

УДК 581.1 + 591.1 + 576.32/.36

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ЮНОШЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

¹Исхакова А.Т., ²Ситдиков Ф.Г., ¹Кузнецова Р.Ф.

¹ФГБОУ ВПО «Бирский филиал БГУ», Бирск, e-mail: atira.63@bk.ru;

²ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань

Проведен анализ функционального состояния организма юношей с разным уровнем двигательной активности. Учитывались следующие показатели, характеризующие состояние сердечной деятельности и электролитного баланса мочи: частота сердечных сокращений, индекс напряжения регуляторных механизмов сердечного ритма, концентрация альдостерона, ионов натрия и калия в моче. Установлено, что функциональное состояние организма студентов зависит от уровня их двигательной активности. На экономизацию в работе сердца у студентов факультета физической культуры указывают уровни хронотропного компонента и централизации управления ритмом сердца, а также показатели минералокортикоидной активности надпочечников. Выявлено, что у студентов факультета физической культуры уровень альдостерона, ионов натрия и калия в моче ниже, чем у их сверстников с физико-математического факультета.

Ключевые слова: юноши-студенты, сердечный ритм, ионы мочи, альдостерон, двигательная активность

FEATURES OF THE FUNCTIONAL CONDITION OF THE ORGANISM OF YOUNG MEN WITH VARIOUS LEVEL OF PHYSICAL ACTIVITY

¹Iskhakova A.T., ²Sitdikov F.G., ¹Kuznetsova R.F.

¹Birsky branch of the Bashkir State University, Birsk, e-mail: atira.63@bk.ru;

²Kazan (Volga) Federal University, Kazan

The analysis of a functional condition of an organism of young men with different level of physical activity is carried out. The following indicators characterizing a condition of *warm* activity and electrolytic balance of urine were considered: frequency of warm reductions, index of tension of regulatory mechanisms of a warm rhythm, aldosterone concentration, sodium and potassium ions levels in urine. The functional condition of an organism of students depends on level of physical activity. To an economization in heart work at students of sport faculty point level of a chronotropic component and centralization of management by a heart rhythm, and also indicators of mineralocorticoid activity of adrenal glands. It is revealed that students of faculty of physical culture have a level aldosterone, than sodium and potassium ions in urine is lower, than at their contemporaries from physical and mathematical faculty

Keywords: youth students, warm rhythm, urine ions, aldosterone, physical activity

Одним из основных физиологических факторов, оказывающих значительное воздействие на состояние организма, является адекватная двигательная активность. Не случайно физическая культура и спорт являются в повседневной жизни как одно из условий, способствующих укреплению здоровья и повышению работоспособности. Под влиянием ежедневных занятий физическими упражнениями отмечаются существенные изменения сердечного ритма [1, 2]. Это отражает процесс становления новых взаимоотношений между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы, автономным и центральным контурами регуляции сердечного ритма [3, 5, 9]. Адаптационные возможности и уровень здоровья напрямую зависят от функциональных резервов организма.

Систематическая мышечная деятельность усиливает потенциальные возможности эндокринных желез, вызывает увеличение запасов гормонов, хотя уровень отдельных гормонов (тироксина, инсулина) в крови в состоянии покоя понижен [4]. При

этом совершенствуются механизмы передачи действия гормонов, а также наблюдается увеличение количества вторичного передатчика – цАМФ (3,5-циклического аденозинмонофосфата) в мышцах, повышение чувствительности ферментов к передатчику либо рецепторов к гормонам, что способствует проявлению высокой физической работоспособности организма [5]. В ансамбле эндокринных желез на мышечную нагрузку первыми реагируют симпатoadреналовая и гипоталамо-надпочечниковая системы. Прямое и опосредованное действие на сердце оказывают практически все биологически активные вещества, содержащиеся в плазме крови. Такими веществами являются катехоламины, выделяемые мозговым веществом надпочечников – адреналин, норадреналин и дофамин [7]. Действие этих гормонов опосредуется В-адренорецепторами кардиомиоцитов, что и определяет конечный результат их влияния на миокард. Он аналогичен симпатической стимуляции и заключается в активации фермента аденилатциклазы и усилении синтеза циклического АМФ (3,5-цикличе-

ского аденозинмонофосфата), с последующей активацией фосфорилазы и повышением уровня энергетического обмена. Такое действие на пейсмекерную ткань вызывает положительный хронотропный, а на клетки рабочего миокарда – положительный инотропный эффекты. Усиливающим инотропный эффект действием катехоламинов является повышение проницаемости мембран кардиомиоцитов к ионам кальция [3].

Действие других гормонов (глюкагон, йодсодержащие гормоны щитовидной железы) на миокард неспецифическое и реализуется опосредованно, например, через влияние на активность симпатoadреналовой системы. Положительное инотропное действие на сердце оказывают также гормоны коры надпочечников (кортикостероиды), вазопрессин и ангиотензин. Вместе с тем прямые положительные инотропные эффекты последних на сердце скрываются за их непрямыми эффектами, обусловленными повышением давления в аорте и увеличением объема циркулирующей крови [4].

На мышечную нагрузку одними из первых реагируют симпатoadреналовая и гипоталамико-надпочечниковая системы. При этом уровень гормонов надпочечников – глюкокортикоидов и минералокортикоидов – зависит от интенсивности, длительности физических нагрузок, а также от степени тренированности организма [7].

Альдостерон действует на клетки дистальных канальцев почек, усиливая реабсорбцию натрия в обмен на ионы калия или водорода. В присутствии высоких концентраций этого гормона основное количество оставшегося натрия реабсорбируется; если же концентрация альдостерона мала, натрий не реабсорбируется, а выводится с мочой в относительно больших количествах [4].

Показатели вариабельности сердечного ритма, уровня альдостерона, ионов калия и натрия в моче являются важной областью исследований, которая позволяет получить информацию об особенностях управления сердечным ритмом, степенью активности различных звеньев регуляторных механизмов и составить представление о выраженности общей адаптационной реакции организма на различные физические нагрузки [5].

В связи с вышесказанным **целью работы** явилось изучение вариабельности сердечного ритма и показателей электролитного состава и уровня альдостерона в моче у студентов-юношей с различным уровнем двигательной активности.

Задача исследований:

1. Изучение вариабельности кардиоинтервалов у юношей с различным уровнем двигательной активности.

2. Изучение уровня гормона альдостерон и минералов Na^+ и K^+ в моче у юношей с различным уровнем двигательной активности.

Материал и методы исследований

Исследования проводились в лаборатории кафедры «Биология и экология» Бирского филиала Башкирского государственного университета (БГУ). В исследованиях участвовали студенты, обучающиеся в БГУ.

Всего было обследовано 64 юноши-студента, обучающихся на факультете физической культуры (ФФК) и физико-математическом факультете (ФМФ) в возрасте 18–22 лет (1-й и 5-й курсы). Студенты, обучающиеся на ФФК (35 человек), вошли в группу с повышенной двигательной активностью, а юноши ФМФ (29 человек) – с обычной двигательной активностью.

Для оценки сердечного ритма использовали кардиограф «Диамант-К» и пакет компьютерных программ к нему «ARMA SOFT CARDIO» (ЗАО «Диамант», г. Санкт-Петербург). Анализу подвергались такие показатели, как частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин), индекс напряжения (ИН, усл. ед), характеризующий централизацию управления сердечным ритмом и определяемый по формуле

$$ИН = AMo/2 \cdot Mo \cdot dx,$$

где AMo – амплитуда моды (частота встречаемости Mo , выраженная в %); Mo – наиболее часто встречающиеся значения R-R-интервала; dx – вариационный размах.

Концентрацию ионов натрия и калия в моче определяли потенциометрическим методом при помощи ионоселективных электродов на анализаторе «Эксперт-001» (НПП «Эжоникс – Эксперт», г. Москва). Для определения уровня гормона альдостерона в порционной моче использовали метод иммуноферментного анализа (анализатор «Униплан», ЗАО «ПИКОН», г. Москва) с помощью наборов реактивов (набор реагентов Aldosteron, direct (EIA-4128), DRG, Германия).

Полученные результаты статистически обрабатывали по программе электронных таблиц EXCEL в системе WINDOWS. Достоверность различий определяли с помощью стандартных значений t -критерия Стьюдента (Лакин, 1980; Автандилов, 1990; Реброва, 2002).

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ результатов исследования показал, что у студентов, обучающихся на первом и пятом курсах разных факультетов, частота сердцебиений укладывается в рамки физиологической нормы. Однако, как на первом, так и на пятом курсах обучения частота сердечных сокращений у студентов ФФК была ниже, чем у их сверстников с ФМФ (таблица).

Систематические занятия физической культурой и спортом приводят к морфологическим изменениям, которые заключаются в физиологической дилатации и физиологической гипертрофии сердца. Физиологическая дилатация способствует

ет увеличению в покое резервного объема крови. Благодаря физиологической гипертрофии мышцы сердца увеличивается сила сердечного сокращения. Функциональные особенности сердца у тренированного юноши характеризуются экономизацией работы сердца в покое и высокой его производительностью в процессе физической нагрузки (Брехман И.И., 1990).

Частота сердцебиений у студентов, обучающихся на физкультурном факультете, к 5 курсу снижается у 14%, что говорит об экономизации работы сердечно-сосудистой системы, а у студентов факультета физики-математики остается на том же уровне. У 73% студентов 1 курса факультета физической культуры и у 55% студентов физико-математического факультета выявлено,

что показатели ЧСС в покое соответствуют должным величинам, а к 5 курсу соответствие у 86% (ФФК) и у 33% (физико-математический факультет) студентов. Кроме того, у 27% студентов 1 курса ФФК обнаруживается брадикардия, тогда как у студентов ФМФ она выявляется лишь у 9% студентов. У 36% студентов ФМФ отмечено учащенное сердцебиение. К 5 курсу брадикардия выявляется – у 14% (ФФК) студентов, а у пятикурсников физико-математического факультета брадикардия не выявлена, наоборот, отмечается у 67% студентов увеличение этого показателя.

У студентов ФФК к пятому курсу по средним показателям ЧСС наблюдается снижение данного показателя, тогда как у юношей ФМФ этот показатель практически не меняется.

Показатели функционального состояния организма студентов физкультурного (ФФК) и физико-математического (ФМФ) факультета

Показатели	1 курс		5 курс	
	ФФК	ФМФ	ФФК	ФМФ
ЧСС, уд./мин	80,88 ± 2,64	84,04 ± 2,49	75,01 ± 2,93	83,54 ± 3,81
ИН, у.е.	244,23 ± 48,68	325,13 ± 84,56	211,29 ± 26,91	310,01 ± 94,70
Na ⁺ , ммоль/л	53,79 ± 3,78*	71,10 ± 3,69	55,59 ± 2,79*	71,44 ± 3,92
K ⁺ , ммоль/л	31,68 ± 1,45*	64,70 ± 2,8**	34,69 ± 1,56	41,43 ± 3,79
альдостерон, пг/мл	4,95 ± 0,32**	5,46 ± 0,44**	3,86 ± 0,31	4,18 ± 0,28

Примечание:

- * – различие между показателями студентов-сверстников разных факультетов статистически значимо ($p < 0,05$);
- ** – различие между показателями студентов 1 и 5 курсов одного факультета статистически значимо ($p < 0,05$).

Литературные данные свидетельствуют о том, что оценку состояния механизмов регуляции ритмом сердца можно осуществлять по величине индекса напряжения сердечного ритма [9]. Увеличение вариабельности сердечного ритма (ВСР) рассматривается как один из критериев возможности физиологической адаптации [2, 3]. Проведенная нами оценка индивидуальных значений ИН студентов-юношей показывает, что удовлетворительные механизмы регуляции сердечного ритма (ИН ниже 100 у.е. в покое) выявляются у 35% обследованных первокурсников ФФК и 23% ФМФ. Состояние напряжения механизмов адаптации сердца (ИН = 100–200 у.е.) характерно для 35% студентов первого курса ФФК и 39% ФМФ. Неудовлетворительная адаптация регуляторных механизмов (ИН = 200–600 у.е.) отмечается у 24 и 28% юношей первого курса ФФК и ФМФ соответственно. Срыв механизмов адаптации (значения ИН более 600 усл.ед.) выявлен у 6% юношей ФФК и у 10% юношей ФМФ. К пятому курсу происходит уменьшение числа юношей с удов-

летворительным состоянием механизмов регуляции ритма сердца (до 26% юношей ФФК и 20% юношей ФМФ). Среди пятикурсников ФФК срыв механизмов регуляторных систем адаптации не наблюдается. В целом роль центрального контура в регуляции ритма сердца у студентов как первого, так и пятого курсов ФМФ выражена больше, чем у сверстников ФФК, а у первокурсников, чем студентов пятого курса.

На вариабельность сердечного ритма, показатели центральной гемодинамики и состояние гомеостаза влияет гормон альдостерон, регулирующий минеральный обмен. Он избирательно стимулирует транспорт ионов Na⁺ и K⁺ в почках, слюнных, потовых железах и железах желудочно-кишечного тракта [4, 8].

Регуляция синтеза и секреции альдостерона осуществляется преимущественно ангиотензином – II, что дало основание считать альдостерон частью ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС), обеспечивающей регуляцию водно-солевого обмена и показателей гемодинамики [6,

7]. В покое у лиц, занимающихся регулярными физическими нагрузками, вагусный тонус преобладает над симпатическим [2]. Парасимпатические влияния на сердечный ритм приводят к увеличению калиевой проводимости клеточной мембраны и угнетению пейсмейкерного тока [8, 10]. При повышении функционального напряжения организма происходит возрастание активности симпатoadренальной системы и минералокортикоидной активности надпочечников, что находит свое отражение в содержании ионов натрия и калия в биологических средах (слюна, моча) организма. У обследованных студентов ФФК уровень альдостерона, ионов натрия и калия в моче был ниже, чем у сверстников из ФМФ. У студентов пятого курса ФФК происходит незначительное повышение концентрации рассматриваемых электролитов в моче на фоне снижения уровня альдостерона мочи, тогда как у юношей ФМФ отмечаются снижение уровня альдостерона в моче, стабильность по натрию и достоверное уменьшение ионов калия.

Заключение

Таким образом, проведенные нами исследования свидетельствует о том, что имеются различия со стороны сердечно-сосудистой системы (ЧСС) и регуляции сердечным ритмом, а также содержанием альдостерона и ионов Na^+ и K^+ у студентов-юношей ФФК и физико-математического факультета, имеющих различный уровень двигательной активности. Студенты физкультурного факультета имеют большую двигательную активность, чем студенты-юноши контрольной группы, обучающиеся на физико-математическом факультете, за счет занятий физической культурой и спортом, что благоприятно сказывается на состоянии сердечно-сосудистой системы, на состоянии регуляторных систем организма и на состоянии гомеостаза. Поэтому показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы, вариабельность сердечного ритма студентов-юношей ФФК говорят об экономичной работе сердечно-сосудистой системы и о тренированности регуляторных механизмов управления сердечным ритмом, эндокринной системы, в частности, надпочечников.

Список литературы

1. Бутченко Л.А., Предпатологические состояния и патологические изменения при нерациональных занятиях спортом // Спортивная медицина. – М.: Медицина, 1984. – С. 152–169.
2. Баевский Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического приме-

нения / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. – № 3. – С. 108–127.

3. Ванюшин М.Ю., Ванюшин Ю.С. Адаптация кардиореспираторной системы спортсменов в разных видах спорта и возраста к физической нагрузке. – Казань: Изд-во ООО «Печать-Сервис-XXI век», 2011. – 138 с.

4. Виру А.А., Кырге П.К. Гормоны и спортивная работоспособность. – М.: ФиС, 1983. – 159 с.

5. Денисов А.Б. Слюнные железы. Слюна. – М.: РАМН, 2003. – 136 с.

6. Кассиль Г.Н., Вайсфельд И.Л., Метлина Э.Ш., Шрейберг Г.Л., Гуморально-гормональные механизмы регуляции функций при спортивной деятельности. – М.: Наука, 1978. – 198 с.

7. Ситдилов Ф.Г., Шайхелисламова М.В. Гормональный статус и вегетативный тонус у детей 7–15-летнего возраста: монография. – Казань: ТГПУ 2008. – 122 с.

8. Ноздрачев А.Д. Физиология вегетативной нервной системы. – Л.: Медицина, 1993. – 296 с.

9. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 58 с.

10. Щербатых Ю.В. Что выявляет спектральный анализ вариабельности сердечного ритма? // Прикладные информационные аспекты медицины. – Воронеж, 1999. – Т. 2. – № 4–40.

References

1. Butchenko L.A. Predpatologicheskie sostojaniya i patologicheskie izmeneniya pri neracional'nyh zanjatijah sportom // Sportivnaja medicina. M.: Medicina, 1984. pp. 152–169.

2. Baevskij R.M. Variabel'nost' serdechnogo ritma: teoreticheskie aspekty i vozmozhnosti klinicheskogo primeneniya / R.M. Baevskij, G.G. Ivanov // Ul'trazvukovaja i funkcional'naja diagnostika. 2001. no. 3. pp. 108–127.

3. Vanjushin M.Ju., Vanjushin Ju.S. Adaptacija kardiorespiratornoj sistemy sportsmenov v raznyh vidov sporta i vozrasta k fizicheskoj nagruzke.-Kazan': Izd-vo ООО «Pechat'- Servis-XXI vek», 2011. 138 p.

4. Viru A.A., Kyrge P.K. Gormony i sportivnaja rabotosposobnost'. M.: FiS, 1983. 159 p.

5. Denisov A.B. Sljunnye zhelezy. Sljuna. M.: RAMN, 2003. 136 p.

6. Kassil' G.N., Vajsfel'd I.L., Metlina Je.Sh., Shrejb-berg G.L., Gumoral'no-gormonal'nye mehanizmy reguljaccii funkcij pri sportivnoj dejatel'nosti. M.: Nauka, 1978. 198 p.

7. Sitdikov F.G., Shajhelislamova M.V. Gormonal'nyj status i vegetativnyj tonus u detej 7–15 letnego vozrasta // Monografija. Kazan': TGGPU 2008. 122 p.

8. Nozdachev A.D. Fiziologija vegetativnoj nervnoj sistemy. L.: Medicina, 1993. 296 p.

9. Shlyk N.I. Serdechnyj ritm i tip reguljaccii u detej, podrostkov i sportsmenov. Monografija. Izhevsk: Izdatel'stvo «Udmurtskij universitet», 2009. 58 p.

10. Shherbatyh Ju.V. Chto vyjavljaet spektral'nyj analiz variabel'nosti serdechnogo ritma? // Prikladnye informacionnye aspekty mediciny. Voronezh, 1999. T2. no. 4–40.

Рецензенты:

Имильбаева Э.А., д.б.н., профессор кафедры лабораторной диагностики ИПО ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава РФ, г. Уфа;

Кутлин Н.Г., д.б.н., профессор, зав. кафедрой биологии и экологии Бирского филиала БГУ, г. Бирск.

Работа поступила в редакцию 26.07.2013.