

*Ильютник А. В.*, канд. биол. наук, доцент,

*Новицкая В. И.*, канд. пед. наук,

*Зубовский Д. К.*, канд. мед. наук,

*Асташова А. Ю.*,

*Зубовская Т. М.*

БГУФК (Минск);

*Ilyutsik A. V.*, Ph.D.,

*Novitskaya V. I.*, Ph.D.,

*Zubovsky D. K.*, Ph.D.,

*Astashova A. U.*,

*Zubovskaya T. M.*

BSUPC (Minsk);

## **СОСТОЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У СТУДЕНТОВ-ПЕРВОКУРСНИКОВ СПФ СИИЕ**

### **THE STATE OF CENTRAL HEMODYNAMICS FIRST-YEAR STUDENTS OF FACULTY OF SPORT AND MARTIAL ART**

**АННОТАЦИЯ.** В статье изложены результаты исследования функционального состояния студентов-первокурсников спортивно-педагогического факультета спортивных игр и единоборств УО БГУФК по показателям центральной гемодинамики. У юношей отмечено экономичное функционирование сердечно-сосудистой системы в состоянии покоя. Для девушек характерны адекватные изменения показателей центральной гемодинамики при выполнении физической нагрузки.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** студенты; центральная гемодинамика; ударный объем, физическая нагрузка.

**ABSTRACT.** The article presents the results of a study of the functional state of first-year students of Faculty of Sport and Martial Art BSUFC in terms of central hemodynamics. The young men showed economical functioning of the cardiovascular system at rest. Girls are characterized by adequate changes in the indicators of central hemodynamics when performing physical activity.

**KEYWORDS:** students; central hemodynamics; shock volume; physical activity.

**Введение.** Проблема адаптации студентов к учебной деятельности особенно актуальна для студентов-первокурсников, так как связана с сохранением здоровья и достижением высоких результатов в учебе [1]. Функциональное состояние студентов, в том числе занимающихся спортом, продолжает изучаться для того, чтобы эффективно проводить профилактические и коррекционные мероприятия по предупреждению психоэмоциональных и физических перегрузок в процессе обучения. Для студентов-спортсменов, как правило, характерно сочетание большого объема учебной информации и интенсивной физической нагрузки на фоне высокого нервно-эмоционального напряжения, что может привести к нарушениям в работе функ-

циональных систем, в том числе и аппарата кровообращения. Поэтому своевременное выявление подобных состояний важно для сохранения здоровья обучающихся спортсменов. Оценка показателей центральной гемодинамики может использоваться как элемент здоровьесберегающего образовательного процесса.

Цель исследования – оценить функциональное состояние студентов-первокурсников по показателям центральной гемодинамики.

Методы и организация и методы исследования. Исследование проводилось в рамках выполнения I этапа темы НИР «Комплексное здоровьесберегающее сопровождение образовательного процесса студентов-первокурсников спортивно-педагогического факультета спортивных игр и единоборств по специальности «Тренер по виду спорта»». В тестировании приняли участие 78 студентов-первокурсников спортивно-педагогического факультета спортивных игр и единоборств УО БГУФК (63 юноши и 15 девушек, возраст 18 (17,3; 18,0) лет). Показатели центральной гемодинамики регистрировались методом дифференциальной тетраполярной реографии (компьютерный реограф «Импекард-М»). Изучались показатели центральной гемодинамики: частота сердечных сокращений – ЧСС (уд/мин); систолическое, диастолическое, среднее артериальное давление – соответственно САД, ДАД, АД ср. (мм рт. ст.); ударный объем крови – УО (мл); минутный объем кровообращения – МОК (мл/мин); сердечный индекс – СИ (л/мин×м<sup>2</sup>); давление наполнения левого желудочка – ДНЛЖ (мм рт. ст.); общее периферическое сопротивление сосудов – ОПСС (дин×с×м-5); а также производное от ЧСС и АД: общий гемодинамический показатель – ОГП (усл. ед.). Показатели регистрировали в покое и сразу после выполнения физической нагрузки. В качестве тестирующей нагрузки использовали субмаксимальный тест на тредмиле со ступенчатым повышением нагрузки. Статистический анализ данных производили с помощью пакета программ «Microsoft Office Excel» и «IBM SPSS Statistics 20». Количественные данные представлены в виде медианы значений (Me) и интерквартильного размаха с описанием значений 25 и 75 перцентилей: Me (25%; 75%). Критическим значением уровня значимости считали 0,05.

Результаты исследований. На основании полученных экспериментальных данных рассчитаны среднегрупповые величины показателей центральной гемодинамики у студентов-первокурсников в зависимости от пола в состоянии покоя и после выполнения физической нагрузки (таблица).

**Таблица. – Показатели центральной гемодинамики студентов-первокурсников**

| Показатели               | Обследованные студенты-первокурсники |                      |
|--------------------------|--------------------------------------|----------------------|
|                          | Юноши, n=63                          | Девушки, n=15        |
| до нагрузки              |                                      |                      |
| САД, мм рт. ст.          | 115 (110; 120)*                      | 100 (100; 105)*      |
| ДАД, мм рт. ст.          | 65 (60; 70)                          | 60 (60; 60)          |
| АДср., мм рт.ст.         | 81,7 (78,3; 86,7)*                   | 73,3 (73,3; 76,7)*   |
| ЧСС, уд/мин              | 57 (52; 64)                          | 62 (56; 67)          |
| Частота брадикардии, %   | 61,9                                 | 33,3                 |
| УО, мл                   | 137,5 (115,3; 155,4)                 | 126,8 (105,5; 138,6) |
| МОК, л/мин               | 8,1 (6,7; 9,1)                       | 8,1 (6,9; 8,3)       |
| СИ, л/мин×м <sup>2</sup> | 4,2 (3,6; 4,9)                       | 4,6 (4,2; 4,8)       |
| ОПСС, ин×с×см-5          | 800 (708; 943)                       | 762 (688; 846)       |

| Показатели                           | Обследованные студенты-первокурсники |                     |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
|                                      | Юноши, n=63                          | Девушки, n=15       |
| ОГП, у.е.                            | 141 (133; 148)                       | 138 (134; 142)      |
| после выполнения физической нагрузки |                                      |                     |
| САД, мм рт. ст.                      | 190 (180; 210)*                      | 160 (150; 160)*     |
| ДАД, мм рт. ст.                      | 50 (0; 60)                           | 55 (50; 60)         |
| АДср., мм рт.ст.                     | 93,3 (80,0; 98,3)                    | 88,3 (83,3; 92,5)   |
| ЧСС, уд/мин                          | 173 (171; 175)                       | 173 (172; 175)      |
| УО, мл                               | 111,4 (97,6; 131,6)                  | 104,0 (99,3; 136,5) |
| МОК, л/мин                           | 18,7 (16,6; 22,7)                    | 18,1 (17,0; 23,4)   |
| СИ, л/мин×м2                         | 10,1 (8,5; 12,5)                     | 11,2 (9,7; 12,7)    |
| ОПСС, ин×с×см-5                      | 692 (597; 817)                       | 743 (549; 842)      |

*Примечание:* \* – значимые различия между группами по U-критерию Манна–Уитни,  $P < 0,05$ .

Отмечены значимые различия показателей артериального давления у юношей и девушек (таблица). Так, у студентов регистрировали значимо более высокие значения показателей САД, АДср. по сравнению со студентками ( $p < 0,05$ , таблица). При этом у юношей значения ЧСС были ниже, чем у девушек, и значимо чаще отмечалась брадикардия в покое. У юношей ЧСС ниже 60 уд/мин отмечена в 61,9 % случаев, а у девушек – в 33,3 % случаев ( $P < 0,05$  по критерию Фишера,  $\text{фэмп} = 2,02$ ). Таким образом, высокая частота брадикардии в группе студентов свидетельствует об экономизации кровообращения в состоянии покоя.

Выявлено, что показатели УО и МОК у обследованных студентов-первокурсников были выше физиологической нормы [2, 3]. Величины УО у юношей составили 111,4 (97,6; 131,6) мл, у девушек – 104 (99,3; 136,5) мл. Среднегрупповые значения МОК находились в пределах 18,7 (16,6; 22,7) л/мин у студентов и 18,1 (17,0; 23,4) л/мин у студенток (таблица). Как средние, так и индивидуальные высокие показатели ударного объема у студентов свидетельствуют о высокой производительности миокарда и в целом об адаптации к физическим нагрузкам и высоком уровне развития физических качеств.

Согласно литературным данным, общим фактором повышенного УО у спортсменов является сниженное периферическое сопротивление сосудов. В данном исследовании у студентов в состоянии покоя также отмечены показатели ОПСС на уровне 800 (708; 943)  $\text{дин} \times \text{с} \times \text{см}^5$  у юношей и 762 (688; 846)  $\text{дин} \times \text{с} \times \text{см}^5$  у девушек (таблица).

ОГП является одной из интегральных характеристик системы кровообращения и адаптационных возможностей организма. Среднестатистические уровни ОГП как у юношей, так и у девушек соответствовали хорошему гемодинамическому состоянию [2], отмеченному у 58,7 % студентов и 86,7 % студенток. Отличное состояние гемодинамики ( $\text{ОГП} < 125$ ) диагностировалось примерно с одинаковой частотой у юношей (36,5 %) и у девушек (33,3 %). Неудовлетворительное состояние гемодинамики у юношей выявлено в 17,5 % случаев, у девушек – в 6,7 % случаев.

Проведен анализ динамики показателей центральной гемодинамики у студентов в зависимости от пола при выполнении физической нагрузки (таблица). У девушек наблюдались наиболее оптимальные изменения рассматриваемых показателей

по сравнению с юношами. Так, например, в обеих группах отмечено закономерное повышение САД и снижение ДАД при выполнении физической нагрузки. Однако сдвиги АД у юношей были более выраженными: систолическое давление возросло на 65,2 % у юношей и на 60,0 % и девушек соответственно, диастолическое давление снизилось на 23,1 % у юношей и на 8,3% соответственно. При этом прирост ЧСС в обеих группах был практически одинаковым (таблица).

Необходимо обратить внимание на изменение величины УО после нагрузки. Как у студентов, так и у студенток отмечено значимое снижение величины УО при выполнении физической нагрузки по сравнению с состоянием покоя: на 19,0 % у юношей и на 18,0 % у девушек ( $p < 0,05$  по W-критерию парных наблюдений Уилкоксона). В результате МОК, как производное от УО, при выполнении физической нагрузки у юношей увеличился в 2,3 раза по сравнению с исходными значениями, а у девушек – в 2,2 раза. При этом увеличение минутного объема кровообращения после нагрузки реализуется преимущественно за счет хронотропного механизма деятельности сердца (увеличение ЧСС).

У студентов в большинстве случаев (82,5 %) величина ударного объема снижалась по сравнению с дорабочими значениями. У студенток УО снижался при выполнении нагрузочного тестирования в 53,3 % случаев, что значимо ниже по сравнению с юношами ( $P < 0,05$ , фэмп=2,23). У юношей увеличение УО зафиксировано только в 17,5 % случаев, что значимо ниже по сравнению с группой девушек, в которой данный показатель составил 46,7 % ( $P < 0,05$ , фэмп=2,23).

Проведен индивидуальный анализ показателей центральной гемодинамики у студентов-первокурсников, определены типы кровообращения в состоянии покоя, типы гемодинамической реакции на физическую нагрузку, а также выявлены особенности данных характеристик в группах юношей и девушек.

В общей группе студентов не отмечены лица с гипокинетическим типом кровообращения. Среди юношей частота встречаемости гиперкинетического типа кровообращения составила 60,3 %, а среди девушек – 80,0 %. Согласно литературным данным [2, 3], поддержание уровня артериального давления при гиперкинетическом типе гемодинамики осуществляется за счет большого СИ и высокой мощности сокращения левого желудочка при низких величинах общего периферического сопротивления. В случае гипокинетического типа, напротив, ведущую роль в поддержании гомеостаза играет артериоларный тонус, при этом СИ и мощность сокращения левого желудочка минимальные, а ОПСС – максимальное. Нормокинетический тип характеризуется промежуточными значениями данных показателей и может рассматриваться как самый экономичный тип функционирования сердечно-сосудистой системы [2, 3]. Невысокая частота встречаемости нормокинетического типа кровообращения у обследованных студентов-первокурсников указывает на некоторое напряжение функционирования системы кровообращения. Наличие гиперкинетического типа кровообращения в покое характеризуется как ограничивающее резервные возможности гемодинамического ответа на физические нагрузки.

Индивидуальный анализ реакций системы кровообращения на физическую нагрузку выявил статистически значимые различия в группах юношей и девушек. У студенток по сравнению со студентами чаще отмечена гипертоническая реакция (60,0 и 30,2 % соответственно,  $P < 0,05$ , фэмп=2,12).

Следует также отметить, что у студентов значимо чаще, чем у студенток зарегистрирован феномен бесконечного тона после выполнения нагрузочного тестирова-



ния. Феномен бесконечного тона, при котором ДАД не определяется, а САД достигает 160–190 мм рт. ст., является вариантом дистонического типа реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку [3]. При измерении АД постоянно выслушивается систолический тон с момента его появления и до нуля (это не означает, что ДАД равно нулю). Появление феномена бесконечного тона является критерием утомления, перенапряжения. В механизмах этого явления преобладает несоответствие сердечного выброса и периферического тонуса сосудов. У студентов в 31,7 % случаев отмечен дистонический тип реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку, что значимо чаще по сравнению со студентками, у которых данный тип реакции на нагрузку зарегистрирован в 6,7 % ( $P < 0,05$ ,  $\phi_{эмп} = 2,35$ ).

Заключение. При изучении показателей центральной гемодинамики в условиях покоя и при выполнении тестирующей физической нагрузки в группах студентов в зависимости от пола отмечено, что у юношей чаще встречается брадикардия в состоянии покоя, а также реже выявляется гиперкинетический тип кровообращения по сравнению с девушками, что характеризует экономичное функционирование сердечно-сосудистой системы в состоянии покоя.

Как у юношей, так и у девушек в состоянии покоя чаще диагностировалось хорошее или отличное состояние гемодинамики.

Показатели УО и МОК в обеих группах студентов-первокурсников выше физиологической нормы, с высокой частотой отмечен гиперкинетический тип кровообращения, что свидетельствует о высокой производительности миокарда и об адаптации к физическим нагрузкам. Как у юношей, так и у девушек отмечено снижение величины ударного объема при выполнении физической нагрузки, следовательно, увеличение минутного объема кровообращения после нагрузки реализуется преимущественно за счет хронотропного механизма деятельности сердца.

При выполнении тестирующей физической нагрузки у юношей значимо чаще отмечен дистонический тип гемодинамической реакции и зафиксирован феномен бесконечного тона, а также значимо чаще отмечено снижение величины ударного объема по сравнению с девушками, что отражает некоторое напряжение механизмов функционирования сердечно-сосудистой системы у юношей.

Таким образом, у студентов отмечено экономичное функционирование сердечно-сосудистой системы в состоянии покоя, а для студенток характерны адекватные изменения показателей центральной гемодинамики при выполнении физической нагрузки.

Анализ показателей центральной гемодинамики способствует выявлению индивидуальных критериев адаптации организма к физическим нагрузкам. Контроль функционального состояния организма студентов – важный элемент здоровьесберегающего образовательного процесса.

1. Севрюкова, Г. А. Физиологические аспекты адаптации студентов вуза к условиям профессионального обучения: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.13 / Г. А. Севрюкова; Астраханский гос. ун-т. – Астрахань, 2005. – 40 с.

2. Оценка типов реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку / Г. М. Загородный [и др.] // Спортивная медицина. – 2000. – № 2. – С. 19–23.

3. Состояние центральной гемодинамики и вариабельности сердечного ритма у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса / А. Ю. Мальцев [и др.] // Физиология человека. – 2010. – Том 36, № 1. – С. 112–118.