

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ, СПОРТИВНОЇ МЕДИЦИНИ ТА АДАПТИВНОГО ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У СТУДЕНТОВ-ГРЕБЦОВ



*Ильютик Анна, Хроменкова Елена, Асташова Анастасия,
Зубовский Дмитрий, Сируц Андрей*
Учреждение образования «Белорусский государственный
университет физической культуры»

Анотація

У статті наводяться результати досліджень функціонального стану серцево-судинної системи студентів-веслярів за показниками центральної гемодинаміки в стані спокою і при виконанні тестуючого фізичного навантаження. Спортсменки, які спеціалізуються в академічному веслуванні та веслуванні на байдарках і каное, характеризуються більш економічним функціонуванням серцево-судинної системи в стані спокою і адекватними змінами показників центральної гемодинаміки при виконанні фізичного навантаження в порівнянні з веслярами-чоловіками.

Ключові слова: система кровообігу, центральна гемодинаміка, фізичне навантаження, веслування на байдарках і каное.

Annotation

Research results of a functional state of the cardiovascular system of students-rowers according to indicators of the central haemodynamics at rest and under testing physical load are presented in the article. Sportswomen specializing in rowing and rowing on kayaks and canoe are characterized by more economic functioning of the cardiovascular system at rest and by adequate changes of indicators of the central haemodynamics at physical loading in comparison with the male rowers.

Keywords: blood circulation system, central haemodynamics, physical load, rowing on kayaks and canoe.

Постановка проблеми. Эффективное функционирование сердечно-сосудистой системы (ССС) во многом определяет спортивный результат, так как повышенный энергообмен и увеличенный кислородный запрос при физических нагрузках может быть удовлетворен за счет усиления кровотока и доставки кислорода к сокращающимся скелетным мышцам. По типу реакции ССС на физическую нагрузку, например, при проведении функциональной пробы, можно оценить состояние организма спортсмена.

При выявлении атипических типов реакций ССС на физическую нагрузку важно определить причины их возникновения: заболевание, неправильное построение тренировочного процесса, нарушение режима тренировки и др. Поэтому своевременное выявление подобных состояний важно для сохранения здоровья учащихся спортсменов.

Цель исследования – оценка функционального состояния ССС студентов-гребцов по показателям центральной гемодинамики в состоянии покоя и при выполнении физической нагрузки.

Организация и методы исследования. Функциональное



Показатели центральной гемодинамики студентов-гребцов

Показатели	Группы					
	спортсмены			спортсменки		
	до нагрузки	после нагрузки	P1	до нагрузки	после нагрузки	P2
САД, мм рт. ст.	115* (110; 120)	180* (160; 190)	0,000	100** (90; 115)	150** (145; 175)	0,000
ДАД, мм рт. ст.	60* (55; 65)	35* (0; 78)	0,001	55** (50; 65)	40** (15; 55)	0,001
АДср, мм рт.ст.	78,3 (73; 83)	79,1 (73; 98)	0,13	70,0** (67; 81)	78,3** (70; 93)	0,012
ЧСС, уд/мин	62* (58; 73)	193* (189; 198)	0,000	59,5** (54; 64)	189** (185; 194)	0,000
УО, мл	123,4 (101; 141)	105,3 (81; 145)	0,33	103,0 (87; 117)	112,7 (102; 125)	0,047
МОК, л/мин	7,5* (7,3; 8,7)	20,3* (15,5; 26,5)	0,000	6,2** (5,1; 7,4)	21,3** (19,1; 27,2)	0,000
УИ, мл/м ²	57,7 (48; 70)	53,0 (40; 67)	0,31	54,8** (51; 65)	62,3** (56; 78)	0,050
СИ, л/мин×м ²	3,7* (3,5; 4,0)	10,3* (7,8; 12,4)	0,000	3,3** (2,6; 4,0)	11,7** (10,5; 14,7)	0,000
ОПСС, дин×с×см ⁵	769* (642; 921)	560* (346; 721)	0,003	759** (631; 1066)	616** (355; 785)	0,001
ДНЛЖ, мм рт. ст.	16,3* (15,4; 17,2)	17,8* (17,2; 20,3)	0,001	17,1 (16,2; 19,7)	19,1 (17,0; 20,4)	0,14
ОГП, у.е.	141 (131; 155)			133 (123; 146)		

Примечания:

1 * – значимые различия при сравнении группы спортсменов до и после нагрузки по W-критерию Уилкоксона, P1 – достигнутый уровень значимости

2 ** – значимые различия при сравнении группы спортсменок до и после нагрузки по W-критерию Уилкоксона, P2 – достигнутый уровень значимости

состояние сердечно-сосудистой системы оценивалось по показателям центральной гемодинамики (ЦГД).

В тестировании принимали участие 20 высококвалифицированных гребцов, студентов БГУФК (11 мужчин и 9 женщин). КМС – 8 спортсменов, МС – 9, МСМК – 3. Спортсмены специализировались в гребле на байдарках (10 человек), в гребле на каноэ (5 человек) и в гребле академической (5 человек). Спортсмены проходили тестирование 2 раза.

Показатели системного кровообращения регистрировались методом дифференциальной тетраполярной реографии при

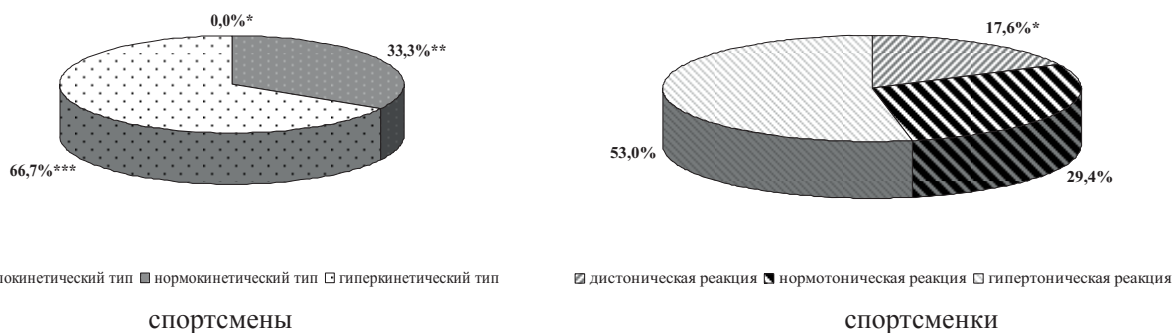
помощи компьютерного многофункционального реографа «Импекард-М». Изучались показатели ЦГД: ЧСС (уд/мин); САД, ДАД, АДср. (мм рт. ст.); ударный объём крови – УО (мл); минутный объём кровообращения – МОК (мл/мин); ударный индекс – УИ (мл/м²); сердечный индекс – СИ (л/мин×м²); давление наполнения левого желудочка – ДНЛЖ (мм рт. ст.); общее периферическое сопротивление сосудов – ОПСС (дин×с×см⁻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, выполнявшейся без отдыха, вплоть до отказа от работы. Регистрация ЧСС осуществлялась через одну минуту при помощи пульсометра «Polar».

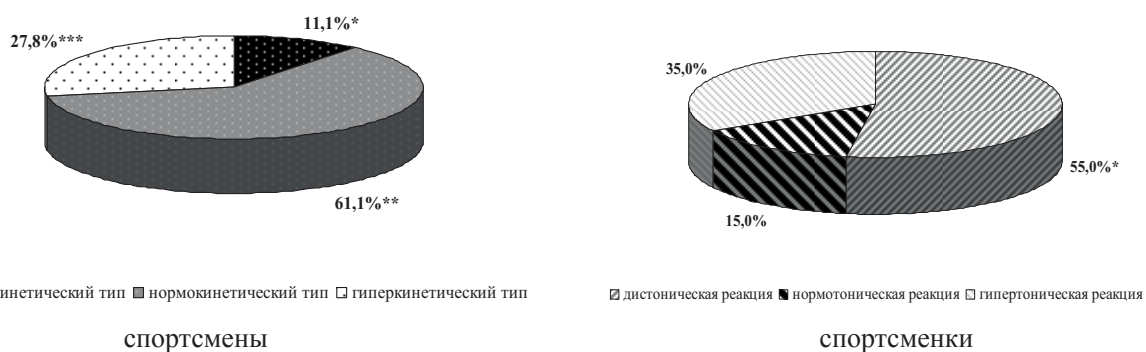
Статистический анализ данных производили с помощью программ «Microsoft Office Excel» и «IBM SPSS Statistics 20». Проводили проверку нормальности распределения количественных признаков с использованием критериев Шапиро-Уилка и Колмогорова-Смирнова. Полученные данные (основной массив) не



а) типы кровообращения в состоянии покоя



б) типы гемодинамической реакции на физическую нагрузку



Рису. 1. Частота встречаемости различных типов кровообращения в состоянии покоя и различных типов гемодинамической реакции на физическую нагрузку у студентов-гребцов

подчинялись закону нормального распределения и поэтому анализировались методами непараметрической статистики. Статистически значимые различия для парных наблюдений до и после нагрузки определяли с использованием критерия Уилкоксона (W). Значимость различий в частоте, встречаемость какого-либо признака в сравниваемых группах определяли с помощью критерия χ^2 и многомерного критерия углового преобразования Фишера (Ф). 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.

Основные результаты и их обсуждение. На основании полученных экспериментальных данных рассчитаны среднегруппо-

вые величины показателей ЦГД в состоянии покоя и после выполнения нагрузочного тестирования (таблица 1.).

В состоянии покоя показатели ЦГД в основном соответствовали физиологической норме вне зависимости от пола. Отмечен повышенный УО как у мужчин, так и у женщин: 123 (101 – 141) мл и 103 (87 – 117) мл соответственно (таблица 1), что согласуется с литературными данными [1–4]. Как средние, так и индивидуальные высокие показатели УО у спортсменов указывают на высокую производительность их сердца, хорошую адаптацию к физическим нагрузкам и высокий уровень развития физических качеств.

Проведен анализ динамики показателей ЦГД в зависимости от пола (таблица 1). У спортсменок наблюдались наиболее оптимальные изменения показателей ЦГД

по сравнению с мужчинами. САД при нагрузке возрастало на 57% у мужчин и на 50% – у женщин; ДАД снизилось на 42% и 27% соответственно. При этом прирост ЧСС был практически одинаковым: в 3,1 раза в у спортсменов и 3,2 раза – у спортсменок.

У спортсменок отмечено значимое повышение величины УО при выполнении физической нагрузки по сравнению с состоянием покоя: от 103 (87; 117) мл до 112,7 (102; 125) мл ($P=0,047$ по W-критерию). У спортсменов показатель УО, напротив, снижался: от 123,4 (101; 141) мл в покое до 105,3 (81; 145) мл после нагрузки (различия незначимы, таблица 1). В результате МОК при выполнении физической нагрузки у мужчин увеличился в 2,7 раза по сравнению с исходными значениями, а у женщин – в 3,4 раза. Проведен индивидуальный анализ показате-



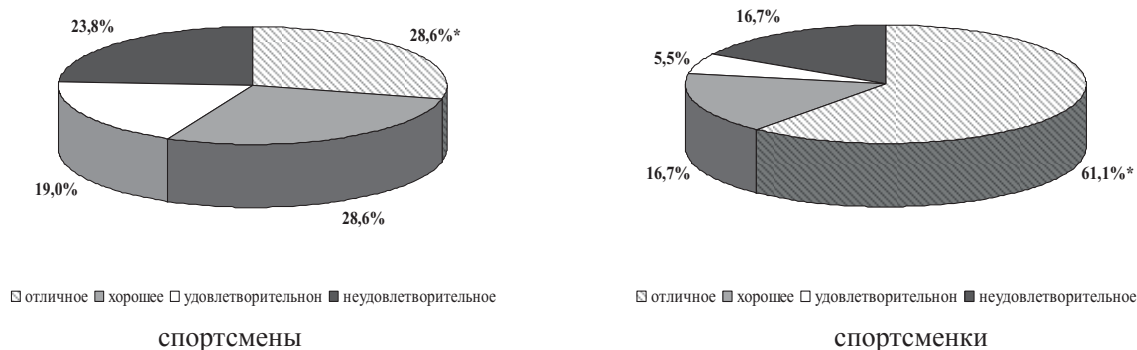


Рис. 2. Общее гемодинамическое состояние сердечно-сосудистой системы студентов-гребцов в состоянии покоя

телей ЦГД у студентов-гребцов в зависимости от пола. Полученные результаты представлены на рисунках 1-3.

На рисунке 1б представлено соотношение различных типов гемодинамической реакции на выполненную физическую нагрузку у студентов-гребцов в зависимости от пола. Индивидуальный анализ реакций системы кровообращения на нагрузку выявил статистически значимые различия в группах мужчин и женщин ($P=0,05$ по критерию χ^2). У спортсменок по сравнению со спортсменами чаще отмечена нормотоническая реакция (29,4% и 15,0% соответственно), а также гипертоническая реакция (53,0% и 35,0% у женщин и мужчин, соответственно, различия незначимы).

У гребцов-мужчин в 55,5% случаев отмечен дистониче-

ский тип реакции ССС на физическую нагрузку (рисунок 1б.), что значительно чаще по сравнению с женщинами – 17,6% ($P<0,01$, $\text{фэмп}=2,44$).

Отмечено, что в группе с наименьшей частотой встречаются спортсмены с гипокинетическим типом кровообращения (5,1%) и примерно с одинаковой частотой – с нормокинетическим (46,2%) и гиперкинетическим (48,7%). Выявлены статистически значимые различия в частоте встречаемости различных типов кровообращения в группах спортсменов и спортсменок ($P=0,03$ по критерию χ^2). Так, у мужчин с наибольшей частотой отмечен гиперкинетический тип гемодинамики: 66,7% (рисунок 1а.), что значительно чаще по сравнению с группой женщин, у которых данный тип

кровообращения зарегистрирован в 27,8% случаев ($P<0,01$ по критерию Фишера, $\text{фэмп}=2,49$). В группе спортсменок преобладал нормоконетический тип – в 61,1% случаев, что значительно выше, чем в группе спортсменов – 33,3% ($P<0,05$, $\text{фэмп}=1,76$, рисунок 1а.). Необходимо отметить, что гипокинетический тип гемодинамики в группе мужчин не встречался, а в группе женщин он выявлен в 11,1% случаев ($P<0,05$, $\text{фэмп}=2,12$).

Это подтверждается при индивидуальном анализе ОГП в группах мужчин и женщин (рисунок 2). Так, у спортсменок значительно чаще по сравнению со спортсменами зафиксированы значения ОГП, соответствующие отличному гемодинамическому состоянию: в 61,1% и 28,6% случаев соответственно ($P<0,05$, $\text{фэмп}=2,08$). У женщин по сравнению с мужчинами реже отмечено удовлетворительное (5,5% и 19,0% соответственно) и неудовлетворительное состояние кровообращения (16,7% и 23,8% соответственно, различия незначимы).

Необходимо также отметить, что у спортсменов значительно чаще, чем у спортсменок зарегистрирован феномен бесконечного тона (ФБТ) после выполнения нагрузочного тестирования (рисунок 3). Феномен бесконечного тона, при котором ДАД не определяется, а САД достигает 160-190 мм рт. ст., является вариантом дис-

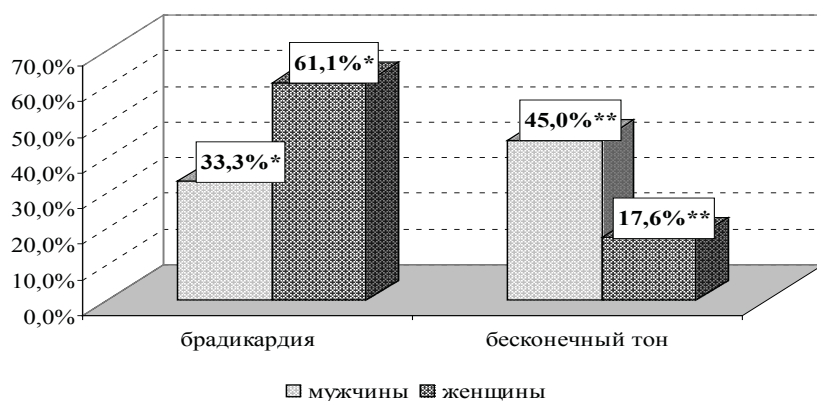


Рис. 3. Частота встречаемости брадикардии в состоянии покоя и феномена бесконечного тона после выполнения физической нагрузки у студентов-гребцов



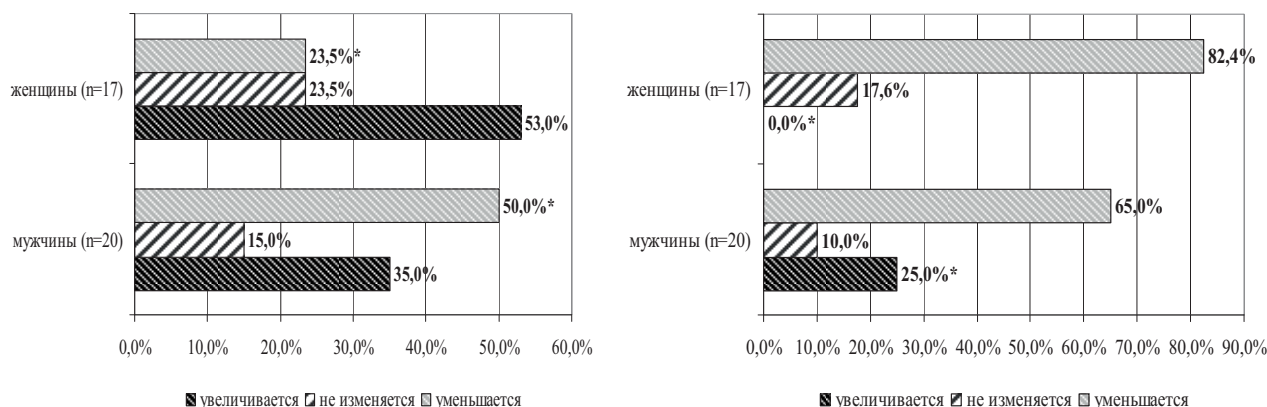


Рис. 4. Изменение УО и ОПСС у студентов-гребцов после выполнения физической нагрузки

тонического типа реакции ССС на нагрузку. Принято считать, что бесконечный систолический тон объясняется «звучанием» стенок сосудов, когда амплитуда звучания имитирует пульсацию крови. Появление ФБТ является критерием переутомления, перенапряжения ССС. У спортсменов ФБТ отмечен в 45,0% случаев, что значительно чаще, чем у спортсменок – 17,6% ($P < 0,05$, фэмп=1,83, рисунок 3.).

Индивидуальный анализ показателей ЦГД показал, что в группе женщин с высокой частотой отмечена брадикардия (61,1%), что значительно выше по сравнению с группой мужчин, у которых брадикардия в покое зарегистрирована только в 33,3% случаев ($P < 0,05$, фэмп=1,76, рисунок 3.).

Общепризнанно, что высокая частота брадикардии свидетельствует об экономизации кровообращения в состоянии покоя, а высокая частота ФБТ при выполнении физической нагрузки в группе спортсменов указывает на некоторое напряжение механизмов функционирования ССС.

На рисунке 4. представлены данные о динамике УО и ОПСС при нагрузке. У спортсменок в большинстве случаев (53,0%) величина УО увеличивалась по сравнению со значениями в покое. У спортсменов увеличение

УО зафиксировано только в 35,0% случаев (рисунок 4). При этом в группе мужчин УО снижался у 50,0% испытуемых, тогда как у спортсменок данный показатель составил только 23,5% ($P < 0,05$, фэмп=1,69, рисунок 4).

Величина ОПСС снижалась при выполнении физической нагрузки как у гребцов-мужчин (в 65,0% случаев), так и у женщин (82,4%, рисунок 4). Однако у спортсменов в 25,0% случаев отмечено увеличение ОПСС, что значительно выше по сравнению с группой спортсменок, в которой такое изменение ОПСС не встречалось (0,0%, $P < 0,01$, фэмп3,17).

Таким образом, при изучении у гребцов показателей ЦГД у мужчин по сравнению с женщинами отмечены статистически значимые отличия ($P < 0,05$), определяющие напряжение механизмов функционирования сердечно-сосудистой системы.

Выводы.

1. Увеличение минутного объема кровообращения после нагрузки у спортсменок реализуется как за счёт хронотропного механизма деятельности сердца (увеличение ЧСС), так и за счет инотропного механизма (увеличение ударного объема). У гребцов-мужчин преимущественно реализуется хронотропный механизм.

2. Спортсменки, специализирующиеся в академической гребле и гребле на байдарках и каноэ, характеризуются более экономичным функционированием сердечно-сосудистой системы в состоянии покоя и адекватными изменениями показателей центральной гемодинамики при выполнении физической нагрузки по сравнению с гребцами-мужчинами

3. Исследование ЦГД способствует выявлению индивидуальных критериев адаптации организма к физическим нагрузкам.

Литература:

1. Граевская, Н.Д. Спортивная медицина: Курс лекций и практические занятия. Учебное пособие / Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова. – Москва: Советский спорт, 2004. – 304 с.
2. Дембо, А.Г. Спортивная кардиология. Руководство для врачей / А.Г. Дембо. – Ленинград: Медицина, 1989. – 464 с.
3. Макарова, Г.А. Спортивная медицина: учебник / Г.А. Макарова. – Москва: Советский спорт, 2003. – 480 с.
4. Kenney, M.J. Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance / M.J. Kenney, D.R. Seals // Hypertension. – 1993. – Vol. 22. – P. 653-658.

