

11. Тихвинский С.Б., Хрущев С.В. Детская спортивная медицина. Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Медицина, 1991. — 560 с.
12. Шахлина Л.Я.. Медико-биологические основы спортивной тренировки женщин. — Киев: Наук. думка, 2001. — С. 11—127.
13. Шахлина Л.Я.-Г., Гуркин Ю.А. Физическая работоспособность подростков и определяющие ее факторы. Занятия спортом. — В кн.: Гинекология подростков. Руководство для врачей / Под ред. Ю.А. Гуркина. — Санкт-Петербург: Фолиант, 2000. — С. 196—218.
14. Шахлина Л.Я.-Г., Гуркин Ю.А. Физическая работоспособность подростков и определяющие ее факторы. Занятия спортом. — В кн.: Здоровье подростков. Руководство для врачей / Под ред. проф. О.В. Шараповой. — Санкт-Петербург, 2007. — С. 196—218.
15. "FIS in favor of Youth Olympic Games". FIS, 8 may 2007. "1st Winter Youth Olympic Games in 2012" (pdf). International Olympic Committee. — P. 12—14.
16. Engebretsen L., Steffen K., Bahr R et al. The International Olympic Committee Consensus statement on age determination in high-level young athletes. Br. J. Sport Med, 2010; 44: 476—84.
17. Kristiansen E., Roberts G.C. Young elite athletes and social support: coping with competitive and organizational stress in "Olympic" competition. Scan J. Med. Sci. Sport, 2010; 20: 686—95.

**Яшная А., Яковенко Е.**

**Національний університет фізического виховання і спорту України**

### **РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И МЕТАБОЛИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ГРЕБЦОВ В УСЛОВИЯХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Тактика преодоления соревновательной дистанции – неотъемлемый элемент успешной соревновательной деятельности в гребле академической. Наиболее применяемыми тактическими вариантами преодоления соревновательной дистанции в гребле академической являются следующие: прохождение соревновательной дистанции по отрезкам; прохождение соревновательной дистанции «на отрыв»; равномерное преодоление соревновательной дистанции. В специальной научно-методической литературе, несмотря на достаточно большое количество работ, освещающих различные аспекты физиологии гребли практически отсутствуют публикации, посвященные физиологическому обоснованию соревновательной тактики в гребле академической.*

**Ключевые слова:** тактика, функциональная подготовленность, гребля академическая.

**Яшна А., Яковенко Е. Реалізація функціонального та метаболічного потенціалу веслярів в умовах змагальної діяльності.** Тактика подолання змагальної дистанції – невід'ємним елементом успішної змагальної діяльності у веслуванні академічному. Найбільш застосовуваними тактичними варіантами подолання змагальної дистанції у веслуванні академічному є наступні: проходження змагальної дистанції по відрізках; проходження змагальної дистанції «на відрив»; рівномірне подолання змагальної дистанції. У спеціальній науково-методичній літературі, незважаючи на досить велику кількість робіт, які висвітлюють різні аспекти фізіології веслування практично відсутні публікації, присвячені фізіологічному обґрунтуванню тактики змагальної діяльності у веслуванні академічному.

**Ключові слова:** тактика, функціональна підготовленість, веслування академічне.

**Yashnaya A., Iakovenko E. Realization of functional and metabolic capacity of the rowers in a competitive activity.** Tactics to overcome competitive distance - an essential element of a successful competitive activity in rowing. Choice of rational tactics of the race determines the achievement of the final result of competitive activity, and therefore the tactical training based on the athlete's acquisition of a various tactical schemes of competitive struggle and developing the ability to rationally choose the tactics of the race, depending on many factors (weather, knowledge about the opponents, knowledge about their own ability to rank the competition and so on.). Most used tactical options to overcome the competitive distance in rowing are the following: the passage of competitive distance segmentally; the passage of competitive distance "in estrangement"; equitable overcoming of the competitive distance. When you select any of the tactical options of overcoming the distance to be considered and tactical preparedness of the enemy. Tactics in the case will be effective if it is a surprise to the enemy. Do not use the same tactical plan of the race at the second meeting with the enemy. In the special scientific and methodical literature, practically are no publications on the physiological basis of competitive tactics in rowing. Effective tactic is determined only by the results in a single race, which is the basis for further tactical training of athletes. In rowing, despite the standard long-distance competition, the results of individual races differ significantly, which often depends on the behavior of the enemy in the race, identity meteorological conditions, flow power, the depth of the waters, the coasts of the structure and other factors. Coming at the start, the rower every time enters the new situation. This causes fluctuations in the results at a distance of 2000 m at times almost 2 minutes. Under the conditions of the race in the rowing consistently implemented mechanisms of energy supply, and in spite of the dominant contribution of aerobic energy in the overall performance, the role of phosphocreatine and glycolytic mechanisms is very high.

**Key words.** tactics, functional preparation, rowing.

**Постановка проблеми.** Спортивная тактика в ее современном виде – это искусство ведения борьбы на соревнованиях в целом и на отдельных дистанциях в частности. Это понятие охватывает все более или менее целесообразные способы ведения состязания спортсменом (индивидуальная тактика) и спортивной командой (командная тактика) подлежащие определенному замыслу и плану достижения соревновательной цели. Смысл тактики заключается в использовании таких способов ведения состязания, какие позволили бы с наибольшей эффективностью реализовать свои возможности (физические, психические, технические) и достичь желаемой цели [12, 13]. Тактическая борьба в гребле

академической постоянно претерпевала изменения, связанного с развитием методологии тренировки гребцов, усовершенствованием инвентаря и других факторов (расширение календаря соревнований, появление средств контроля скорости лодки и пр.), которые внесли свои изменения в академическую греблю, что делает умение использовать оптимальные тактические варианты залогом успешного выступления спортсменов. Из литературных данных известно, что в настоящее время при постоянно возрастающей конкуренции на соревнованиях внутреннего и международного масштаба чтобы выиграть гонку недостаточно быть физически и технически подготовленным, нужно еще обладать тактическими знаниями и навыками прохождения дистанции, а также уметь их применять на практике [8, 10, 17]. В гребле академической, несмотря на стандартную длину дистанции соревнований, результаты отдельных заездов существенно отличаются, что часто зависит от поведения противника в гонке, своеобразия метеорологических условий, силы течения, глубины акватории, строения берегов и других факторов. Выходя на старт, гребец каждый раз попадает в новую обстановку. Это вызывает колебания результатов на дистанции 2000 м порой почти до 2 мин [18, 24, 25]. В этой связи, способность рационально построить соревновательную деятельность, подобрать оптимальный тактический вариант гонки рассматривается специалистами как неотъемлемая часть соревновательной деятельности в гребле академической.

**Связь работы с научными программами, планами, темами.** Работа выполнена согласно Сводного плана НИР на 2011-2015 гг. по теме 2.4.1 «Системний аналіз морфо-функціональних перебудов організму людини у процесі адаптації до фізичних навантажень».

**Цель работы** – изучить эффективность различных тактических схем преодоления соревновательной дистанции в гребле академической на основе учёта параметров реализации функциональных возможностей организма гребцов.

**Методы исследования:** анализ специальной и научно-методической литературы, данных сети Internet, обобщение, систематизация.

**Результаты исследований.** В академической гребле соревнования проводятся на дистанции 2000 метров и гонка длится от 5.30 до 7.00 минут, в зависимости от класса лодок. Мышечная работа носит глобальный характер, процент работающей при гребле активной мышечной массы составляет около 32% от всей мышечной массы спортсмена, в то время как общий объем мышечной ткани – как активной, так и пассивной – составляет около 47% от массы тела [16, 20, 22]. Нагрузка на организм соответствует зоне максимальной аэробной мощности [22] или субмаксимальной мощности.

Результаты многочисленных лабораторных исследований позволяют достаточно точно оценить динамику высокоэнергетических фосфатов и других метаболических показателей в условиях максимальной и субмаксимальной работы [2, 3], а так же соревновательной деятельности. Известно, что в условиях гонки в гребле академической последовательно реализуются механизмы энергообеспечения, причем несмотря на доминирующий вклад аэробного энергообеспечения в общую производительность, роль креатинфосфатного и гликолитического механизмов очень велика [2, 4, 9]. Запас энергетически богатых фосфатов у гребцов составляет 5,0 мМоль·л<sup>-1</sup> АТФ, 21,0 мМоль·л<sup>-1</sup> – креатинфосфата (КФ). При эффективном стартовом разгоне, мощность которого может достигать 1000-1200 Вт (на первой-пятой секундах приблизительно около 1000 Вт, с 6 по 10 секунды – 800 Вт), в течение первых секунд работы объем КФ резко снижается приблизительно на 30% от исходного уровня, в то время как объем АТФ остается постоянным в первоначальном количестве около 5 мМоль·л<sup>-1</sup>. Отсутствие физиологических ограничителей мощности креатинфосфатной реакции энергообеспечения, отсутствия лимитирующего влияние метаболитов (креатин) на работоспособность, а также быстрая восстанавливаемость этого механизма позволяют предельно использовать его возможности на стартовом отрезке соревновательной дистанции.

Несколько иная картина характерна для реализации лактатного механизма в условиях соревновательной дистанции в гребле академической. После 25-й секунды работы скорость образования лактата (La) увеличивается за короткий период времени, а максимальный уровень молочной кислоты крови (La<sub>max</sub>) достигается после 65-70-й секунды и затем увеличивается до конца теста. Из-за высокой активизации, уровень мышечного лактата во второй половине гонки увеличивается до 7-12 мМоль·л<sup>-1</sup>, что составляет около 30-34% от его итоговой концентрации, регистрируемой на 3-ей минуте восстановительного периода. Высокие концентрации лактата принято расценивать как один из основных факторов, лимитирующих работоспособность гребцов в условиях соревновательной деятельности [23, 26]. В тоже время нельзя отрицать его положительного влияния на развертывание и протекание аэробных процессов, в связи с чем были предложены способы управления процессами производства, экстракции и утилизации лактата в процессе соревновательной деятельности у гребцов путем изменения механических параметров гребли на стартовом отрезке дистанции [15, 23]. В это же время наблюдается значительное увеличение потребления кислорода, что связано с биологической взаимосвязью, существующей между уровнем реализации аэробного и анаэробного метаболизма [19, 23, 26]. Когда  $\dot{V} O_2$  достигает устойчивого состояния, уровень La снижается. По данным Hartmann, Mader (1993), изменение La на 3-5 %, обуславливает прирост  $\dot{V} O_2$  до 70% от  $\dot{V} O_{2max}$ . Такой механизм очистки работающих мышц от продуктов анаэробного метаболизма обуславливает проявление специальной аэробной выносливости гребцов [10, 14, 27]. Незначительное уменьшение  $\dot{V} O_2$  в течение оставшегося времени теста является результатом снижения концентрации КФ, который, особенно в период финишного спурта, способствует дальнейшему снижению концентрации лактата в мышце [14, 23]. Таким образом, в основе специальной работоспособности гребцов, не лежит абсолютное использование ни аэробных, ни гликолитических ресурсов. Даже если предположить возможность полного исчерпания креатинфосфата в конце нагрузки максимальной интенсивности, потребление кислорода составит при этом только 95% от теоретически возможного уровня  $\dot{V} O_{2max}$ , а приблизительная концентрация лактата – 20 мМоль·л<sup>-1</sup> крови. Теоретически, предельное использование аэробной производительности может быть увеличено путем сокращения гликолиза, но относительная инертность системы дыхания не позволяет реализовать этот подход на практике, так как из-за высокой стартовой мощности КФ истощается уже после 40-й секунды работы. Кроме того, большая часть анаэробных энергетических ресурсов была бы потеряна из-за сокращения реализации гликолиза и компенсация утраченной мощности не возможна за счет увеличения использования теоретически допустимых возможностей потребления кислорода [1].

Другой подход, предполагающий интенсификацию анаэробного метаболизма в ущерб аэробным возможностям лимитирован тем фактом, что уже при незначительном увеличении доли гликолиза (при концентрации La<sub>max</sub> более 16

мМоль·л<sup>-1</sup> крови) потребление кислорода снижается до 87%  $\dot{V} O_{2max}$ , что также приводит к снижению общей работоспособности спортсменов [26]. Энергообеспечение специальной работоспособности гребцов происходит аэробным путем на 67-83 %, анаэробным лактатным – на 9-20 % и фосфагенным – на 2-12 % [3, 16, 19]. При этом, использование анаэробных ресурсов в условиях соревновательной деятельности в академической гребле ограничено не столько максимальной гликолитической способностью, сколько резистентностью организма гребцов к высоким уровням ацидемии. Максимальный уровень концентрации лактата в крови гребцов высокого класса, в период восстановления может составлять до 21 мМоль·л<sup>-1</sup>. По данным Hartmann (1993), средний результат концентрации лактата крови в 1504 эргометрических тестах составляет 15,5±2,5 мМоль·л<sup>-1</sup>; индивидуальный максимальный результат – 24,2 мМоль·л<sup>-1</sup>; средний результат большинства тестов – 15,3±3,3 мМоль·л<sup>-1</sup>. При этом показатель рН крови может снижаться до 7,0, тогда как величина рН 6,85 в специальной научно-методической литературе рассматривается как критический для жизни уровень физиологического ацидоза [6, 27]. В условиях соревновательной деятельности квалифицированных гребцов, в первые 10 секунд старта доминирует анаэробная фосфагенная система энергообеспечения, а последующие 60 секунд – лактатная. После старта сердце и мышцы увеличивают потребление кислорода, но уровень, необходимый для функционирования аэробного механизма на максимальной мощности, достигается лишь через 60-90 сек у квалифицированных гребцов, что обусловлено инертностью систем, регулирующих дыхание и кровообращение [7, 19].

Большинство показателей кардиореспираторной системы (потребление кислорода,  $\dot{V} O_2$ , объем CO<sub>2</sub> в выдыхаемом воздухе, минутная вентиляция легких и др.), стабилизируются после 1-й минуты соревновательной работы и далее не изменяются или изменяются незначительно. Динамика этих показателей во многом соответствует изменению физиологических возможностей в процессе нагрузки на выносливость на воде и динамике показателей системы дыхания в структуре субмаксимальной работы [1]. После предельной стартовой работы, мощность работы фиксируется на индивидуально-максимальном уровне до конца первой минуты. Последовательное снижение мощности работы вплоть до 5-й минуты связано с нарастающим утомлением соматических и вегетативных систем организма гребца, истощением энергетических субстратов, ацидемии. В течении последней минуты, т. е. в процессе финишного спурта, наблюдается как правило повторное увеличение мощности [2, 19, 20]. Потребление кислорода достигает граничных показателей после 90-й секунды и постепенно снижается приблизительно на 200 мл·мин<sup>-1</sup> течение 4 оставшихся минут работы. До 4-й минуты уровень выделения CO<sub>2</sub> изменяется экспоненциально и затем почти линейно возрастает. Уже на второй минуте прогрессирующая величина выделения CO<sub>2</sub> значительно превосходит величину потребления кислорода, и к концу максимального теста это преобладание достигает 500 мл·мин<sup>-1</sup>. Газовые соотношения, наблюдаемые в процессе специальной работы предельной интенсивности обуславливают снижение рН и развитие утомления, связанного с ацидемии. До третьей минуты увеличение минутного объема дыхания также происходит экспоненциально, а далее он незначительно увеличивается до конца теста. Частота сердечных сокращений после 30-й секунды нагрузки составляет 160 уд·мин<sup>-1</sup> и далее, как правило, имеет место дальнейшее увеличение  $\dot{V} O_2$  до 185 уд·мин<sup>-1</sup> и более к концу теста [1, 3, 24].

Современные условия соревновательной деятельности в академической гребле предъявляют высокие требования к темпу гребли (рис. 1). Наблюдения за соревновательной деятельностью квалифицированных гребцов, а также анализ протоколов соревнований позволяет составить представление о значении темпа гребли у ведущих команд мира для скорости движения лодки по дистанции. После высокого стартового темпа на первой минуте соревновательной работы, составляющего более 50 гребков в минуту, частота движений гребца колеблется на уровне около 35 – 40 гребков в минуту. На четвертой минуте темп начинает увеличиваться и стабилизируется на уровне до 45 гр·мин<sup>-1</sup> в среднем; во время финишного спурта темпа вновь увеличивается до 48-50 гр·мин<sup>-1</sup> и может быть еще увеличен за счет сокращения длины проводки.

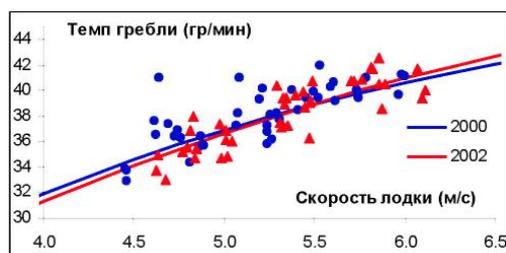


Рис. 1.1. Темп и скорость движения лодки в финальных заездах чемпионатов мира 2000 и 2002 гг. по гребле академической

Во время спуртов (ускорений) по дистанции, а также во время финишного ускорения, аэробная энергосистема не способна синтезировать достаточное количество АТФ для удовлетворения резко возрастающих энергопотребностей при увеличении темпа гребли. В это время снова увеличивается вклад анаэробного энергообеспечения, но так как АТФ-КФ система существенно истощила свои возможности на старте, ведущим анаэробным источником получения энергии является лактатная система [4, 5]. Такие «подключения» анаэробной энергосистемы сопровождаются весьма высоким накоплением лактата в работающих мышцах. Как уже отмечалось, у гребцов, сразу после прохождения гоночной дистанции на максимальной скорости, регистрировалась концентрация лактата в крови до величины 20 мМоль·л<sup>-1</sup> [5, 20].

Таким образом, специальная работоспособность гребцов определяется соотношением максимальной гликолитической ( $L_{a_{max}}$ ) и максимальной аэробной ( $\dot{V} O_{2max}$ ) способностями работающей мышечной массы. Исследователями [4, 14, 22] показана взаимосвязь между мощностью работы, потреблением кислорода при ее выполнении и величиной лактата, зафиксированной в восстановительном периоде у гребцов-академистов высокого класса. Так, производительность аэробного механизма энергообеспечения мышечной работы у гребцов позволяет поддерживать мощность работы длительностью 6 минут на уровне 330±40 Вт, что тесно связано биомеханической структурой движений в академической гребле и с массой тела спортсмена, ее влиянием на спортивный результат гребца как при работе на гребном

эргометре, так в естественных условиях гребли на воде, что в среднем составляет рабочий выход примерно в 3,67 Вт·кг<sup>-1</sup> веса тела. Интенсивность потребления кислорода во время такой составляет работы около 55 мл·кг<sup>-1</sup> у гребцов с массой тела 90 килограмм, что соответствует величине потребления кислорода около 4950 мл·кг<sup>-1</sup> [1, 4]. Величина артериального лактата при такой работе практически не изменяется. Увеличение мощности работы до 450±50 Вт, возможно за счет активного использования и аэробной и анаэробной производительности – происходит достижение  $\dot{V}O_{2max}$ , концентрация лактата в артериальной крови существенно увеличивается [19, 21].

**ВЫВОДЫ.** Все вышесказанное позволяет сделать вывод, что успешность соревновательной деятельности в академической гребле в значительной степени обусловлена функциональными возможностями кардиореспираторной системы, деятельность которой направлена на обеспечение должной утилизации кислорода работающими мышцами в условиях нарастающего утомления [1, 5, 23]. При этом характер деятельности дыхания и кровообращения в организме гребца при выполнении специфической деятельности, ограничивается целым рядом факторов, лимитирующая роль большинства из которых генетически детерминирована [19]. Ведущая роль в лимитировании аэробной производительности принадлежит таким параметрам деятельности кардиореспираторной системы как мощность циркуляторных системных факторов, миокарда и эффективность распределения крови и обусловленная этим пиковая величина потребления кислорода, эффективность дыхательной компенсации ацидоза и емкость систем буферирования ацидемии [2, 4]. Возможности гликолиза, ограниченная емкость, мощность ферментативных систем гликолиза, ограничение теплоотдачи и гипоксические явления ограничивают возможности экономизации метаболизма гребцов в условиях предельных физических нагрузок [11].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белоцерковский Э.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / Э.Б. Белоцерковский. // 2-е изд., доп. – М: Советский спорт., 2009. – С.78–118.
2. Буреева А.А. Биохимическая оценка работоспособности гребцов академистов высокого класса / А.А. Буреева // Актуальные вопросы подготовки спортсменов в циклических видах спорта: Сб. научн. Тр. – Волгоград, Вып. 2, 1995. – С. 66–73.
3. Григорьева Н.В. Биохимическая оценка специальной работоспособности спортсменов в гребле академической / Н.В. Григорьева // Научное обоснование физического воспитания, спортивной тренировки и подготовки кадров по физической культуре и спорту. – Минск. 2004. – С. 460–462.
4. Дьяченко А.Ю. Факторы лимитирующие уровень специальной работоспособности спортсменов в академической гребле / А.Ю. Дьяченко, О.М. Русанова // Современный Олимпийский спорт и спорт для всех, материалы 13 международного конгресса (Алматы, 7–10 октября 2009 г.): в 2 т. – Алматы, 2009 – Т. 2: Рекреация и спорт для всех. Национальные виды спорта и нетрадиционные средства и методы физического воспитания – С. 160–163.
5. Иорданская Ф.А. Оценка специальной работоспособности спортсменов разных видов спорта (диагностика, механизмы адаптации, средства коррекции) / Ф.А. Иорданская // Сб. научн. трудов ЦНИИ спорта. – М.: Советский спорт, 1993. – 293 с.
6. Клавора Г. Стратегия гонки / Г. Клавора // Система подготовки зарубежных спортсменов. Вып. 5, – М.: Физкультура и спорт, 1980. – С. 32 – 35.
7. Кропота Р.В. Реалии соревновательной борьбы в олимпийской академической гребле / Р.В. Кропота, Б.Е. Очеретько // Олимпийский спорт и спорт для всех: 9 Міжнар. наук. конгрес.: Тези доповідей – К.: Олімпійська література, 2005. – 373 с.
8. Михайлова Т.В. Гребной спорт: учебник для студ. высш. пед. учеб. заведений / Т.В. Михайлова, А.Ф. Комаров, Е.В. Долгова, И.С. Епищев; под ред. Т.В. Михайловой. – М.: Академия, 2006. – С. 240 – 245.
9. Мищенко В.С., Индивидуальные особенности анаэробных возможностей как компонента специальной выносливости спортсменов / В.С. Мищенко, Т. Томьяк, А.Ю. Дьяченко // Наука в олимпийском спорте. – К: Олимпийская литература, 2003. – № 1. – С. 57–62.
10. Очеретько Б. Использование тактических моделей в соревновательной деятельности высококвалифицированных гребцов-академистов / Б. Очеретько, О. Шинкарук // Олимпийский спорт и спорт для всех: IV междунар. Научный конгресс. – К., 2000. – с. 96.
11. Самсонов Е.Б. К вопросу о гоночной тактике. / Е.Б. Самсонов, Я.В. Шестоперов // Гребной спорт. Ежегодник. – М.: Физкультура и спорт, 1971. – С. 72 – 80.
12. Солодков А. Аксютчиц О. Функциональные состояния и работоспособность спортсменов // Олимпийский спорт и спорт для всех: Тезисы 5 междунар. науч. конгресса. – Минск: БП+ФК, 2001. – с. 475.
13. Уилмор Дж.Х., Физиология спорта и двигательной активности / Дж.Х. Уилмор, Д.Л. Костил. – К. Олимпийская литература, 1997 – С.149–215
14. Янсен П. ЧСС, Лактат и тренировки на выносливость / П. Янсен. – Т.: Тулома 2007. – С. 81–101.
15. John McArthur High Performance Rowing / John McArthur. – Crowood Press, 1997. – P. 110–114.
16. Paul Thompson, Sculling: Training, Technique & Performance / Paul Thompson. – Crowood Press, 2005. – P. 93–104.
17. Peter Janssen Lactate Threshold Training / Peter Janssen. – Human Kinetics, 2001, – P. 191–213.
18. Volker Nolte Rowing Faster / Volker Nolte. - Human Kinetics Publishers, 2005, P. 193-217.
19. Volkov N. I. Bioenergetics of sports activities / N. I. Volkov. – Moscow: Theory and practice of physical culture and sports. – 2010. – 141 p.
20. The FISA Coaching Development Program “Be a Coach!”: Handbook / FISA Competitive Commission, Thor S. Nilsen // Gränstryck AB, Sweden, 2002. – Level 1. – 127 p.
21. Miyamoto T. The heart rate increase at the onset of high-work intensity exercise is accelerated by central blood / T. Miyamoto, Y. Oshima, K. Ikuta, H. Kinoshita // European Journal of Applied Physiology. – January, 2006. – V. 96. – N 1. –P. 86-96.