

УДК 57:612.1/2:796.012.446

## ВНЕШНЕЕ ДЫХАНИЕ И ЦЕНТРАЛЬНОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ У ВЫСОКОКЛАССНЫХ ГРЕБЦОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОМАТОТИПА

Кучкарова Л.С., Абдурахманов Ж.С.

*Национальный университет Узбекистана имени М. Улугбека, Ташкент,  
e-mail: abdurahmonov7977@gmail.com*

Цель исследования – выявление особенностей параметров внешнего дыхания и центрального кровообращения у высококвалифицированных гребцов на одиночной байдарке в зависимости от соматотипа. В наблюдениях приняли участие юноши, по национальности узбеки, в возрасте 21-23 года. Антропометрические измерения были осуществлены стандартными в спортивной медицине методами. Оказалось, что окружность грудной клетки при вдохе и выдохе, экскурсия грудной клетки, жизненная ёмкость легких у гребцов обоих типов телосложения были больше, а частота дыхания была меньше по сравнению с неспортсменами аналогичных соматотипов. Результаты показали, что у гребцов эндоморфного телосложения по сравнению с гребцами мезоморфного телосложения жизненная емкость легких была больше, а частота дыхания была меньше, что говорит о большем адаптационном потенциале дыхания у спортсменов эндоморфного соматотипа по сравнению со спортсменами мезоморфного соматотипа. У спортсменов частота сердечных сокращений и диастолическое артериальное давление были меньше, а систолическое и пульсовое артериальное давление, равно как и ударный и минутный объемы крови, были больше по сравнению с неспортсменами. Результаты показали, что частота сердечных сокращений, пульсовое давление и минутный объем крови были больше у гребцов эндоморфного телосложения по сравнению с гребцами мезоморфного соматотипа. Более высокие пульсовое давление и минутный объем крови у гребцов эндоморфного соматотипа, по сравнению со спортсменами мезоморфного телосложения, говорят о повышенной возможности адаптации к физическим нагрузкам. Полученные данные свидетельствуют о том, что адаптационный потенциал внешнего дыхания и центрального кровообращения у спортсменов эндоморфного соматотипа превалирует над таковым у гребцов мезоморфного соматотипа.

**Ключевые слова:** гребцы, мезоморфный и эндоморфный соматотипы, внешнее дыхание, центральная гемодинамика

## EXTERNAL RESPIRATION AND CENTRAL HEMOCIRCULATION IN HIGH-CLASS ROWERS DEPENDING ON SOMATOTYPE

Kuchkarova L.S., Abdurakhmanov Zh.S.

*National University of Uzbekistan, Tashkent, e-mail: abdurahmonov7977@gmail.com*

The research purpose was to identify the features of external respiration and central hemocirculation in highly qualified single kayak rowers depending on somatotypes. Young people Uzbeks by nationality, aged 21-23, took part in the observations. Anthropometric measurements were carried out by standard methods used in sports medicine. It turned out that the chest circumference during inhalation and exhalation, chest excursion, lung vital capacity in rowers of both body types were greater, but the frequency of respiration, was less compared to non-athletes with the similar somatotypes. Results showed in the endomorphic body type rowers, compared to the mesomorphic body type rowers the lung vital capacity prevailed but the breathing frequency was less, which indicates a greater respiration adaptive potential in the endomorphic somatotype athletes compared to the mesomorphic somatotype. In athletes the heart rate and diastolic blood pressure were lower, but systolic and pulse blood pressure, as well as stroke and minute blood volumes were greater compared to non-athletes. The results showed the heart rate, pulse pressure and minute blood volume were higher in the endomorphic body type rowers compared to the mesomorphic somatotype rowers. The higher pulse pressure and minute blood volumes in rowers with endomorphic somatotype compared to athletes with mesomorphic body type indicates an increased possibility adaptation to physical activity. The obtained data show that the external respiration and central hemocirculation adaptive potential in athletes with endomorphic somatotype prevails over that in rowers with mesomorphic somatotype.

**Keywords:** rowers, mesomorphic and endomorphic somatotypes, external respiration, central hemodynamics

### Введение

Как свидетельствует спортивная практика, большинство тренеров при отборе и подготовке спортсменов в основном уделяют внимание двигательным способностям и физическим качествам. Однако игнорирование сложности взаимодействия всех факторов, влияющих на спортивный результат, не всегда приводит к желаемому результату. Доказано, что физические качества не всегда являются первостепенными

и решающими в достижении спортивных результатов по той причине, что качество движения спортсмена во многом зависит от особенностей функционирования висцеральных систем, типа телосложения и других параметров [1].

Известно, что для максимальной реализации физической активности в гребле востребован соответствующий уровень перестройки функциональных систем, в первую очередь дыхательной и сердечно-со-

судистой, которые позволяют выявить степень адаптации спортсмена к физической нагрузке. Поэтому резервные возможности кардиореспираторной системы являются определяющими критериями спортивного мастерства высококвалифицированных гребцов [2; 3]. Действительно, дыхательная и сердечно-сосудистая системы играют ведущую роль в обеспечении мышц кислородом, т.к. энергия окисления органических субстратов участвует в синтезе аденозинтрифосфата (АТФ) – основной формы клеточной энергии. В связи с небольшим запасом АТФ в клетке это макроэргическое соединение регулярно ресинтезируется с участием кислорода. Это показывает, что эффективность двигательной активности зависит от работы кислородоснабжающих дыхательной и сердечно-сосудистой систем, обуславливающих энергообеспечение мышечного сокращения [4]. С этой точки зрения изучение особенностей показателей внешнего дыхания и центрального кровообращения у спортсменов является чрезвычайно актуальным и имеет практическое значение для отбора спортсменов и контроля тренировочных занятий [5; 6].

Изучение показателей внешнего дыхания и центральной гемодинамики у гребцов олимпийской сборной республики в зависимости от соматотипа представляет научный и практический интерес потому, что в Узбекистане до сегодняшнего дня исследования особенностей морфометрических и функциональных показателей, в том числе и параметров кардиореспираторной системы, у элитных спортсменов практически не были предприняты.

**Цель данного исследования** – выявление особенностей параметров внешнего дыхания и центрального кровообращения у высококвалифицированных гребцов на одиночной байдарке в зависимости от соматотипа.

#### **Материалы и методы исследований**

Наблюдение было проведено на базе федерации гребли «Rowing and Canoe» Республики Узбекистан. В нем приняли участие гребцы на одиночной байдарке олимпийской сборной республики в возрасте 21-23 лет, занимающиеся греблей более 10 лет, а также студенты Национального университета Узбекистана идентичного возраста. По национальности все участники были коренными узбеками, согласно медицинским картам и устным опросам каких-либо отклонения в здоровье испытуемых отсутствовали. Все участники были заранее проинформированы о цели и содержании

исследования. Анонимность и конфиденциальность участников были гарантированы.

Соматотип испытуемых определяли по Хит-Картеру (2002) [7]. Для точного определения соматотипа были измерены рост тела, масса тела, обхват плеча в напряженном состоянии, голени, диаметр дистального эпифиза плеча и бедра, толщина жировых складок плеча, бедра и голени, и также под лопаткой. Во время измерений испытуемые были в легкой одежде. Вышеотмеченные морфометрические данные, а также окружность грудной клетки во время глубокого вдоха и выдоха, экскурсия грудной клетки (разность окружностей грудной клетки при глубоком вдохе и выдохе), частота дыхания и другие показатели кардиореспираторной системы были определены у юношей утром (08:00-10:00) на тощак стандартными методами спортивной физиологии и медицины.

Жизненную ёмкость легких измеряли при помощи суховоздушного спирометра (Voldyne 6000, Турция). Частоту сердечных сокращений, а также систолическое и диастолическое артериальное давление определяли при помощи фитнес-браслета Citizen CN-671F (Китай). Пульсовое артериальное давление, жизненный индекс, ударный объем крови и минутный объем крови рассчитывали по общепринятым в физиометрии формулам [8; 9]. Несмотря на то, что по Хит-Картеру имеется 3 соматотипа (эндоморфный, мезоморфный и эктоморфный), в исследовании сопоставлены кардиореспираторные параметры только двух типов телосложения, мезоморфного и эндоморфного, так как эктоморфный соматотип среди высококлассных гребцов на одиночной байдарке не был обнаружен [7]. Определение всех показателей дыхания и кровообращения проводили в состоянии покоя в утренние часы до завтрака.

Полученные результаты были обработаны при помощи статистической программы Origin Pro 8.6 с применением параметрического метода статистического анализа. Были определены среднее арифметическое (M), стандартная ошибка среднего арифметического (m), критерий Стьюдента (t) при попарном сравнении средних величин и был установлен показатель статистической достоверности (p). В том случае, если  $p < 0,05$ , данные принимались за статистически значимые.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Результаты по показателям внешнего дыхания у неспортсменов и спортсменов показаны в таблице 1.

Таблица 1

Показатели внешнего дыхания у спортсменов и спортсменов-гребцов мезоморфного и эндоморфного соматотипов ( $M \pm m$ ;  $n=11-16$ )

Группы испытуемых	ОГКвд (см)	ОГКвыд (см)	ЭГК (см)	ЖЕЛ (мл)	ЖИ (%)	ЧД (кол-во/мин.)
	Мезоморфный соматотип					
Неспорсмены	87,1±0,9	81,3±0,9	5±0,1	3633,1±41,5	49,6±0,5	18,1±0,2
Спортсмены	109,5±0,6	97,4±0,3	12,1±0,2	5268,7±218,9	67,2±0,3	13,8±0,2
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Эндоморфный соматотип						
Неспорсмены	88,2±0,9	81,9±0,9	6,3±0,1	3652,0±34,1	45,8±0,4	16,9±0,2
Спортсмены	110,9±0,5	97,8±0,4	12,1±0,2	5531,2±216,4	66,2±0,3	12,1±0,1
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Примечание: ОГКвд и ОГКвыд – объёмы грудной клетки во время глубокого вдоха и выдоха; ЭГК – экскурсия грудной клетки; ЖЕЛ – жизненная ёмкость лёгких, ЖИ – жизненный индекс, ЧД – частота дыхания.

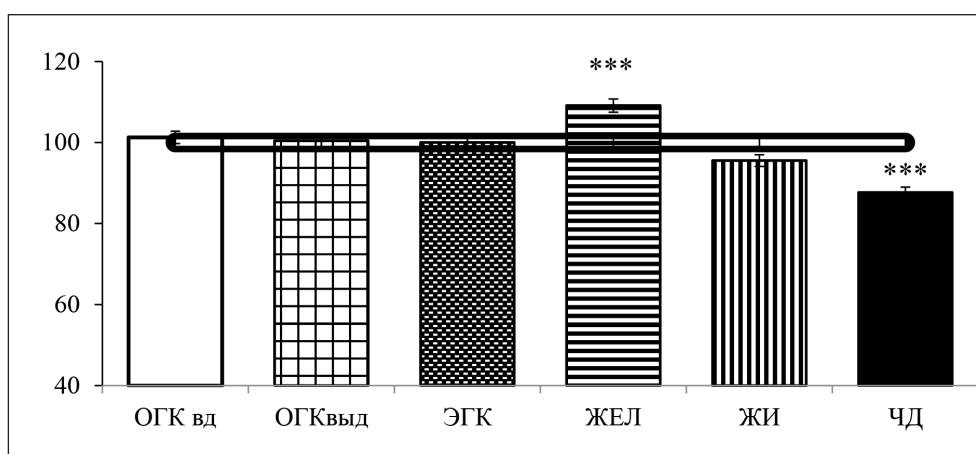


Рис. 1. Показатели внешнего дыхания у высококлассных байдарочников мезоморфного (горизонтальная полоса) и эндоморфного соматотипа (столбцы) ( $M \pm m$ ,  $n=16$ ).

Показатели спортсменов мезоморфного соматотипа приняты за 100%:

ОГКвд и ОГКвыд – объёмы грудной клетки во время глубокого вдоха и выдоха;

ЭГК – экскурсия грудной клетки; ЖЕЛ – жизненная ёмкость лёгких,

ЖИ – жизненный индекс, ЧД – частота дыхания; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

Как видно из таблицы 1, у спортсменов мезоморфного типа телосложения окружность грудной клетки во время вдоха и выдоха, а также экскурсия грудной клетки были на 25,7; 18,6 и 142,0% соответственно больше, чем у сверстников-неспорсменов. При этом жизненная ёмкость лёгких и жизненный индекс, отражающий отношение жизненной ёмкости лёгких к массе тела, были на 45,0 и 35,5% больше, а частота дыхания на 23,8% меньше по сравнению с неспортсменами аналогичного телосложения и возраста.

Такая же тенденция в разнице показателей внешнего дыхания была отмечена и у юношей спортсменов и неспортсменов эндоморфного соматотипа. Это проявлялось в том, что окружность грудной клетки во время глубокого вдоха и выдоха, экскурсия грудной клетки, жизненная ёмкость лёгких и жизненный индекс были на 25,7; 19,4, 92,1; 51,5 и 40,2% больше, а частота дыхания на 28,4% меньше, чем у неспортсменов аналогичного соматотипа.

При сравнении показателей внешнего дыхания только у высококвалифицированных

ных спортсменов мезоморфного и эндоморфного соматотипов было выявлено, что различия между морфометрическими показателями (окружность грудной клетки во время вдоха и выдоха, экскурсия грудной клетки) и показателем жизненного индекса обнаружено не было. Однако при этом жизненная ёмкость легких и частота дыхания статистически значимо отличались. У гребцов-байдарочников эндоморфного телосложения жизненная ёмкость легких была на 9,1% больше, а частота дыхания – на 12,3% меньше по сравнению с гребцами-байдарочниками мезоморфного телосложения (рис. 1).

Характеристика параметров центрального кровообращения у элитных гребцов мезоморфного и эндоморфного типов телосложения по сравнению с неспортсмена-

ми идентичного пола, возраста и соматотипа представлена в таблице 2.

Как показывают данные таблицы 2, у спортсменов мезоморфного типа телосложения частота сердечных сокращений и диастолическое артериальное давление были статистически значимо ниже на 16,9 и 15,4% соответственно, чем у неспортсменов такого же типа телосложения. В то же время у спортсменов систолическое артериальное давление, пульсовое давление, ударный объём крови и минутный объём крови были соответственно на 8,7; 61,8; 37,9 и 15,6% больше, чем у неспортсменов аналогичного телосложения. Такая же картина была прослежена в отношении неспортсменов и спортсменов эндоморфного соматотипа.

**Таблица 2**

Показатели центрального кровообращения у неспортсменов и спортсменов-гребцов мезоморфного и эндоморфного соматотипов (M±m; n=11-16)

Испытуемые	ЧСС, уд./мин.	САД, мм рт. ст.	ДАД, мм рт. ст.	ПД, мм рт. ст.	УОК, мл	МОК, мл
	Мезоморфный соматотип					
Неспортсмены	77,5±0,6	120,4±1,1	83,2±0,7	37,2±0,6	50,8±0,4	3937,1±41,1
Спортсмены	64,4±0,4	130,9±0,4	70,4±0,3	60,2±0,2	70,7±0,3	4553,1±25,3
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Эндоморфный соматотип						
Неспортсмены	79,8±0,8	122,8±0,9	85,1±0,9	37,7±0,2	50,1±0,4	3997,9±43,8
Спортсмены	67,8±0,6	132,8±0,9	71,8±0,6	61,1±0,2	71,1±0,6	4820,1±31,9
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

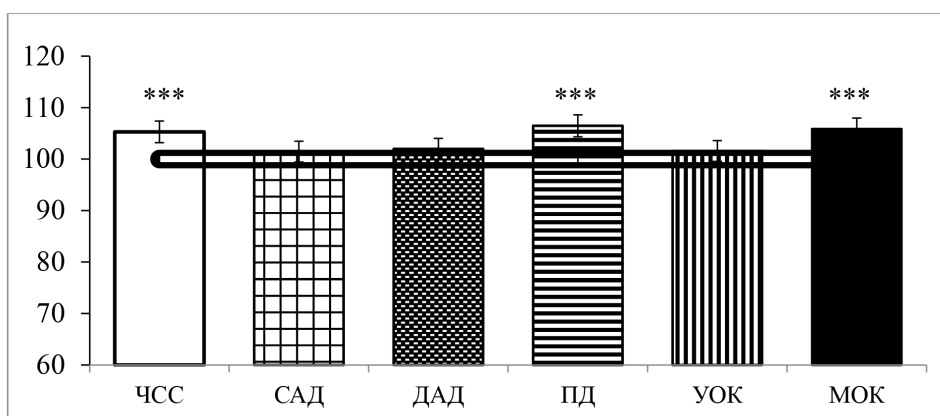


Рис. 2. Показатели центрального кровообращения у высококлассных байдарочников мезоморфного (горизонтальная полоса) и эндоморфного соматотипа (столбцы) (M±m, n=16). Показатели спортсменов мезоморфного типа телосложения приняты за 100%: ЧСС – частота сердечных сокращений; САД, ДАД, и ПД – систолическое, диастолическое и пульсовое артериальное давление соответственно; УОК и МОК – ударный и минутный объёмы крови, соответственно; \*\*\* – p<0,001.

Частота сердечных сокращений у высококлассных гребцов была на 15,0%, а диастолическое артериальное давление на 15,6% меньше. На этом фоне у спортсменов эндоморфного соматотипа систолическое артериальное давление было на 8,1%, пульсовое давление – на 70,0%, ударный объем крови – на 41,9% и минутный объем крови – на 120,6% больше, чем у спортсменов идентичного телосложения. Из представленных данных можно заключить, что более высокое систолическое артериальное давление и более низкое диастолическое артериальное давление у гребцов мезоморфного и эндоморфного соматотипов, по сравнению с неспортсменами, обуславливают более высокие пульсовое давление и ударный объем крови. Поэтому даже меньшая частота сердечных сокращений у спортсменов, по сравнению с неспортсменами, не приводит к уменьшению объема крови, выталкиваемой из сердца в единицу времени, за счет весьма высокого ударного объема крови, в отличие от неспортсменов. Сопоставление показателей центрального кровообращения у спортсменов мезоморфного и эндоморфного соматотипов приведено на рисунке 2.

Как видно из рисунка 2, не все параметры центрального кровообращения в обоих исследованных соматотипах гребцов одинаковы. Частота сердечных сокращений, пульсовое давление и минутный объем крови у гребцов эндоморфного сложения были на 5,2; 6,5 и 5,9% больше, чем у гребцов мезоморфного соматотипа.

Можно заключить, что регулярная физическая нагрузка на мышцы груди, спины и плечевого пояса при гребле способствуют увеличению объема грудной клетки, играющей определяющую роль в возрастании жизненной ёмкости легких, жизненного индекса и эффективности работы сердца. У высококлассных гребцов частота сердечных сокращений, диастолическое артериальное давление уменьшались, а систолическое артериальное давление, пульсовое давление, ударный и минутный объемы крови, напротив, возрастали по сравнению с неспортсменами независимо от соматотипа, которое является отражением закономерного увеличения диапазона возможностей сердечно-сосудистой системы для высокой двигательной активности [10]. Брадикардия на фоне высоких значений ударного объема крови у квалифицированных гребцов обусловлена высоким тонусом сосудистой стенки, в основе которой лежит эффективная мобилизация системы кровообращения к физическим нагрузкам, а также является адекватным

показателем экономизации кислородоснабжения у спортсменов [5]. Уменьшение частоты дыхания и брадикардия у спортсменов по сравнению с неспортсменами ассоциируют с отсутствием необходимости в доставке кислорода в более скором режиме ввиду достаточной обеспеченности организма кислородом. У спортсменов эндоморфного соматотипа более высокие показатели жизненной ёмкости легких, ударного и минутного объема крови, равно как и снижение показателей частоты дыхания по сравнению со спортсменами мезоморфного соматотипа говорят о большем потенциале внешнего дыхания и центрального кровообращения в кислородоснабжении организма. Ильютик А.В. и соавторы показали, что у гребцов мезоморфного телосложения с нормокинетическим типом центрального кровообращения увеличение минутного объема крови во время физической нагрузки реализуется за счет хронотропного эффекта. В то же время у гребцов эндоморфного типа телосложения с гиперкинетическим типом центрального кровообращения – за счет инотропной и хронотропной деятельности сердца [5]. Следовательно, не только в состоянии покоя, как показывает данное исследование, но и во время физической нагрузки, согласно данным других авторов [5], у гребцов эндоморфного типа телосложения функциональные возможности кислородоснабжающих систем в энергообеспечении эффективной двигательной активности шире.

### Заключение

Таким образом, полученные данные показывают, что, во-первых, у спортсменов-гребцов мезоморфного и эндоморфного телосложения по сравнению с неспортсменами аналогичного возраста и соматотипа адаптационный потенциал кардиореспираторной системы к двигательной активности намного выше; во-вторых, адаптационные возможности кардиореспираторной системы к физической нагрузке у гребцов на одиночной байдарке эндоморфного соматотипа несколько преобладают над таковыми у спортсменов мезоморфного соматотипа, что необходимо учитывать при отборе в высокий спорт и организации тренировочных занятий.

### Список литературы

1. Померанцев А.А., Тормышов А.С. Значение соматических протофакторов в достижении спортивных результатов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2022. № 12. С. 412-442.
2. Журавский А.Ю., Шантарович В.В. Физиологические основы моделирования нагрузки в годичном трениро-

- вочном цикле высококвалифицированных гребцов на байдарках и каноэ // Веснік МДПУ імя І. П. Шамякіна. 2016. № 2 (48). С. 38-42.
3. Малука М.В., Бугаец Я.Е., Гронская А.С., Исаенко Т.А. Контроль физической работоспособности и показателей кардиореспираторной системы юных гребцов // Физическая культура, спорт – наука и практика. 2023. № 1. С. 132-139.
4. Hargreaves M., Spriet L.L. Skeletal muscle energy metabolism during exercise // *Nat Metab.* 2020. No. 2. P. 817–828.
5. Илютик А.В., Зубовский Д.К., Асташова А.Ю. Показатели центральной гемодинамики квалифицированных гребцов // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. 2022. Т. 1, № 4. С. 7-11.
6. Stickland M.K., Lindinger M.I., Olfert I.M., Heigenhauser G.J., Hopkins S.R. Pulmonary gas exchange and acid-base balance during exercise // *Compr Physiol.* 2013. No. 2. P. 693-739.
7. Carter J.E.L. The Heath-Carter anthropometric somatotype: instruction manual. 2002. URL: <http://www.somatotype.org/Heath-CarterManual.pdf> (дата обращения: 26.06.2024).
8. Лебединский В.Ю., Изатулин В.Г., Карабинская О.А., Калягин А.Н. Индексная оценка физического развития и её взаимосвязимость от антропометрических показателей у студентов различных функциональных групп здоровья // Байкальский медицинский журнал. 2017. № 3. С. 26-29.
9. Седоченко. С.В. Спортивно-оздоровительный мониторинг: практикум для студентов институтов физической культуры. Воронеж: ВГИФК, 2017. 112 с.
10. Васильев А.П., Стрельцова Н.Н. Спортивное сердце // Медицинский совет. 2018. № 12. С. 185-188.