подростков с разным уровнем физического развития

Группы исследуемых	Кортизол, нмоль/л	АКТГ, пг/мл	Мелатонин (6-COMT-нг/мл)			Тестос- терон нмоль/л	ТТГ мМЕ/л	Т3 нмоль/л	Т4 нмоль/л
			сутки	день	ночь				
Все (n=181)	260	22,2	438	31,2	410	14,1	1,52	1,91	57,9
	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	24	0,2	16	2,8	20	1,1	0,1	0,14	4,7
Н (n=104)	222	24,1	441	31,3	410	14,2	1,40	2,21	51,7
	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	15	1,7	20	2,7	17	0,6	0,05	0,16	2,7
Ак (n=46)	304	20,1	402	30,0	372	11,8	1,47	2,01	57,9
	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	15 [1]	0,7 [1]	19 [1]	3,00	18 [1]	0,7 [1]	0,07	0,16	3,2
Р (n=31)	253	19,5	457	31,8	425	12,3	1,69	1,42	64,2
	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	22 [2]	1,73 [1]	22 [2]	2,6	19 [2]	1,1	0,1	0,09 [1,2]	3,4 [1,2]

Примечание: [1]– $p < 0,05$ при сравнении с показателями нормодантов; [2] – $p < 0,05$ при сравнении с показателями акселерантов.

При проведении корреляционного анализа между гормонами и интегральными показателями морфофункционального состояния организма (длиной и массой тела, энергообменом, PWC_{170} , UO_2) были выявлены множественные положительные и отрицательные линейные взаимосвязи между исследуемыми параметрами, что демонстрирует значимость энергетических процессов в формировании системы гормональной регуляции. Данные корреляционного анализа представлены в таблице 2. Структура корреляционных связей у Ак, Н и Р различна. Так, у Ак и Р установлено минимальное количество связей морфофункционального развития и гормонов адаптации (АКТГ и кортизолом): одна связь у Ак (между обменом АКТГ) и одна связь у Р (между UO_2 и АКТГ).

У Н таких связей 3: между PWC_{170} на 1 кг и кортизолом; длиной тела и АКТГ; обменом и АКТГ.

Снижение взаимосвязей у Ак и Р говорит об отрицательном влиянии акселерации и ретардации на качество адаптивных реакций и функционирование стресс – реализующей системы. Отрицательные связи АКТГ и кортизола с энергетическими параметрами (обмен, PWC_{170}) свидетельствуют о корректирующем влиянии энергообмена на стресс-реализующую систему: у подростков, имеющих высокий уровень обмена веществ, снижается уровень напряжения стресс-систем. Анализ связи морфофункциональных параметров с гормонами системы гипофиз-щитовидная железа показал значительное снижение количества и силы связей у Ак и Р в сравнении с Н: у Ак таких связей было 8, у Р – 5, а у Н – 11. Снижение связей у Р и Ак мы расценивали как ухудшение работы межсистемных регуляторных механизмов, обеспечивающих физиологическое развитие ребенка.

Таблица 2

Корреляционные связи между параметрами морфофункционального развития и гормонами

Показатели	Акселеранты		Нормоданты		Ретарданты		Вся группа	
	Кэфф корр	Досто-верность	Кэфф корр	Досто-верность	Кэфф корр	Досто-верность	Кэфф корр	Досто-верность
1. Масса тела-кортизол	-	-	-	-	-	-	0,34	p<0,05
2. PWC ₁₇₀ /кг-кортизол	-	-	-0,47	p<0,05	-	-	-	-
3. Длина тела-АКТГ	-	-	-0,32	p<0,05	-	-	-	-
4. Обмен-АКТГ	-0,37	p<0,05	-0,31	p<0,05	-	-	-	-
5. УО2-АКТГ	-	-	-	-	0,40	p<0,05	-	-
6. Масса тела-ТТГ	-	-	-	-	-	-	-0,39	p<0,05
7. PWC ₁₇₀ -ТТГ	-	-	0,49	p<0,05	-	-	-	-
8. PWC ₁₇₀ /кг-ТТГ	-	-	0,36	p<0,05	-	-	-	-
9. УО2-ТТГ	-	-	-0,68	p<0,001	-	-	-	-
10. Длина тела-Т3	-0,55	p<0,001	-0,45	p<0,05	0,40	p<0,05	0,34	p<0,05
11. Масса тела-Т3	-0,46	p<0,05	-0,51	p<0,001	0,41	p<0,05	0,36	p<0,05
12. Обмен/кг-Т3	0,46	p<0,05	-	-	-	-	-	-
13. PWC ₁₇₀ -Т3	-	-	-	-	0,49	p<0,05	-	-
14. PWC ₁₇₀ /кг-Т3	-	-	0,30	p<0,05	-	-	-	-
15. УО2-Т3	-0,38	p<0,05	-0,67	p<0,001	-	-	0,33	p<0,05
16. Длина тела-Т4	-	-	-0,55	p<0,001	-	-	-	-
17. Масса тела-Т4	-	-	-0,52	p<0,001	-	-	-	-
18. Обмен-Т4	0,39	p<0,05	-	-	-	-	-	-
19. Обмен/кг-Т4	0,50	p<0,001	-	-	-	-	-	-
20. PWC ₁₇₀ -Т4	-0,54	p<0,001	-	-	-	-	-	-
21. PWC ₁₇₀ /кг-Т4	-0,32	p<0,05	0,34	p<0,05	-0,37	p<0,05	-	-
22. УО2-Т4	-	-	-0,66	p<0,001	-	-	-	-
23. Масса тела-мелатонин сутки	-	-	-0,37	p<0,05	-	-	-	-
24. Обмен-мелатонин сутки	-	-	-	-	-0,38	p<0,05	-	-
25. Обмен/кг-мелатонин сутки	-	-	-	-	-0,33	p<0,05	-	-
26. PWC ₁₇₀ -мелатонин сутки	-	-	0,47	p<0,05	-	-	-	-
27. УО2-мелатонин сутки	-	-	0,55	p<0,001	-	-	-	-
28. Длина тела-тестостерон	0,56	p<0,001	-	-	-	-	-	-
29. Масса тела-тестостерон	0,41	p<0,05	-	-	-0,32	p<0,05	-	-
30. PWC ₁₇₀ -тестостерон	-	-	-	-	-	-	0,39	p<0,05

Выявленная разнонаправленность нескольких связей у Ак, Н и Р (в частности, связи «длина тела-Т3», «масса тела-Т3» у Ак и Н положительные, а у Р – отрицательные, «PWC₁₇₀ на 1 кг-Т4» у Ак и Р отрицательные, а у Н – положительные) демонстрирует различия механизмов работы регуляторных систем у Ак, Н и Р. Обращают на себя внимание выявленные отрицательные связи УО₂ с ТТГ и гормонами щитовидной железы, что противоречит дан-

ной литературы об увеличении окислительного фосфорилирования при возрастании экскреции ТТГ. Вероятно, установленные в наших исследованиях обратные связи являются следствием выраженных нейроэндокринных изменений, свойственных подростковому возрасту. Анализ связей морфофункциональных показателей Ак, Н и Р с мелатонином показал прямую связь суточной экскреции мелатонина и аэробного резерва (PWC₁₇₀, УО₂) у нормодан-

тов, что говорит о положительном влиянии аэробного потенциала на стресс-лимитирующую систему. Отсутствие таких связей у Ак и Р является еще одним подтверждением снижения качества работы межсистемных регуляторных механизмов при нарушении темпов роста. Наличие связей мелатонина с уровнем обменных процессов у Р и отсутствие этих связей у Ак и Н говорит о разной степени участия стресс-лимитирующей системы в регуляции энергообмена у подростков с различными темпами физического развития. Анализ связей морфофункциональных параметров с тестостероном показал, что массо-ростовые показатели у Ак связаны прямой связью с тестостероном, у Н таких связей не обнаружено, а у Р выявлена обратная связь массы тела и тестостерона. Кроме того, тестостерон положительно влияет на работоспособность у Р и не оказывает такого влияния у Ак и Н. Описанные закономерности отражают ведущую роль половых гормонов в дифференцировке адаптивных реакций у Ак, Н и Р.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены существенные различия адаптационного потенциала, гормональной регуляции и функциональных взаимосвязей основных системообразующих показателей мальчиков-подростков с разными темпами физического развития.

2. Энергетические процессы и темпы физического развития определяют формирование механизмов адаптации подростков и должны учитываться при разработке программ курортной реабилитации и медико-педагогической коррекции функционального состояния детского организма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аршавский И.А. Рост и развитие организмов. // Количественные аспекты роста организмов. – М.: Наука. – 1975. – с. 92 – 105.
2. Белоконь Н.А., Кубергер М.Б. Болезни сердца и сосудов у детей // Руководство для врачей в 2 томах. – том 1. – М.: Медицина, 1987. – с. 94-99.
3. Грицинская В.Л., Галактионова М.Ю. Индивидуально-типологические закономерности роста и развития детей. – Красноярск: Изд-во Крас-

ГМА, 2005. – 97 с.

4. Доскин В.А., Келлер Х., Мурленко Н.М., Тенкова-Ямпольская Р.В. Морфофункциональные константы детского организма: Справочник. – М.: Медицина, 1997. – 288 с.

5. Каладзе Н.Н., Скоромная Н.Н. Динамика показателей гормонов гипофизарно-тиреоидной оси под влиянием санаторно-курортного лечения с применением электросон-терапии у больных ювенильным ревматоидным артритом. – Таврический медико-биологический вестник, 2010, №2, с. 54-57.

6. Каладзе Н.Н., Скоромная Н.Н., Соболева Е.М. Состояние гормональной регуляции у больных ювенильным ревматоидным артритом. – Здоровье ребенка, 2010, №3, с. 31-37.

7. Карпман В.Л., Белоцерковкий З.Б., Гудков И.А. Тесты в спортивной медицине. М.: Физкультура и спорт, Москва, 1988. – 208 с.

8. Клиническая эндокринология: руководство (3 издание) – Под ред. Н.Т. Старковой. – СПб: Питер, 2002. – 576 с.

9. Крукович Е.В., Лучанинова В.Н., Нагирная Л.Н. Динамика физического развития детей г. Владивосток // Педиатрия. – 2003. – №6. – с. 89 – 96.

10. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Стресс-лимитирующие системы организма и новые принципы профилактической кардиологии. – М.: Союзмединформ. – 1989. – 72 с.

11. Нечитайло Ю.М. Вплив стрессу на дитячий організм // Буковинський медичний вісник. – 1998. – №3-4. – С. 33-36.

12. Смоляр В.И. Гигиенические проблемы роста детей и подростков. – Киев: Здоровье, 1985. – 128 с.

13. Физиология роста и развития детей и подростков: практическое руководство / под ред. Баранова А. А., Щеплягиной Л. А. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2006. – 432 с.

14. Шейх-Заде Ю.Р., Цветковский С.П. Экспресс-метод определения энерготрат у человека // Физиология человека, - 1986. - Т.12, вып. (6). – С. 1039-1040.

15. Dawson D. Et ai. Integrating the action of melatonin on human physiology // Ann. Med. -1998. - Vol. 30, №1-P. 95-102.