

УДК 612.821+57.017.645+796.41-42

**ПОКАЗАТЕЛИ СТАБИЛОГРАММЫ И СЛОЖНОЙ
ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ У ДЕТЕЙ 12–14 ЛЕТ,
ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ**

**Менджеричкий А.М., Карантыш Г.В., Айдаркина М.Е.,
Косенко Ю.В., Дмитренко Л.М.**

ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, e-mail: karantyshgv@mail.ru

В данной статье представлены результаты сравнительного анализа показателей стабิโลграммы и сложной зрительно-моторной реакции у подростков 12–14 лет с разным уровнем физической тренированности. В обследовании приняли участие спортсмены, занимающиеся аэробными видами спорта. Контрольную группу составили школьники, не занимающиеся в спортивных секциях. В результате проведенного исследования были выявлены возрастно-половые различия сенсомоторной реакции и показателей равновесностных качеств. Было сделано предположение о том, что более высокая способность к координации движений у спортсменов относительно их нетренированных сверстников обеспечиваются за счет перестройки функциональной системы поддержания равновесия, а именно, более сбалансированных изменений линейных и угловых скоростей в процессе поддержания позы в пространстве и лучшего развития зрительно-моторных реакций.

Ключевые слова: спортсмены 12–14 лет, зрительно-моторная реакция, показатели стабิโลграфии

**STABILOGRAM AND COMPLEX VISUAL-MOTOR RESPONSE INDEXES
WITHIN CHILDREN AGED 12–14 ENGAGED IN SPORT**

Menzherickiy A.M., Karantysh G.V., Aydarkina M.E., Kosenko Y.V., Dmitrenko L.M.

FSAEI «Southern Federal University», Rostov-on-Don, e-mail: karantyshgv@mail.ru

The results of comparative analysis of stabilogram and complex visual-motor response indexes within children aged 12–14 with different levels of physical education are introduced in this article. In this examination the sportsmen doing aerobic sports took part. Control group was formed from school pupils not engaged with sports classes activities. As a result of examination the age and sex differences within sensomotor reaction and equilibrium grades were educed. A supposition was made, that better ability to coordinate movements of sportsmen as compared to their untrained peers was secured by reorganization of their organism maintenance functional system, that is, more balanced changes of linear and rotary speeds during postural maintenance in space and better development of visual-motor response.

Keywords: sportsmen aged 12–14, visual-motor response, stabilogram indexes

Подростковый возраст – один из наиболее важных этапов онтогенеза, когда мощный всплеск половых гормонов оказывает непосредственное влияние на координационные функции и сенсомоторные реакции ребенка, взаимодействие которых является недостаточно исследованной темой возрастной и спортивной физиологии.

Время условно-рефлекторного сенсомоторного поведения является удобным показателем для оценки функционального состояния организма человека. Способность сохранять равновесие в вертикальном положении [5] также, как и сенсомоторное реагирование [2, 6, 9], является одним из важнейших условий при взаимодействии человека с внешней средой. Перестройка гормональной системы на этапе полового созревания может повлечь за собой резкую возбудимость, быструю утомляемость. У подростка отмечается повышенная активность подкорковых структур, усиление их влияния на кору больших полушарий, что в конечном итоге приводит к снижению адаптационных возможностей высших отделов центральной нервной системы [4].

При изучении показателей зрительно-моторной реакции можно получить информацию о функциональном состоянии зрительной и двигательной сенсорных систем [1]. Актуальность исследования постуральной системы обусловлена взаимосвязью координационной и когнитивных функций, влиянием степени нарушения равновесностных качеств на уровень их адаптивных способностей [8]. Оформление моторного динамического стереотипа завершается только после полового созревания, т.е. позже, чем заканчивается анатомическое формирование центральной нервной системы [3]. Таким образом, функциональная взаимосвязь зрительной моторной реакции и постуральной системы очевидна. Тем не менее, особенности изменения показателей функционального состояния этих систем на этапе полового созревания в условиях высоких физических нагрузок у спортсменов, остаются недостаточно исследованными.

Целью данной работы явилось изучение показателей стабิโลграммы и сложной зрительно-моторной реакции у детей 12–14 лет, занимающихся спортом.

Материалы и методы исследования

В обследовании приняли участие 359 детей 12–14-летнего возраста, в том числе дети, которые более 2-х лет (3–4 года) занимающиеся аэробными видами спорта (дети-спортсмены): девочки, занимающиеся гимнастикой, мальчики, занимающиеся легкой атлетикой. В контрольную группу вошли школьники, не занимающиеся дополнительно в спортивных секциях. Исследование функции равновесия было проведено на компьютерном стабиланализаторе с биологической обратной связью «Стабилан-01» («ОКБ-РИТМ», г. Таганрог). Для анализа функции равновесия была использован тест «Мишень» [7]. Оценивали следующие показатели: качество функции равновесия (КФР, %); нормированную площадь вектрограммы (НПВ, мм²/сек.) – суммарная площадь вектрограммы, отнесенная ко времени записи сигнала; линейную скорость среднюю (ЛСС, мм/сек.) – среднее значение линейной скорости в процессе обследования; угловую скорость среднюю (УСС, мм/град.) – средняя скорость изменения направления векторов скорости движения центра давления. Для исследования сложной зрительно-моторной реакции (СЗМР) использовали устройство психофизиологического тестирования УПФТ «Психофизиолог» («Медиком МТД», г. Таганрог). В тесте СЗМР оценивали уровень бысродействия, который оценивают в относительных единицах: 5 – высокий; 4 – выше среднего; 3 – средний; 2 – ниже среднего; 1 – низкий. Уровень сенсомоторных реакций также оценивали в относительных единицах по 4-бальной шкале: 1 – высокий; 2 – средний; 3 – ниже среднего; 4 – низкий. Анализировали также суммарное число ошибок и среднее время реакции (мс). Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием статистической программы Statistica 6.5. Сравнение показателей сложной зрительно-моторной реакции и показателей стабильности проводили с использованием однофакторного дисперсионного анализа «ANOVA».

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ результатов исследования показателей стабильности (табл. 1) показал, что в 12-летнем возрасте у мальчиков-спортсменов значение средней линейной скорости (на 34%, $p < 0,05$) ниже, что, вероятно, отразилось и на меньшем значении у них нормированной площади вектрограммы (на 38%, $p < 0,05$) относительно мальчиков 12 лет, не занимающихся спортом. В 13-летнем возрасте у мальчиков-спортсменов выявлены меньшие значения средней линейной скорости (на 50%, $p < 0,05$), но более высокие показатели средней угловой скорости (на 27%, $p < 0,05$) по сравнению с мальчиками того же возраста, которые не занимались дополнительно спортом. У девочек-спортсменок в 13-летнем возрасте нормированная площадь вектрограммы и средняя угловая скорость были выше, соответственно, на 93% ($p < 0,05$) и 36% ($p < 0,05$) относительно их сверстниц, не занимающихся спортом. В 14-летнем возрас-

те у мальчиков-спортсменов качество функции равновесия и нормированная площадь вектрограммы не отличались от соответствующих показателей их сверстников, однако у занимающихся спортом подростков характер поддержания вертикальной позы отличался: было повышено значение средней линейной скорости на 26% ($p < 0,05$) и снижен показатель средней угловой скорости (на 25%, $p < 0,05$) по сравнению с мальчиками того же возраста, не занимающихся спортом. У девочек-спортсменок в 14 лет выявлено меньшее значение нормированной площади вектрограммы (на 26%, $p < 0,05$) и средней линейной скорости (на 29%, $p < 0,05$), а также повышение средней угловой скорости (на 40%, $p < 0,05$) относительно их сверстниц, не занимающихся спортом.

При сравнении показателей сложной зрительно-моторной реакции у детей было показано (табл. 1), что у 12-летних мальчиков, занимающихся спортом, среднее время реакции на стимул было на 25% ниже ($p < 0,05$), чем у их сверстников, не занимающихся спортом.

12-летние девочки-спортсменки при выполнении тестирования делали меньше ошибок (на 27%, $p < 0,05$) по сравнению с не занимающимися спортом девочками того же возраста. В 13-летнем возрасте у мальчиков-спортсменов выявлены более низкие показатели среднего времени реакции (на 34%, $p < 0,05$) и более высокий уровень бысродействия по сравнению с мальчиками, не занимающимися спортом. 13-летние девочки-спортсменки делали больше ошибок в процессе тестирования (на 66%, $p < 0,05$) относительно их сверстниц, не занимающихся спортом. В 14-летнем возрасте у мальчиков-спортсменов был более высокий уровень бысродействия по сравнению с мальчиками-подростками, не занимающимися спортом. Наибольшие различия показателей СЗМР установлено при сравнении значений у девочек-спортсменок с их сверстницами, не занимающимися спортом. В том числе, 14-летние спортсменки делали меньше ошибок (на 52%, $p < 0,05$), показали меньшее среднее время реакции (на 32%, $p < 0,05$) и более высокий уровень бысродействия (на 57%, $p < 0,05$), за счет чего уровень их сенсомоторных реакций соответствовал средним значениям, тогда как у их сверстниц, не занимающихся спортом, он был ниже среднего уровня.

Далее были проанализированы возраст-половые различия показателей стабильности и СЗМР в группах обследованных подростков. В контрольных группах между мальчиками и девочками выявлено

значимое различие показателя качества функции равновесия только в 13-летнем возрасте, когда у мальчиков этот показатель снижен по сравнению с девочками ($p < 0,05$). У спортсменов различий данного показателя между мальчиками и девочками не установлено. Тем не менее, показано, что значение нормированной площади вектрограммы у мальчиков-спортсменов в 12-летнем возрасте выше, а в 14-летнем возрасте ниже, чем у девочек-спортсменов. В контрольной группе показатели НПВ и средней линейной скорости были выше у мальчиков в 12 и 13 лет, но ниже в 14-летнем возрасте

по сравнению с девочками того же возраста ($p < 0,05$). У спортсменов в данном возрастном диапазоне между мальчиками и девочками одного возраста не установлено различий значений средней линейной скорости. Интересно отметить, что в 13-летнем возрасте как в контрольной группе, так и у спортсменов у мальчиков показатель средней угловой скорости был ниже, чем у их сверстниц. Но в 14 лет у мальчиков контрольной группы значение УСС превышало соответствующий показатель девочек, а у спортсменов была выявлена обратная тенденция.

Таблица 1

Показатели сложной зрительно-моторной реакции и стабильности у подростков, занимающихся и не занимающихся спортом

показатель/ группы		возраст/пол		12		13		14	
		мальчики	девочки	мальчики	девочки	мальчики	девочки		
Суммарное количество ошибок	контроль	6,23 ± 0,24*	4,58 ± 0,21	17,30 ± 0,82*	4,38 ± 0,21	4,21 ± 0,19*	12,68 ± 0,53		
	спортсмены	5,64 ± 0,27*	3,32 ± 0,15#	15,53 ± 0,64*	7,27 ± 0,37#	3,42 ± 0,17*	6,13 ± 0,33#		
Среднее время реакции	контроль	572,45 ± 21,38	535,72 ± 24,81	672,47 ± 33,65	561,87 ± 26,99	512,62 ± 23,38	607,34 ± 28,71		
	спортсмены	427,23 ± 18,52#	495,46 ± 22,40	443,15 ± 19,79#	485,65 ± 20,61	421,39 ± 21,83	412,46 ± 19,38#		
Уровень быстрой реакции	контроль	3,47 ± 0,16	2,82 ± 0,12	2,33 ± 0,10*	3,62 ± 0,15	2,91 ± 0,13	2,64 ± 0,11		
	спортсмены	3,94 ± 0,20	3,25 ± 0,17	3,86 ± 0,16#	3,58 ± 0,16	4,24 ± 0,22#	4,15 ± 0,21#		
Уровень сенсомоторных реакций	контроль	3,17 ± 0,14	2,88 ± 0,13	3,81 ± 0,17	3,14 ± 0,14	2,86 ± 0,12	3,54 ± 0,16		
	спортсмены	2,53 ± 0,11	2,31 ± 0,10	3,29 ± 0,14	2,95 ± 0,13	2,60 ± 0,14	2,48 ± 0,11#		
Качество функции равновесия	контроль	73,51 ± 3,12	81,44 ± 3,82	65,20 ± 3,13	85,17 ± 4,16	82,42 ± 3,84	68,13 ± 3,35		
	спортсмены	83,22 ± 3,90	87,74 ± 4,23	72,85 ± 3,44	78,42 ± 3,26	88,37 ± 4,25	74,51 ± 3,78		
Нормированная площадь вектрограммы	контроль	0,32 ± 0,014	0,16 ± 0,07	0,36 ± 0,015	0,15 ± 0,006	0,16 ± 0,07	0,35 ± 0,012		
	спортсмены	0,21 ± 0,010	0,15 ± 0,05	0,29 ± 0,013	0,29 ± 0,011	0,14 ± 0,05	0,26 ± 0,010		
Средняя линейная скорость	контроль	14,53 ± 0,65	8,35 ± 0,32	16,42 ± 0,79	8,73 ± 0,40	8,52 ± 0,41	17,80 ± 0,63		
	спортсмены	8,97 ± 0,37	8,14 ± 0,41	8,29 ± 0,38	7,95 ± 0,37	10,74 ± 0,48	12,51 ± 0,58		
Средняя угловая скорость	контроль	21,47 ± 0,97	27,35 ± 1,20	15,96 ± 0,68	27,34 ± 1,17	25,43 ± 1,03	17,70 ± 0,74		
	спортсмены	26,13 ± 1,68	23,24 ± 1,14	20,37 ± 0,95	37,13 ± 1,25	18,97 ± 0,69	24,75 ± 1,11		

Примечание: * – достоверные отличия показателей у мальчиков относительно значений у девочек одного возраста (при $p < 0,05$): сравнение показателей проводили в контрольной группе, либо в группе спортсменов; # – достоверные отличия показателей у спортсменов относительно детей, не занимающихся спортом по возрастному-половому признаку (при $p < 0,05$).

В контрольной группе у мальчиков суммарное количество ошибок было выше в 12- и 13-летнем возрасте (соответственно, на 36% и 295%, $p < 0,05$) и ниже в 14-летнем возрасте (на 52%, $p < 0,05$) относительно их сверстниц. В 13-летнем возрасте у мальчиков уровень быстрой реакции был ниже, чем у девочек. У подростков, занимающихся спортом, были получены аналогичные результаты при анализе показателя суммарного количества ошибок: в 12- и 13-летнем возрасте мальчики делали больше ошибок

(соответственно, на 70% и 114%, $p < 0,05$), а в 14-летнем возрасте – меньше (на 44%, $p < 0,05$) относительно девочек. Остальные показатели СЗМР у спортсменов не различались между мальчиками и девочками.

В результате статистической обработки данных с использованием однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) были выявлены возрастные особенности изменения показателей стабильности и сложной зрительно-моторной реакции у детей контрольной группы и занимающихся спортом

(табл. 2). У всех обследованных детей с возрастом (от 12 до 14 лет) показана зависимость показателя нормированной площади вектрограммы со средней линейной скоростью: чем выше был показатель НПВ у детей, тем более высокое значение линейной скорости. Исключение составили девочки, занимающиеся

спортом: у них выявлена обратная тенденция изменений этих показателей с возрастом.

Для детей контрольной группы и девочек, занимающихся спортом, была показана взаимосвязь возрастных изменений НПВ и средней угловой скоростью при поддержании равновесия.

Таблица 2

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) межгрупповых изменений показателей стабиллограммы и зрительно-моторной реакции в зависимости от возраста у детей контрольной группы и занимающихся спортом (F-критерий, p)

Возраст×показатель	Контрольная группа		Спортсмены	
	мальчики	девочки	мальчики	девочки
НПВ×УСС	8,46 p < 0,01	9,04 p < 0,01	2,71 p > 0,05	9,74 p < 0,01
НПВ×ЛСС	7,22 p < 0,01	8,26 p < 0,01	10,39 p < 0,01	9,48 p < 0,01
НПВ×кол-во ошибок	6,93 p < 0,05	8,28 p < 0,05	9,93 p < 0,01	11,72 p < 0,01
НПВ×ур. быстроедействия	7,82 p < 0,01	6,31 p < 0,05	2,64 p > 0,05	1,38 p > 0,05
НПВ×СВР	6,35 p < 0,05	2,64 p > 0,05	5,73 p < 0,05	2,11 p > 0,05
НПВ×УСМР	7,92 p < 0,01	1,75 p > 0,05	10,36 p < 0,01	5,82 p < 0,05

Также установлено, что в данном возрастном диапазоне существует связь между нормированной площадью вектрограммы и количеством сделанных ошибок при выполнении тестирования на уровень сенсомоторной реакции: увеличение сделанных ошибок положительно соотносится с площадью вектрограммы всех обследованных детей. В контрольной группе детей выявлена взаимосвязь возрастных изменений нормированной площади вектрограммы с уровнем быстрогодействия при выполнении тестирования на определение уровня зрительно-моторной реакции. У мальчиков контрольной группы и занимающихся спортом показана взаимосвязь нормированной площади вектрограммы и среднего времени реакции в изучаемом возрастном диапазоне. Кроме того, определена взаимосвязь НПВ с уровнем сенсомоторных реакций у всех детей за исключением девочек контрольной группы.

Заключение

Поддержание равновесия связано с качеством сенсомоторных реакций, уровень которых в определенные возрастные периоды снижается, особенно, в подростковом возрасте, когда происходит перестройка функциональной системы поддержания равновесия. В проведенном исследовании были установлены возрастно-половые особенности взаимосвязи показателей сложной зри-

тельно-моторной реакции и стабиллографии у подростков, занимающихся аэробными видами спорта. У большинства подростков-спортсменов качество функции равновесия выше, чем у их сверстников, не занимающихся спортом. Исключение составила группа девочек-спортсменок 13-летнего возраста. Мы предполагаем, что данное качество обеспечивается за счет динамических изменений средней линейной и угловой скоростей при поддержании функции равновесия. Наиболее высокие показатели качества функции равновесия были установлены у девочек 12-летнего возраста и мальчиков 14-летнего возраста, занимающихся спортом, у которых соотношение средней линейной скорости к средней угловой скорости составило, соответственно, 0,35 и 0,57. Значительное снижение или, напротив, возрастание данного показателя (как в случае с мальчиками 13 лет и девочками 14 лет контрольной группы и девочек-спортсменок 13-летнего возраста), вероятно, являлось одним из факторов понижения у этих детей координационных качеств. Также, следует отметить, что у 13-летних девочек-спортсменок на снижение координационных качеств, возможно, повлияло и то, что они допускают большое количество ошибок в тест на зрительный стимул (что было продемонстрировано в тесте на сложную зрительно-моторную реакцию) по сравнению с их сверстницами, не

занимающимися спортом. Наибольшее количество ошибок в данном тесте допускали 13-летние мальчики в не зависимости от уровня их тренированности; у этих подростков выявлены наименьшие показатели КФР. Однако у мальчиков-спортсменов снижение КФР в 13-летнем возрасте относительно 12-ти 14-ти лет было менее выражено по сравнению с их сверстниками, не занимающимися спортом. Предположительно, это может быть связано с тем, что в этом возрасте у мальчиков-спортсменов ниже время реакции на зрительный стимул и выше уровень быстрейшего действия. Таким образом, поддержание позы в пространстве зависит от ряда факторов, среди которых важное место занимает уровень физической тренированности. Изменения равновесностных качеств в подростковом возрасте, связанные с гормональными перестройками в организме, в меньшей степени наблюдаются у спортсменов, у которых компенсация снижения координации движений происходит на фоне лучшего развития зрительно-моторных реакций. Возможно, это связано с тем, что в процессе физических тренировок у спортсменов в подростковом возрасте не наблюдается столь же выраженных гормональных сдвигов, как у их сверстников, не занимающихся профессиональными видами спорта.

Список литературы

1. Беленко И.С. Особенности психофизиологического статуса юных футболистов и баскетболистов 10–15 лет // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2009. – № 2(17). – С. 130–134.
2. Беленко И.С. Психофизиологические особенности у юных спортсменов игровых видов спорта разного возрастного периода развития и тренированности // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2009. – № 3(81). – С. 54–58.
3. Ильин Е.П. Психомоторная организация человека. СПб.: Питер, 2003. 384 с.
4. Кирпичев В.И. Физиология и гигиена подростка. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 208 с.
5. Лях В.И. Двигательные способности школьников: основы теории и методики развития. – М.: Терра-Спорт, 2000. – 192 с.
6. Макаренко Н.В., Кравченко О.К., Андриенко Е.Д. и др. Сенсомоторные функции в онтогенезе человека и их связь со свойствами нервной системы // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 6. – С. 52–57.
7. Руководство пользователя «Стабилап-01» / Программно-методическое обеспечение компьютерного стабилографического комплекса. Таганрог: ЗАО ОКБ «РИТМ», 2007. – 176 с.
8. Скворцов Д.В., Иванова Г.Е., Поляев Б.А., Стаховская Л.В. Диагностика и тестирование двигательной патологии инструментальными средствами // Вестник восстановительной медицины. – 2013. – № 5. – С. 74–78.
9. Шаханова А.В., Беленко И.С. Психофизиологические особенности и механизмы адаптации к повышенной мышечной деятельности у юных футболистов ДЮСШОР // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2007. – № 4. – С. 141–146.