

УДК 612.661

**ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ,
ЭНДОКРИННОГО И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ДЕВОЧЕК 12 – 13
И 14 – 15 ЛЕТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТАДИИ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ**

Н. А. Литвинова, О. В. Булатова, Е. И. Ильницкая

Изучены показатели физического развития, эндокринного и психофизиологического статуса 150 девочек-подростков в зависимости от стадии полового созревания с учетом календарного возраста. Выявлено, что у девочек 14-15 лет антропометрические показатели и концентрации гормонов в динамике пубертата изменяются более плавно по сравнению с младшими девочками. Вегетативное обеспечение при выполнении ортостатической пробы у всех старших девочек было адекватным, а у младших на II-III стадиях оно было избыточным, на V – недостаточное. Девочки, достигшие V стадии полового созревания ускоренно, характеризуются сниженной динамичностью нервных процессов, большей неуравновешенностью, появлением признаков перенапряжения в регуляции сердечной деятельности.

Indicators of physical development, the hormonal and psychophysiological status of 150 girls-teenagers depending on a stage of puberty taking into account calendar age are studied. It is revealed, that at girls of 14-15 years anthropometrical indicators and concentration of hormones in dynamics of puberty change more smoothly, in comparison with younger girls. Vegetative maintenance at performance of functional test at all senior girls was adequate, and at younger on II-III stages it was superfluous, and on V - insufficient. Quickly developing girls at V stage of puberty, are characterised by the lowered dynamism of nervous processes, an unbalance, occurrence of signs of an overstrain in regulation of warm activity.

Ключевые слова: половое созревание, девочки-подростки, биологический возраст, физическое развитие, эндокринный и психофизиологический статус.

Пубертатный период – это промежуток времени между детством и взрослой жизнью, включающий в себя не только репродуктивное, но также познавательное, эмоциональное и социальное созревание (F. J. Ebling, 2005; S. Burnett et al., 2008; Т. А. Романова, 2004). С половым созреванием обычно связывают эндокринные перестройки в организме, приводящие к окончательному формированию половых желез – выработке половых гормонов, половых клеток и способности к репродукции (С. L. Sisk & D. L. Forester, 2004; Физиология развития ребенка, 2000; С.А. Бутрова и др., 2006). Пубертат является критическим этапом онтогенеза, характеризующимся высокой чувствительностью организма к средовым факторам и функциональным напряжением многих систем и механизмов регуляции, отражающим адаптацию организма к новому физиологическому состоянию (И. А. Аршавский, 1982). Половое созревание характеризуется этапностью, связанной с динамикой развития репродуктивной системы подростков. В процессе полового созревания уровень функционального напряжения меняется, что связано с динамикой эндокринной перестройки. Степень этого напряжения может быть различной в зависимости от стадии полового созревания (СПС). Оценка функционального состояния организма подростков требует комплексного подхода, позволяющего выявить функциональные особенности наиболее «трудных» для подростков этапов полового созревания. Сложные взаимосвязи между эндокринной системой, морфофункциональными системами и поведением проявляются в форме гетерохронного развития. Гетерохрония физического, полового, социального и психического развития может приводить к перегрузкам и появлению девиантного поведения, наиболее часто встречающегося именно в этот период развития (P. R. Weinberger, B. Elvevag,

J. N. Giedd, 2005; Г. Крайг, 2000). Поэтому целью настоящего исследования было изучение физического развития, эндокринного и психовегетативного статуса девочек-подростков с учетом календарного и биологического возраста.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели было проведено комплексное обследование на базе центров здоровья и развития при Управлении образования г. Кемерово. В обследовании приняли участие 150 девочек в возрасте 12 – 15 лет (из них 12 – 13-летних было 57 человек), учащихся средних общеобразовательных школ г. Кемерово и Кемеровской области.

Стадию полового созревания определяли по степени выраженности вторичных половых признаков по J. M. Tanner. Антропометрические обследования проводили по унифицированной методике А. Б. Ставицкой, О. И. Арон (1959). Для оценки психофизиологических особенностей применен автоматизированный комплекс «Статус ПФ» по следующим тестам: простая зрительно-моторная реакция, уровень функциональной подвижности, реакция на движущийся объект, работоспособность головного мозга по методике Н. В. Макаренко (1984), объемы внимания, механической, смысловой и образной памяти. Исследование функций кровообращения проводили, определяя показатели вариабельности сердечного ритма по методике Р. М. Баевского (1984) в покое и ортостазе при помощи автоматизированного комплекса «ORTO Expert» с применением региональных нормативов (Л. Н. Игишева, А. Р. Галеев, 2000). Определение гормонов в плазме проводилось радиоиммунным методом с использованием коммерческих наборов: RIA-gnost/T3, RIA-gnost Htsh, RIA-gnost FT4 (CIS bio international); Cor-

tisol-RIA, T4-RIA (IMMUNOTECH); Prolactin-IRMA (Orion Diagnostica).

Математическая обработка проводилась с помощью программы «Statistica 5.5». Для попарного сравнения групп в зависимости от типа распределения показателей использовался t-критерий Стьюдента или U-критерий Манна-Уитни.

Результаты и обсуждение

Обследованная группа девочек-подростков характеризуется асимметричным распределением по степени полового созревания с преобладанием IV стадии «максимального стероидогенеза» – 45 % (рис. 1). Первая СПС у девочек 12 – 15 лет не обнаружена, II – выявлена у 32 % девочек 12 – 13 лет и в 6 раз реже у 14 – 15-летних, IV – V – зарегистрированы у 72 % всех обследованных, причем IV стадия почти в 2 раза чаще встречается у старших девочек. V СПС выявлена у 27 % обследованных, из них 18 % – в младшей возрастной группе и 32 % – в старшей. Представленные результаты позволяют сделать заключение, что половое созревание у девочек характеризуется гетерохронностью.

При сравнении показателей антропометрии у девочек 12 – 13 лет, находящихся на разных СПС, не выявлено достоверных отличий по длиннотным размерам. К IV стадии у младших девочек имеется тенденция к увеличению поперечных и обхватных размеров, а к V – достоверно увеличивается ($p < 0,05$) масса тела, индекс массы тела, обхваты грудной клетки и бедер, двуплечевой и двуплечевой размеры, по сравнению с девочками со II и III СПС (рис. 2). В старшей возрастной группе большинство измеренных антропометрических показателей достигает дефинитивных размеров уже к IV СПС. Более высокие значения трохантерного индекса и увеличенная масса тела у девочек 12 – 13 лет, находящихся на V СПС, по сравнению со старшими, свидетельствует об ускорении полового созревания, что согласуется с данными литературы (Ю. В. Раскура-тов, О. В. Калинина, 2000; Р. М. Мирзаханова, 2003).

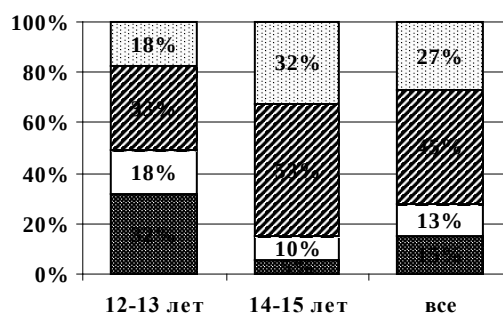
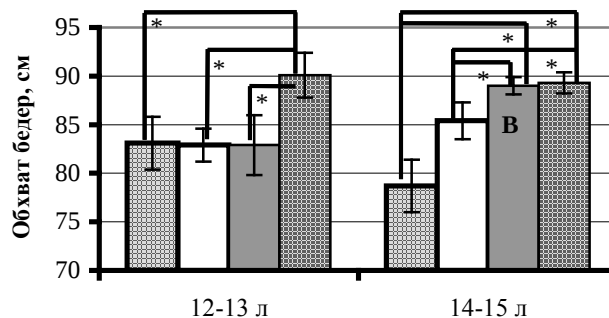
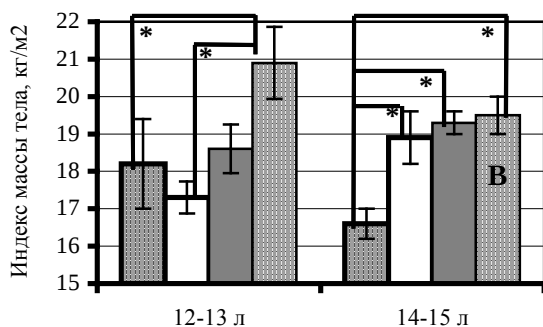


Рис. 1. Распределение девочек-подростков по стадиям полового созревания:

- V стадия ПС
- ▨ IV стадия ПС
- III стадия ПС
- II стадия ПС

Оценка гармоничности физического развития (рис. 3) девочек 12 – 13 лет в зависимости от СПС показала, что во всех обследуемых группах есть небольшой процент лиц с дефицитом массы тела (10 – 18 %), кроме девочек с V стадией полового созревания, треть из них имели, наоборот, избыточную массу тела. У 14 – 15-летних девочек, находящихся на разных СПС, выявлен больший процент лиц с недостатком массы тела, особенно на II стадии развития, по сравнению с младшими. Наибольшие различия в распределении по гармоничности физического развития выявлены на II и V стадиях развития между разновозрастными девочками с одинаковым биологическим возрастом.

Таким образом, полученные данные изменения антропометрических показателей свидетельствуют о формировании специфических женских конституциональных особенностей. К IV-V СПС практически отсутствуют девочки с дисгармоничным физическим развитием, тогда как на ранних стадиях развития встречаются девочки с дефицитом массы тела. Такие изменения можно объяснить с точки зрения, высказанной Коколиной В. Ф. (2001), что достижение организмом определенной массы тела связано с созреванием аркуатного и супрахиазматического ядер гипоталамуса.



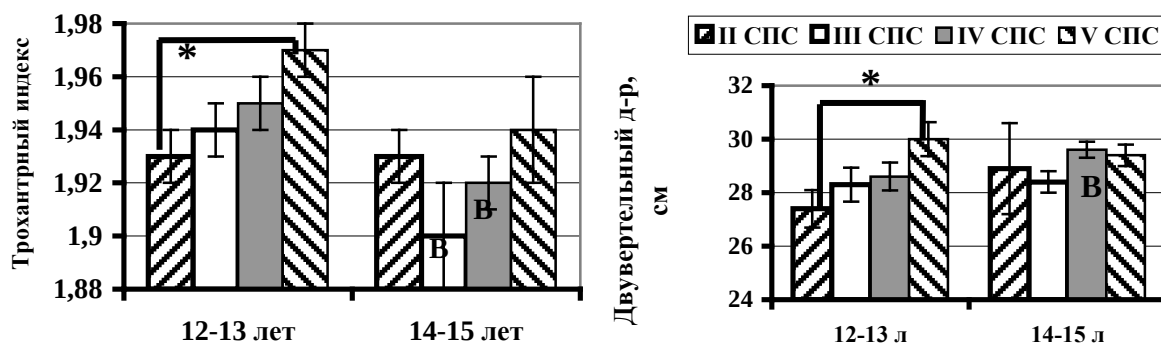


Рис. 2. Средние значения антропометрических показателей девочек 12 – 13 и 14 – 15 лет в зависимости от СПС ($M \pm m$, достоверные отличия: * - по стадиям; В - по возрасту)

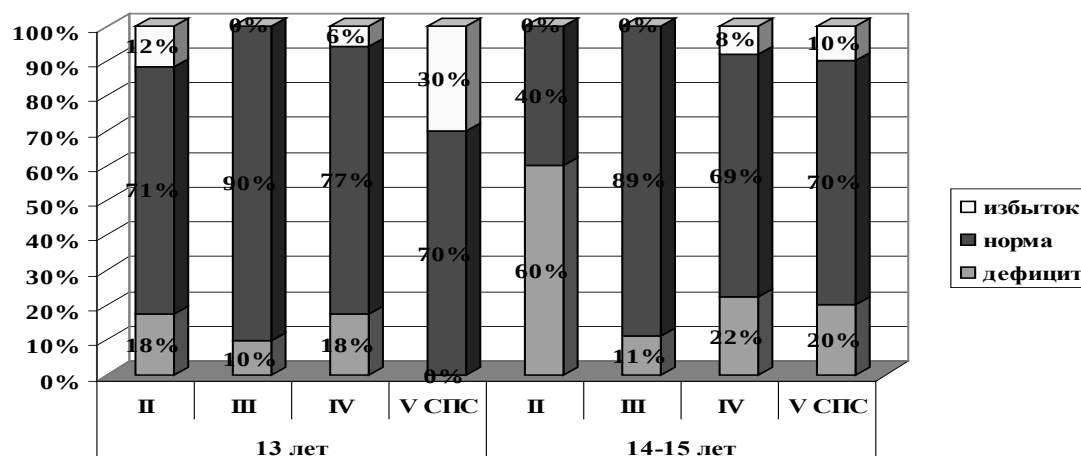


Рис. 3. Гармоничность физического развития (по массе тела) у девочек 12-13 и 14-15 лет на разных СПС

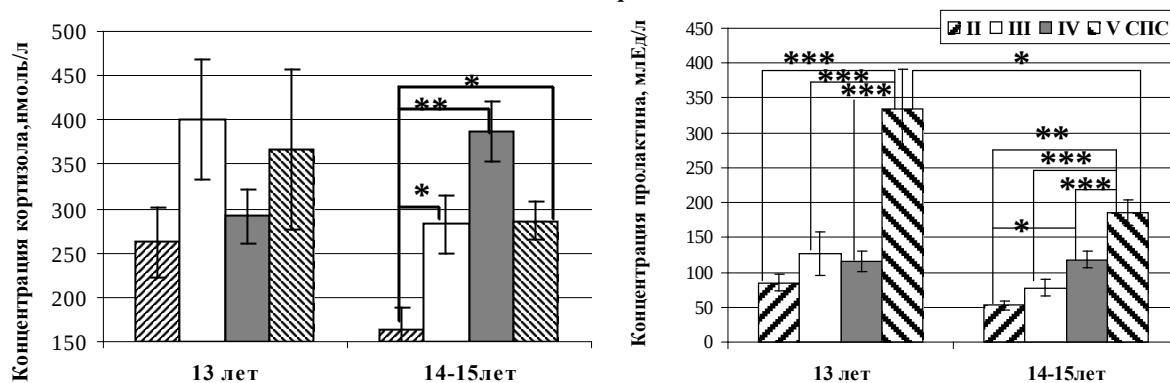


Рис. 4. Средние значения концентраций пролактина и кортизола ($M \pm m$) в плазме у девочек 12-13 и 14-15 лет в зависимости от СПС (обозначения как на рис. 2)

Средние концентрации гормонов у девочек разновозрастных групп в зависимости от степени половой зрелости представлены на рисунках 4 и 5. Концентрация кортизола (рис. 4) в процессе полового созревания 12 – 13-летних девочек достоверно не меняется, наиболее высокий уровень выявлен у девочек на III и V стадиях полового созревания. Уровень кортизола, выявленный у девочек 14 – 15 лет на II СПС, достоверно ниже, чем на последующих стадиях развития. К IV СПС достигает максимума, далее снижается. Достоверных отличий в разновозрастных группах не выявлено.

Самая низкая концентрация пролактина (рис. 4)

выявлена у всех девочек на II стадии полового созревания в обеих возрастных группах, причем у старших она была в 1,5 раза ниже. У 12 – 13-летних девочек концентрация пролактина к III-IV стадии увеличивается в 1,5 раза, а к V достоверно увеличивается более чем в 3 раза ($p < 0,001$). В старшей возрастной группе концентрация пролактина увеличивается равномерно от стадии к стадии в среднем на 50 % от предыдущего уровня. При этом к V стадии у старших девочек уровень пролактина почти в 2 раза ниже, чем у младших ($p < 0,05$).

Концентрация тиреотропного гормона (рис. 5) в процессе полового развития у девочек в обеих воз-

растных группах изменяется недостоверно. Уровень свободного тироксина в обеих возрастных группах на II и III стадиях развития остается постоянным, к IV происходит достоверное увеличение концентрации в среднем на 2 пмоль/л, при переходе на V СПС у старших не меняется, а у младших продолжает увеличиваться. Концентрация свободного T_4 у младших девочек на V СПС достоверно выше ($p < 0,05$), чем у старших. Концентрация общего T_3 у старших девочек на II стадии развития несколько выше, чем у младших, далее в процессе развития достоверно ($p < 0,05$) снижается к IV-V СПС. В младшей возрастной группе уровень трийодтиронина на всех стадиях развития остается неизменным.

Таким образом, выявлено, что эндокринные показатели в старшей возрастной группе в динамике полового созревания изменяются более плавно по сравнению с младшими девочками. Кроме того, в проведенном исследовании выявлена тесная связь между стадией полового созревания, реактивностью сердечно-сосудистой системы, вегетативным обес-

печением сердечного ритма в ортостазе (функциональной пробе) и уровнем кортизола, пролактина и тиреоидных гормонов у девочек-подростков.

Так, во время реакции на ортопробу наибольший прирост ЧСС выявлен у девочек 12 – 13 лет, находящихся на III и V СПС, наименьший – на IV. Младшие девочки, находящиеся на ранних стадиях полового развития (II-III), показывают гиперактивную реакцию на ортопробу (рис. 6), проявляющуюся в снижении вариационного размаха (снижение парасимпатического влияния) и увеличении амплитуды моды (увеличение симпатического влияния), соответственно повышению индекса напряжения в ортостазе более, чем в 3 раза. Реакцию на ортопробу у девочек 14 – 15 лет на всех стадиях полового развития можно оценить как адекватную: увеличение индекса напряжения в среднем в 2 раза, за счет одновременного снижения вариационного размаха и увеличения амплитуды моды, ЧСС увеличивается в среднем на 15 – 20 %.

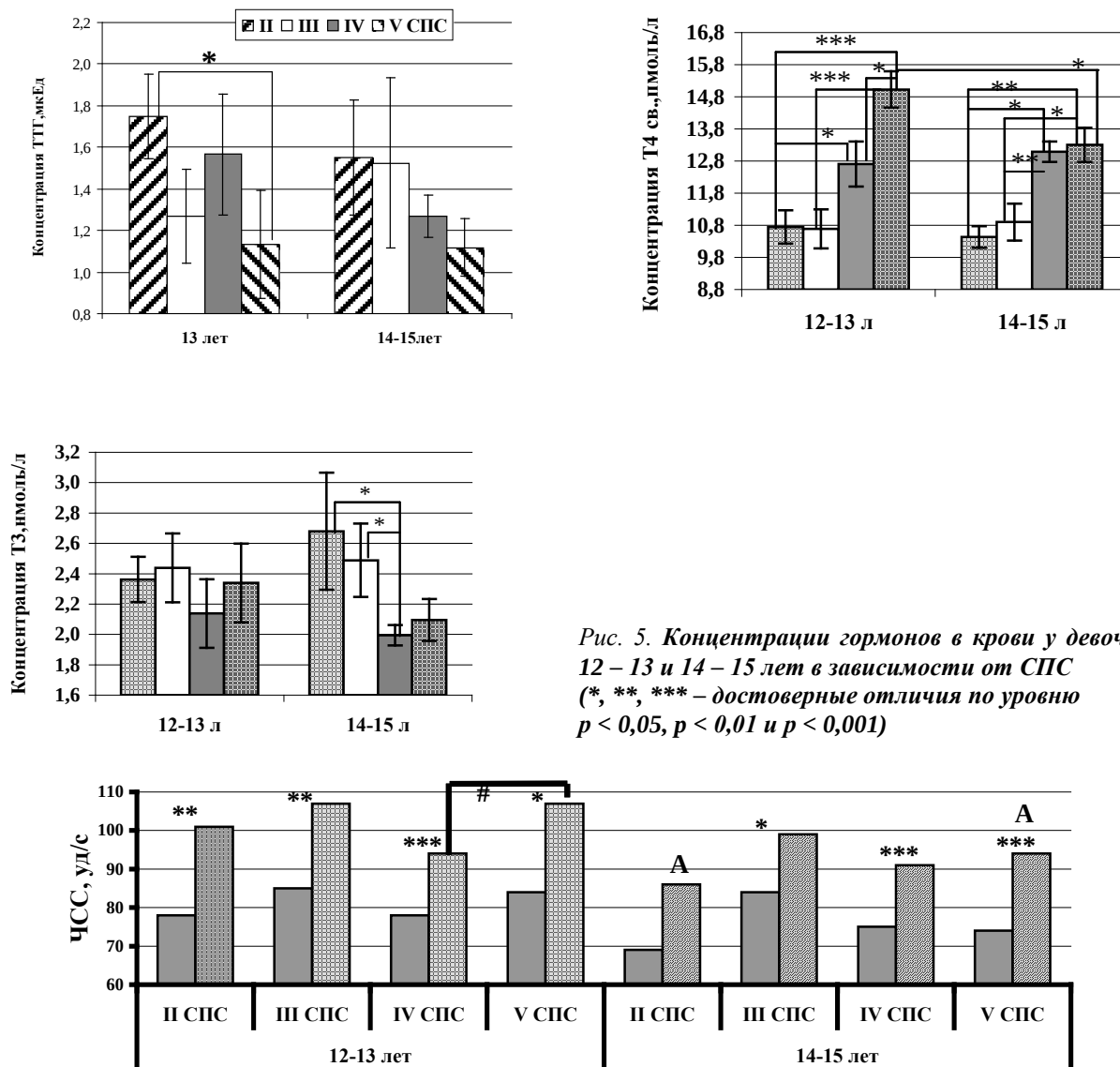


Рис. 5. Концентрации гормонов в крови у девочек 12 – 13 и 14 – 15 лет в зависимости от СПС (*, **, *** – достоверные отличия по уровню $p < 0,05$, $p < 0,01$ и $p < 0,001$)

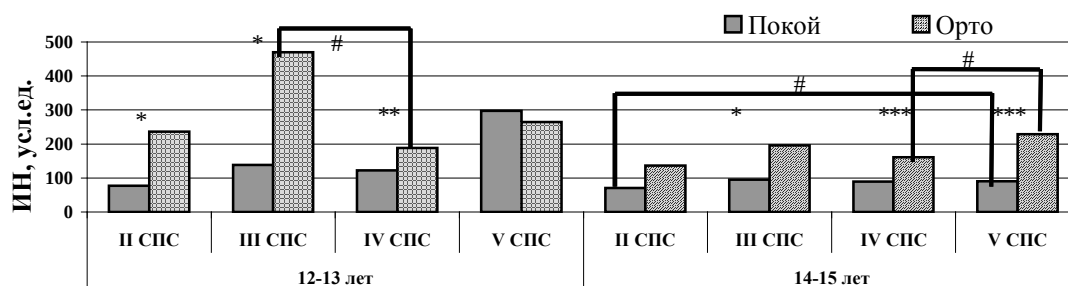


Рис. 6. Сравнительная характеристика частоты сердечных сокращений и индекса напряжения (медиана) в покое и ортостазе разновозрастных девочек в зависимости от СПС (достоверные отличия: * – между покоем и ортостазом; B – по возрасту; # – по стадиям)

Оценка индивидуальных заключений о функциональном состоянии организма по сердечному ритму представлено на рис. 7. Нормальное функциональное состояние выявлено у трети младших девочек на II стадии полового созревания и 16,7 % девочек с IV стадией. Незначительное напряжение встречается у половины девочек, находящихся на IV стадии, у трети – на II и V, и лишь у 11 % девочек на III. У четверти младших девочек на II стадии полового созревания, у 2/3 девочек – на III стадии и у трети – на IV-V стадиях обнаружено значительное напряжение. Максимальное количество девочек со

срывами механизмов регуляции сердечного ритма выявлено на III и V стадиях полового созревания, лишь 8,3 % у девочек на II стадии и отсутствуют на IV.

Индивидуальная оценка функционального состояния у старших девочек выявила норму у 25 % на II стадии, 18,4 % – на IV и 15,4 % – на V, незначительное напряжение у 25 % на II стадии, 55,6 % – III, 44,9 % – IV и 26,9 % – V. Срыв адаптации выявлен у 6,1 % старших девочек на IV стадии и 15,4 % на V стадии, на ранних стадиях таких девочек не было.

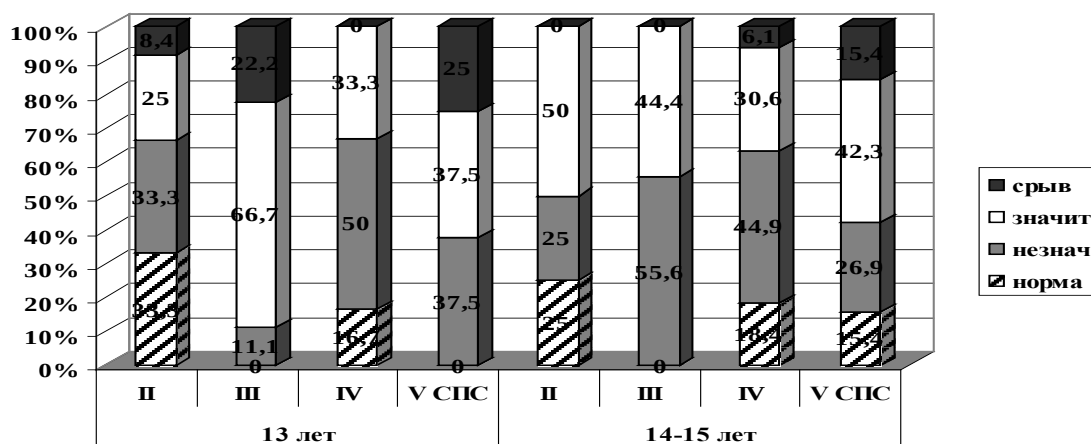


Рис. 7. Функциональное состояние систем вегетативной регуляции у девочек 12 – 13 и 14 – 15 лет на разных стадиях полового созревания

Время реакции простой зрительно-моторной реакцию у девочек 12-13 и 14-15 лет наименьшее на III СПС, причем у старших достоверно, по сравнению с IV-V стадиями развития. Работоспособность и функциональная подвижность головного мозга у младших девочек снижается от III к V СПС ($p < 0,05$). У старших девочек – подобной тенденции нет, и самые низкие показатели выявляются на II стадии развития. Снижение динамичности нервных процессов (рис. 8) от II к V стадии может приводить к проблемам в обучении младших девочек, на всех СПС динамичность нервных процессов у старших девочек выше, по сравнению с младшими. Исследо-

вание уравновешенности нервных процессов (реакция на движущийся объект) выявило максимальное время опережений у девочек 12-13 лет на II и IV СПС и его достоверное снижение к V стадии развития, причем время запаздывания имеет тенденцию к нарастанию, и, судя по индексу уравновешенности к V СПС, тормозные процессы становятся преобладающими. Кроме того, у всех девочек к V стадии достоверно снижается количество точных реакций в тесте РДО, что свидетельствует о снижении уравновешенности.

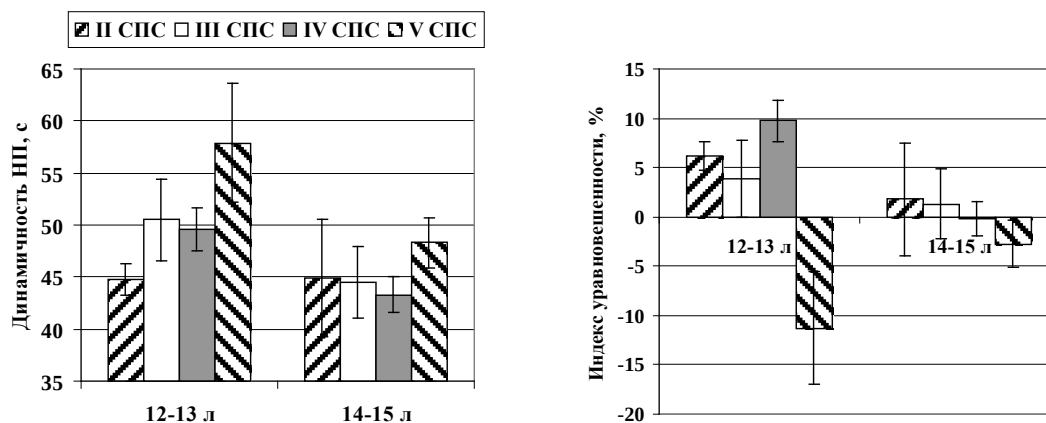


Рис. 8. Сравнение нейродинамических показателей девочек 12 – 13 и 14 – 15 лет в зависимости от СПС ($M \pm m$)

Изучение мнемических функций и внимания у девочек 12 – 13 лет в зависимости от степени половой зрелости показало, что объем смысловой кратковременной памяти не меняется. Объем механической памяти имеет тенденцию к увеличению к V стадии полового созревания, а образная память достоверно увеличивается к V стадии. Объем внимания также достоверно увеличивается к IV – V стадиям полового созревания. У старших девочек наивысший объем внимания выявлен на II СПС, тогда как объемы кратковременной памяти увеличиваются от II к IV – V стадиям полового созревания.

Таким образом, нейродинамические показатели в младшей возрастной группе имеют отрицательную динамику в процессе полового созревания, по сравнению со старшими девочками, что, вероятно, связано с накоплением утомления в связи с высокой скоростью созревания. Кроме того, самая высокая ситуативная и личностная тревожность отмечалась у всех девочек на II СПС, причем у старших девочек она несколько выше, чем у младших на всем протяжении пубертата.

Выводы

Девочки, имеющие одинаковую стадию полового созревания, но разный календарный возраст, характеризуются особенностями физического и эндокринно-вегетативного статуса:

а) у девочек 12 – 13 лет наблюдаются признаки более интенсивного и неравномерного физического развития, а у старших – более равномерного;

б) у девочек 12 – 13 лет происходит резкое увеличение пролактина и свободного тироксина к V стадии полового созревания при неизменной концентрации T_3 и существенно высокой концентрации кортизола, тогда как в старшей возрастной группе происходит плавное увеличение концентрации большинства гормонов на фоне снижения T_3 ;

в) с увеличением стадии полового созревания у девочек 12 – 13 лет выявляются признаки утомления, характеризующиеся резким снижением динамичности нервных процессов, нарастанием неуравновешенности, появлением признаков перенапряжения по показателям вариабельности сердечного

ритма.

Литература

- Аршавский, И. А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития / И. А. Аршавский. – М.: Наука, 1982. – 270 с.
- Баевский, Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. И. Кириллов, С. З. Клецкин. – М., 1984. – 221 с.
- Игишева, Л. Н. Оценка функционального состояния организма с помощью программного комплекса ORTOPLUS: методическое руководство / Л. Н. Игишева, А. Р. Галеев. – Кемерово, 2000. – 30 с.
- Коколина, В. Ф. Гинекологическая эндокринология детей и подростков / В. Ф. Коколина. – М.: Медицинское информационное агентство, 2001. – 287 с.
- Крайг, Г. Психология развития / Г. Крайг. – СПб.: Питер, 2000. – 987 с.
- Макаренко, Н. В. Определение функциональной подвижности нервной системы человека на приборе ПНН-3 / Н. В. Макаренко, Н. В. Кольченко, Ю. Л. Майдинов // Высшая нервная деятельность. – 1984. – Т. 34. – № 5. – С. 972 – 974.
- Мирзаханова, Р. М. Морфофункциональные особенности девочек-подростков с различным темпом полового созревания / Р. М. Мирзаханова: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Кемерово, 2003. – 25 с.
- Половое развитие детей и подростков Московского региона: влияние ожирения / С. А. Бутрова, И. И. Дедов, В. Р. Кучма и др. // Русский медицинский журнал. – 2006. – Т. 14. – № 26 (Эндокринология). – С. 1872 – 1877.
- Раскуратов, Ю. В. Становление менструальной функции у девочек-подростков как показатель состояния репродуктивной системы / Ю. В. Раскуратов, О. В. Калинина. – Тверь: Губернаторская медицина, 2000. – 104 с.
- Романова, Т. А. Особенности пубертатного периода на современном этапе / Т. А. Романова // Русский медицинский журнал. – 2004. – Т. 12. –

№ 13(213). – С. 778 – 779.

11. Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты / под ред. М. М. Безруких, Д. А. Фарбер. – М.: Образование от А до Я, 2000. – 319 с.

12. Development during adolescence of the neural processing of social emotion / S. Burnett, G. Bird, J. Moll et al. // Journal of cognitive neuroscience. – 2008. – September 29. – P. 1 – 15.

13. Ebling, F. J. The neuroendocrine timing of puberty / F. J. Ebling // Reproduction. – 2005. – V. 129. –

N. 6. – P. 675 – 683.

14. Sisk, C. L. The neuronal basis of puberty and adolescence / C. L. Sisk & D.L. Forester // Nature neuroscience. – 2004. – V. 7. – Is. 10. – P. 1040 – 1047.

15. Weinberger, P. R. The Adolescent Brain: A Work in Progress / P. R. Weinberger, B. Elvevag, J. N. Giedd. – Washington, 2005. – 30 p.

Рецензент – Ю. В. Бушов, Томский государственный университет.