

УДК 796.01:612

АЭРОБНАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЮНЫХ ГРЕБЦОВ

Ф.А. Мавлиев, А.О. Васильев, А.С. Назаренко

ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», Казань, Россия
Для связи с авторами: fanis16rus@mail.ru

Аннотация:

Цель – определить аэробную работоспособность организма у гребцов-академистов 16-18 лет в условиях специфического нагрузочного тестирования.

Материалы и методы. Исследование проводилось на гребцах-академистах, имеющих спортивную квалификацию от 1-го разряда до мастера спорта, с применением ступенчато возрастающей нагрузки на эргометре Concept 2 в переходном периоде подготовки. Для регистрации показателей потребления кислорода использовался газоанализатор Metalyzer 3B (Германия) с регистрацией абсолютных и относительных показателей максимального потребления кислорода (МПК); времени достижения вентиляционного порога 1 (ВП) как одного из показателей аэробно-анаэробного перехода; потребления кислорода (ПК) во время достижения ВП; дыхательного коэффициента (RER); глубины, частоты и минутного объема дыхания (МОД). Запись данных системы кровообращения производилась в покое в положении лежа с помощью системы мониторинга MARG 10-01 (фирма Микролюкс, Челябинск).

Результаты. Установлено, что хронотропная функция сердца у основной массы исследуемых была в пределах нормы, однако у некоторых лиц фиксировалась брадикардия. У исследуемых отмечается баланс между симпатической и парасимпатической нервной системой. Средние значения аэробной производительности у атлетов выражались в том, что гребцы достигали вентиляционного порога в среднем на четвертой ступени нагрузки (190 Вт), а максимальная аэробная мощность достигалась на 5-й ступени (220 Вт). Показатели максимального потребления кислорода у основной массы исследуемых были на среднем уровне по сравнению с показателями взрослых атлетов, за исключением двух атлетов, МПК которых был выше 70 мл/кг/мин

Заключение. Показатели сердечно-сосудистой системы у гребцов-академистов находились в диапазоне нормы как в состоянии относительного покоя, так и на предъявляемую ступенчато возрастающую нагрузку. Показатели потребления кислорода и пороговые его значения имеют значительный разброс, что, с одной стороны, обусловлено различной функциональной готовностью атлетов, а с другой – не вполне корректным определением вентиляционного порога при выполнении ступенчато возрастающей нагрузки.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, артериальное давление, максимальное потребление кислорода, переходный период, ступенчато возрастающая нагрузка, гребцы.

AEROBIC PERFORMANCE OF YOUNG ROWERS

F.A. Mavliev, A.O. Vasiliev, A.S. Nazarenko

Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russia

Abstract:

The purpose is to identify the aerobic performance of the rower organisms aged 16-18 years during specific exercise stress testing.

Materials and methods. The study was carried out among rowers with sport qualifications varying from 1st category to Master of sports experiencing a stepwise increasing exercise stress on the Ergometer Concept 2 in the transitional preparation period. The authors used Metalyzer 3B (Germany) gas analyzer to register absolute and relative indicators of maximum oxygen uptake (VO₂ max); period of ventilatory threshold achievement 1 (VT) as one of indicators of aerobic-anaerobic transition; oxygen uptake at the moment of ventilatory threshold achievement; respiratory exchange ratio (RER); the depth and frequency of respiratory minute volume. Circulatory system dynamics was recorded at rest in a lying position with the use of MARG 10-01 monitoring system (Mikrolyuks company, Chelyabinsk).

Results. The study revealed that the chronotropic function of the heart of the majority of athletes was within normal limits, but in some cases bradycardia was recorded. The balance between sympathetic and parasympathetic nervous system is common for the studied group. Concerning the average values of aerobic per-

formance of athletes, it was noted that the rowers achieved the ventilatory threshold on average at the fourth exercise stress stage (190 watts), and maximal aerobic power was achieved at the 5th stage (220 watts). The indicators of the maximum oxygen uptake of the majority of athletes were at an average level, compared with the indicators of adult athletes, except for two athletes whose maximum oxygen uptake exceeded 70 ml/kg/min.

Conclusion. Indicators of the cardiovascular system of rowers turned to be normal both at rest, and during stepwise increasing exercise stress. It can be explained, on the one hand by different functional fitness of athletes, and on the other hand by inaccurate definition of the ventilation threshold when experiencing a stepwise increasing exercise stress.

Keywords: cardiovascular system, arterial pressure, maximum oxygen uptake, transition period, stepwise increasing exercise stress, rowers.

ВВЕДЕНИЕ

В каждом виде спорта имеются возрастные периоды, во время которых производится отбор атлетов в данный вид спорта, где они проходят специализированную подготовку и после определенного периода занятий достигают высоких спортивных результатов. Современный спорт, представляющий собой широкий спектр видов, объединяет большой возрастной диапазон как юных, так и опытных спортсменов, где самые младшие могут быть представлены возрастом 6-8 лет (синхронное плавание, гимнастика и т.д.) и старшие – возрастом 14-16 лет и более (легкая и тяжелая атлетика и т.д.) [15]. В связи с этим имеется необходимость определения возможностей атлета, в частности, оценки его ведущих физических качеств в каждом возрастном периоде подготовки, а также уровня развития его функциональных систем для адекватного отбора из наиболее талантливых атлетов. Подобная необходимость имеется и в академической гребле, где совместно с определенными морфологическими особенностями (большие тотальные размеры тела) [4, 2, 5] спортсменам необходимо иметь определенный уровень функциональных возможностей, касающихся, например, кислородтранспортной [7, 6, 14] и сердечно-сосудистой систем [12, 11]. Важность кислородтранспортной системы для гребцов-академистов будет определяться тем, что их соревновательная деятельность связана с такими локомоциями, которые включают в работу большое количество мышечных групп. Сопряженная работа мышц ног, туловища и рук создает тяговые усилия, прикладываемые к веслу, что предъявляет большие требования к кислородтранспортной системе, которая должна удовлетворить повышенный, а в ряде случаев в десятки раз, кровоток в рабочих мышцах.

Мы считаем, что важно иметь возрастные ориентиры для оценки адекватности адаптации организма в специализированной подготовке у гребцов-академистов 16-18 лет [15]. При этом сам процесс адаптации у атлетов может быть оценен как в различные возрастные периоды, где каждый срез будет являться показателем адаптированности и определяться как с помощью нагрузочного тестирования – адаптированность к физической нагрузке, так и в состоянии покоя – например, адаптированность системы кровообращения, которая может быть выражена различной степенью проявления брадикардии тренированности, а также разновыраженной дилатацией камер сердца [9, 10, 11]. Целью исследования явилось определение аэробной работоспособности организма гребцов-академистов 16-18 лет в условиях специфического нагрузочного тестирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В представленном исследовании была сделана оценка аэробной работоспособности 13 гребцов-академистов 16-18 лет, имеющих спортивную квалификацию от 1-го разряда до МС, с применением ступенчато возрастающей нагрузки на эргометре Concept 2 в переходном периоде подготовки. Нагрузка начиналась со 100 Вт и увеличивалась каждые 3 минуты (длительность ступени) на 30 Вт. Для регистрации показателей потребления кислорода использовался газоанализатор Metalyzer 3В (Германия) с регистрацией абсолютных и относительных показателей максимального потребления кислорода (МПК); времени достижения вентиляционного порога 1 (ВП) как одного из показателей аэробно-анаэробного перехода; потребления

кислорода (ПК) во время достижения ВП; дыхательного коэффициента (RER); глубины, частоты и минутного объема дыхания (МОД). Запись данных системы кровообращения производилась в положении лежа с помощью системы мониторинга MARG 10-01 (фирма Микролюкс, Челябинск). Регистрировались следующие показатели: SpO₂ (насыщение гемоглобина крови кислородом), ЧП (частота пульса), АФПг (амплитуда пульсации фотоплетизмограммы), S (индекс симпатической активности), АД (систолическое и диастолическое артериальное давление), АД_{СР}, АД_{ПВ} (артериальное давление среднее и пульсовое), ЧДРЕО (частота дыхания), ЧСС (частота сердечных сокращений), УО (ударный объем), АРЕО (амплитуда пульсации аорты), ФВ (фракция выброса), ВН (амплитуда волны наполнения), ИУС (индекс ускорения), ИСК (индекс скорости), МОК (минутный объем крови), УИ (ударный индекс), СИ (сердечный индекс), КДО (конечно-диастолический объем), КДИ (конечно-диастолический индекс), ИРВС (индекс распределения водных секторов), УИРЛЖ (ударный индекс работы левого желудочка), ОПС (общее периферическое сопротивление), ИОПС (индекс общего периферического сопротивления), уИОПС (ударный индекс общего периферического сопротивления), ИП (интегральный индекс состояния пациента). Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью программы SPSS 20.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Показатели кровообращения. Хронотропная функция сердца у основной массы исследуемых

была в пределах нормы, однако у некоторых лиц фиксировалась брадикардия (ЧСС меньше 60 уд/мин), которая, по всей видимости, является следствием тренировок. Ударный объем как один из показателей инотропной функции у гребцов имел большие вариации (коэффициент вариации больше 20%). Сходная ситуация наблюдается и с минутным объемом кровообращения, что, на наш взгляд, обусловлено довольно низкой информативностью реографии, которая сильно зависит от показателей сопротивления в избранном участке тела [8]. Поэтому данная методика мало пригодна для оценки объемных характеристик кровообращения, в том числе и в спорте. Можно было бы предположить, что данная вариативность обусловлена различиями в размерах тела исследуемых, но независимость от этого фактора подтверждается сильной вариативностью ударного индекса – показателя УО, нормированного по площади тела. В любом случае мы считаем допустимым использование реографии для оценки динамики изменений в системе кровообращения, например, после определенных тренировочных воздействий или же для оценки ее реакции на кратковременные тестовые физические нагрузки.

При рассмотрении вегетативного обеспечения сердечно-сосудистой системы обнаружено, что у гребцов-академистов отмечается баланс между симпатической и парасимпатической нервной системой. Индекс симпатической активности у гребцов находился в пределах 30-70 единиц, но в то же время были атлеты с выраженной ваготонией (меньше 30 баллов). Значения артериального давления фиксировались в пределах допустимых норм (таблица 1), однако у некото-

Таблица 1 – Показатели сердечно-сосудистой системы у исследуемых гребцов-академистов

Показатели	Средние значения	Минимум	Максимум
S, баллы	46,75 ± 12,59	21,0	69,0
АД _с , мм.рт.ст.	114,58 ± 7,74	98,0	126,0
АД _д , мм.рт.ст.	67,00 ± 6,19	55,0	77,0
АД _{ср}	82,50 ± 6,36	68,0	91,0
ЧД, цикл/мин	15,33 ± 3,55	8,0	22,0
ЧСС, уд/мин	61,33 ± 6,91	49,0	72,0
УО, мл	124,25 ± 25,24	85,0	184,0
УИ, мл/м ²	64,53 ± 14,01	32	84
МОК, л	7,23 ± 1,7	4,1	10,4
ФВ, %	61,17 ± 1,59	59,0	65,0

рых атлетов отмечалось его умеренное понижение, особенно показателей диастолического давления, что, на наш взгляд, объясняется прежде всего записью давления в положении лежа. Для оценки адекватности реакции сердечно-сосудистой системы на предъявляемую нагрузку нами производилась регистрация АД до и после выполненной тестовой нагрузки (рисунок 1). Отмечалось понижение АДд, зафиксированное после нагрузки (через 1 мин), что, на наш взгляд, могло быть связано с несколько повышенными его значениями до нагрузки, например, из-за состояния предстартового возбуждения, а после нагрузки произошла его условная «нормализация». Высоких значений АДс после нагрузки не фиксировалось, что говорит об отсутствии высоких нагрузок на сердце, обусловленных как понижением общего периферического сопротивления сосудов (в нашем случае – выраженное в снижении АДд), так и недостаточными инотропными возможностями сердца в данном возрасте. Общеизвестно, что у высокотренированных атлетов могут быть зафиксированы значения систолического давления после нагрузок выше 200 мм.рт.ст. [13]. Считаем необходимым дальнейшее сравнение с аналогичными показателями у взрослых гребцов-академистов при сходном протоколе тестирования.

Динамика ЧСС в ответ на предъявляемую нагрузку как на уровне ВП, так и на уровне VO_{2max} была адекватной, за исключением одного атлета, чья реакция ЧСС завышена (больше 180 уд/мин, таблица 2). Возможно, это обусловлено тем, что в данном воз-

расте еще происходит развитие сердечно-сосудистой системы [3], которая не вполне адекватно может реагировать на большие физические нагрузки, особенно если в результате гетерохронности развития будут наблюдаться несоответствие между объемами полостей сердца и емкостью магистральных сосудов и, как возможное следствие, повышенная ЧСС.

Показатели потребления кислорода, так же как и время достижения ВП, позволяют предположить существенную разнородность получаемых данных. С одной стороны, это является сочетанием ступенчато возрастающей нагрузки как единственно возможной при применении тренажера Concept 2 с методом V-slope, который полноценно может работать лишь при использовании протокола с непрерывно возрастающей нагрузкой, а не с той, где нагрузка стабильна в течение ступени – 2 минуты. В итоге пороговые значения могут быть определены некорректно. С другой стороны, максимально возможная точность может быть достигнута лишь при достижении атлетом околорекордных значений (95% и более) во время теста, что не всегда возможно при подобном протоколе тестирования. В связи с этим применение ступенчатой нагрузки с приростом в 30 Вт может быть неточным способом, сильно искажающим показатели анаэробного перехода.

Средние значения аэробной производительности у атлетов выражались в том, что гребцы достигали вентиляционного порога в среднем на четвертой ступени нагрузки (190 Вт) и максимальная аэробная мощность достигалась на

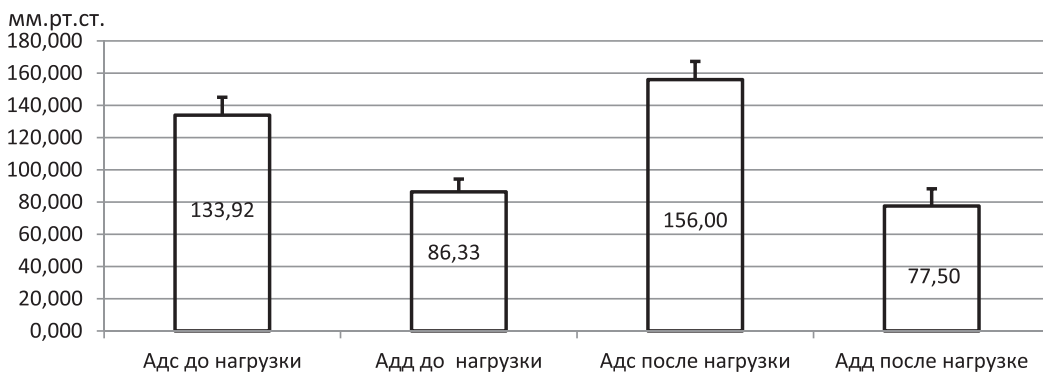


Рисунок 1 – Реакция артериального давления на физическую нагрузку у гребцов-академистов

Таблица 2 – Показатели аэробной производительности у гребцов-академистов

Показатели	Средние значения	Минимум	Максимум
Время на ВП, сек	491,46 ± 148,05	261,0	803,0
ЧСС на ВП, уд/мин	167,77 ± 11,04	150,0	181,0
VE на ВП, л/мин	84,28 ± 14,10	61,6	116,6
VT на ВП, л	2,09 ± 0,44	1,61	3,33
VO ₂ на ВП, л/кг	46,1 ± 5,87	35,0	54,0
VO ₂ , ВП, л/мин	3,47 ± 0,50	2,458	4,472
VE/VO ₂	23,38 ± 2,02	19,3	26,6
Время на VO ₂ max, сек	892,69 ± 132,55	750,0	1200,0
ЧСС на VO ₂ max,	192,85 ± 7,01	183,0	203,0
VE, л/мин на VO ₂ max	151,28 ± 22,15	119,6	189,5
VT(ВТПС), л на VO ₂ max	2,54 ± 0,39	1,96	3,23
VO ₂ max мл/кг	58,93 ± 9,1	41,0	74,0
VO ₂ max л/мин	4,51 ± 0,53	3,684	5,411
VE/VO ₂ на VO ₂ max	32,6 ± 3,8	26,3	39,7

5-й ступени (220 Вт, таблица 2). В то же время необходимо отметить, что в ряде случаев фиксировалось достижение вентиляционного порога на нагрузках существенно ниже (160 Вт) и существенно выше (280 Вт). В связи с этим необходимо, несмотря на юный возраст атлетов, строго дифференцировать тренировочные нагрузки. Корреляции времени достижения ВП с уровнем спортивного мастерства не отмечалось, что, по всей видимости, обусловлено разным уровнем спортивной формы спортсменов в момент тестирования.

Показатели максимального потребления кислорода у основной массы исследуемых были на среднем уровне по сравнению с показателями взрослых атлетов, за исключением двоих, МПК которых был выше 70 мл/кг/мин (таблица 2) [2]. Потребление на ВП было 78% от МПК, что является показателем выше среднего, но в то же время говорит об ограничении резерва для повышения аэробной работоспособности (при условии сохранения МПК на прежнем уровне). Исследователями

показано, что у гребцов разных возрастных групп процент ПАНО от МПК (в нашем случае – ВП) варьирует от 70 до 75% [1]. У элитных гребцов пороговые значения потребления кислорода могут равняться 83% и более [16].

Заключение. Исследованные гребцы по показателям сердечно-сосудистой системы находились в пределах нормы, но у некоторых фиксировалась брадикардия, которая обусловлена тренированностью. Реакция артериального давления на предъявляемую нагрузку не была завышенной, что может быть связано с юным возрастом исследуемых и, как следствие, ограниченными инотропными возможностями сердца. Показатели потребления кислорода и пороговые его значения имеют значительный разброс, что, с одной стороны, определяется различной функциональной готовностью атлетов, а с другой – не вполне корректным определением вентиляционного порога при выполнении ступенчато возрастающей нагрузки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамова, Т. Ф. Возрастные особенности морфофункционального состояния и физической подготовленности у спортсменов, специализирующихся в академической гребле / Т. Ф. Абрамова // Вестник спортивной науки. – 2016. – № 4. – С. 33-39.
2. Агеев, Ш. К. Основные аспекты современной системы

подготовки квалифицированных спортсменов в академической гребле / Ш. К. Агеев // Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма. – 2012. – С. 90.

3. Гудков, А. Б. Морфофункциональные особенности сердца и магистральных сосудов у детей школьного возраста : монография / А. Б. Гудков, О. В. Шишелова.

- Архангельск : Изд-во Северного государственного медицинского университета, 2011. – 151 с.
4. Давыдов, В. Ю. Теоретические основы спортивного отбора и специализации в олимпийских водных видах спорта дистанционного характера : дисс. ... д-ра биол.наук / В. Ю. Давыдов. – 2002. – 420 с.
 5. Давыдов, В. Ю. Морфологические критерии отбора в академическую греблю юношей и девушек 13-18 лет / В. Ю. Давыдов, Э. Г. Мартисов // Гребной спорт. – 1985. – С. 43.
 6. Дьяченко, А. Функциональное обеспечение специальной выносливости в циклических видах спорта (на материале академической гребли) / А. Дьяченко, Е. Лысенко, В. Виноградов // Наука в олимпийском спорте. – 2014. – № 3. – С. 38-44.
 7. Дьяченко, А. Ю. Специальная выносливость квалифицированных спортсменов в академической гребле / А. Ю. Дьяченко. – Киев : НПФ «Славутич-Дельфин», 2004. – 338 с.
 8. Кубарев, А. М. Пульсация крови в артериальной системе и ее влияние на электрическое сопротивление тела / А. М. Кубарев, В. И. Борисов // Нижегородский медицинский журнал. – 2008. – Т. 4. – С. 35-41.
 9. Мак-Дугалл, Д. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / Д. Мак-Дугалл, Г. Э. Уэнгер, Г. Д. Грин. – К. : Олимпийская литература, 1998. – С. 7-47.
 10. Морман, Д. Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Хеллер. – СПб. : Питер, 2000. – 256 с.
 11. Смоленский, А. В. Особенности физиологического ремоделирования спортивного сердца / А. В. Смоленский // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2012. – № 6. – С. 9-14.
 12. Талибов, А. Х. Критерии оценки эхокардиографических показателей у спортсменов / А. Х. Талибов, М. А. Фадейкин, Е. С. Дмитриева // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2015. – № 3 (121). – С. 142-146.
 13. Уилмор, Д. Х. Физиология спорта / Д. Х. Уилмор, Д. Л. Костил. – Киев : Олимпийская литература, 2001. – Т. 502. – С. 13.
 14. Яшная, А. Реализация функционального и метаболического потенциала гребцов в условиях соревновательной деятельности / А. Яшная, Е. Яковенко // Науковий часопис НПУ імені МП Драгоманова: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). – 2015. – № 11. – С. 177-180.
 15. Bompa, T.O. Total training for young champions / T. O. Bompa // Human Kinetics, 2000. – 211 p.
 16. Mickelson, T. C. Anaerobic threshold measurements of elite oarsmen / T. C. Mickelson, F. C. Hagerman // Med Sci Sports Exerc. – 1982. – № 14(6). – P. 440-444.
- LIST OF REFERENCES**
1. Abramova, T. F. Age features of the morphofunctional state and physical fitness of athletes practicing rowing / T. F. Abramova // Sports science bulletin. – 2016. – No. 4. – P. 33-39.
 2. Ageyev, Sh. K. The main aspects of the modern system of training qualified athletes in rowing / Sh. K. Ageyev // Volga Region State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism. – 2012. – P. 90.
 3. Gudkov, A. B. Morphofunctional characteristics of the heart and great blood vessels in schoolchildren: monograph / A. B. Gudkov, O. V. Shishelova. – Arkhangelsk: Publishing house of the Northern State Medical University, 2011. – 151 p.
 4. Davydov, V. Y. Morphological selection criteria for rowing among boys and girls aged 13-18 years / V. Y. Davydov, E. G. Martisov // Rowing sport. – 1985. – P. 43.
 5. Davydov, V. Y. Theoretical fundamentals of sport selection and specialization in the Olympic water sports of the remote nature: thesis by Doctor of Biological Sciences / V. Y. Davydov. – 2002. – 420 p.
 6. Dyachenko, A. Y. Functional support of special endurance in cyclic sports (on the rowing material) / A. Dyachenko, E. Lysenko, V. Vinogradov // Olympic sports science, 2014. – № 3. – P. 38-44.
 7. Dyachenko, A. Y. Special endurance of qualified athletes practicing rowing / A. Y. Dyachenko. – Kiev: NPF «Slavutich-Dolphin», 2004. – 338 p.
 8. Kubarev, A. M. Blood pulsation in the arterial system and its effect on the electrical resistance of the body / A. M. Kubarev, V. I. Borisov // Nizhny Novgorod Medical Journal. – 2008. – Vol. 4. – P. 35-41.
 9. McDougall, D. Physiological testing of a high-class athlete / D. McDougall, G. E. Wenger, G. D. Green. – K.: Olympic literature, 1998. – P. 7-47.
 10. Morman, D. Physiology of the cardiovascular system / D. Morman, L. Heller. – St. Petersburg: Peter, 2000. – 256 p.
 11. Smolenskiy, A. V. Particularities of physiological remodeling of the athlete heart / A. V. Smolenskiy // Physical therapy and sport medicine. – 2012. – No. 6. – P. 9-14.
 12. Talibov, A. Kh. Assessment criteria of echocardiographic parameters in athletes / A. Kh. Talibov, M. A. Fadeikin, E. S. Dmitrieva // Scientific notes of P.F. Lesgaft university. – 2015. – № 3 (121). – P. 142-146.
 13. Wilmore, D. Kh. Physiology of sports / D. Kh. Wilmore, D.L. Kostil. – Kiev: Olympic literature, 2001. – Vol. 502. – P. 13.
 14. Yashnaya, A. Realization of the functional and metabolic potential of rowers in conditions of competitive activity / A. Yashnaya, E. Yakovenko // Naukovy chasopis NUP imeni MP Dragomanova: Scientific and pedagogical problems of physical culture (physical culture and sports). – 2015. – No. 11. – P. 177-180.
 15. Bompa, T. O. Total training for young champions / T. O. Bompa. – Human Kinetics, 2000. – 211 p.
 16. Mickelson T. C. Anaerobic threshold measurements of elite oarsmen / T. C. Mickelson, F. C. Hagerman // Med Sci Sports Exerc. – 1982. – № 14(6). – P. 440-444.