

РІВЕНЬ АНАЕРОБНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ В СПОРТСМЕНІВ У РІЗНІ СЕЗОНИ РОКУ

Юрій ПОЛАТАЙКО

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ

Мета дослідження – визначення рівня анаеробної працездатності і особливостей мобілізації енергетичних механізмів у різні періоди річного циклу підготовки спортсменів.

Анотація. У статті розглядаються деякі фізіологічні і методичні аспекти кількісного визначення анаеробної працездатності в спортсменів у різні сезони року. Встановлено, що при виконанні навантажень максимальної інтенсивності співвідношення анаеробних креатинфосфатних і гліколітичних механізмів енергозабезпечення в кваліфікованих спортсменів залежить від особливостей довготривалої адаптації до тренувальних навантажень і від сезонів року. При цьому в плавців високий рівень фізичної працездатності при виконанні короточасних навантажень максимальної інтенсивності більшою мірою залежить від мобілізації анаеробного креатинфосфатного механізму енергозабезпечення, а в легкоатлетів – від мобілізації анаеробних гліколітичних механізмів.

Ключові слова: сезони року, анаеробна працездатність, фізичне навантаження, плавці, легкоатлети.

Постановка проблеми. В даний час спорт вищих досягнень пред'являє особливі вимоги до процесу структуризації і індивідуалізації спортивного тренування. Досягнення високих спортивних результатів завжди базується на достатньому розвитку функціональних можливостей спортсмена і на максимальній реалізації їх в процесі змагальної діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Адаптація людини до фізичних навантажень характеризується напруженням регуляторних механізмів і виявляється, зокрема, змінами структури біологічних ритмів різних функціональних систем організму. Закономірні зміни умов середовища (сезонні коливання рівня освітленості, температури і вологості повітря, гравітації, геомагнітного поля та ін.), що регулярно повторюються, обумовлюють здатність організму до «попереджувального реагування». В умовах середніх широт сезонні зміни навколишнього середовища роблять значущий вплив на регуляцію циркануальних ритмів організму [2, 6, 7 і ін.]. Як відомо, циркануальні зміни на організменному рівні обумовлені сезонною динамікою фізіологічних, біохімічних та імунологічних процесів в організмі. Тим самим здійснюється модулюючий вплив сезонних змін умов середовища на функціональний стан, рівень фізичної працездатності, стан адаптаційних можливостей і резистентності організму, а також на рівень оздоровчих і тренувальних заходів [1, 8, 12 і ін.].

Спортивне тренування носить цілеспрямований характер, коли на кожному етапі зміст тренування видозмінюється, витривалість спортсменів поступово збільшується, досягаючи найвищого рівня і спеціалізованого характеру до періоду відповідальних спортивних змагань.

Мета дослідження – визначення рівня анаеробної працездатності і особливостей мобілізації енергетичних механізмів у різні періоди річного циклу підготовки спортсменів.

Матеріал і методи. Обстежено 158 чоловік (56 плавців і 49 бігунів) з високим рівнем спортивної кваліфікації (КМС-МС), а також 52 людини, що не займаються спортом у віці 18-24 років.

Обстеження спортсменів у межах річного циклу спортивної підготовки проводилося в чотири етапи: 1-й етап – перехідний період (вересень-жовтень); 2-й етап – початок підготовчого періоду (грудень-січень); 3-й етап – кінець підготовчого періоду (березень-квітень); 4-й етап – початок змагального періоду (травень-червень). Як відомо, від раціональної побудови тренувального процесу в підготовчому періоді залежить результат виступу спортсмена на відповідальних змаганнях сезону. Обстеження нетренованих осіб (контрольна група) проводилося в ті ж часові періоди року, що і спортсменів.

При інтерпретації показників стану обстежуваних враховували не лише величину і характер розподілу тренувальних навантажень у макроциклі, але і щорічну динаміку умов природного освітлення. Для цього згідно сезонній динаміці тривалості світлового дня і добових змін фотоперіоду в кожному річному макроциклі підготовки були виділені чотири якісно своєрідних і різних за тривалістю періодів. Другий і четвертий періоди (грудень-січень і травень-червень,

відповідно) характеризуються мінімальними і максимальними значеннями тривалості світлої частини доби при мінімальних величинах їх добових змін. Першому і третьому періодам (березень-квітень і вересень-жовтень) властиве стабільне збільшення або зменшення тривалості світлої частини доби.

Тестування фізичної працездатності за допомогою більшості функціональних проб дозволяє одержати визначене уявлення, головним чином про аеробні можливості організму спортсменів. Значно рідше в спортивно-медичній практиці використовуються функціональні проби для судження про анаеробну працездатність. Разом з тим, очевидна необхідність отримання повнішого уявлення про характер енергетичного забезпечення м'язової діяльності, рівні фізичної працездатності спортсмена до виконання різної за типом, тривалістю і інтенсивністю м'язової роботи. Для цього використовувалися велоергометричні тести різної тривалості і інтенсивності: 15-секундне навантаження максимальної інтенсивності, яке відображає алактатну (креатинфосфатну) анаеробну потужність (W_{15c} , Вт, Вт/кг) і 60-секундне навантаження максимальної інтенсивності – лактатну (гліколітичну) анаеробну потужність (W_{60c} , Вт, Вт/кг) [5, 19].

Виконання тестуючих навантажень проводилося на велоергометрі «Монарк» (Швеція).

Концентрацію лактату в капілярній крові визначали ензиматичним методом («Dr. Lange-400») на 3-й хвилині відновного періоду після виконання анаеробних навантажень.

Статистична обробка результатів проводилася з використанням t-критерію Стьюдента в статистичних програмах «Statistica 6.0» і програмного забезпечення Microsoft Excel 2000.

Результати дослідження та їх обговорення. Анаеробна потужність кожного спортсмена змінюється хвилеподібно, однак існують загальні закономірності, згідно яким хід адаптації організму спортсменів залежить від їх кваліфікації, періоду підготовки, об'єму фізичного навантаження, а також від того, в яких зонах інтенсивності виконується навантаження [9, 17, 18]. При розвитку витривалості взаємозв'язок процесів виробництва аеробної і анаеробної енергії обумовлює структуру метаболічного забезпечення. Саме тому виділяються зони інтенсивності фізичного навантаження, межі фізіологічних і метаболічних змін, що виникають при забезпеченні працюючих м'язів енергією [3, 15]. Учені виділяють декілька метаболічних порогів. Перший поріг – це момент переходу від виробництва енергії лише аеробним шляхом до переважання її виробництва анаеробно-гліколітичним шляхом. Концентрація лактату в крові в цей період підвищується до 2 ммоль/л. Другим метаболічним порогом можна вважати момент, коли концентрація лактату в крові досягає 4 ммоль/л, частота серцевих скорочень – 80–90% максимальної, а споживання кисню складає 60–80% від VO_{2max} – цей поріг називається анаеробним [17].

Як відомо, максимальна швидкість креатинфосфокіназної реакції досягається вже на перших секундах від початку роботи. Оскільки загальні запаси креатинфосфату в м'язах невеликі, швидкість цього процесу швидко знижується [5]. Мабуть, з цих позицій може розглядатися динаміка величин потужності навантаження під час виконання короткочасної напруженої м'язової роботи.

Результати статистичного аналізу показників алактатної (креатинфосфатної) анаеробної потужності (W_{15c}) у кваліфікованих спортсменів в процесі річного циклу підготовки представлені в табл. 1. Виявлені достовірні відмінності між групами обстежуваних за абсолютними і відносними показниками алактатної анаеробної потужності ($p < 0,001$). Найменші величини цих показників упродовж року спостерігаються в групі нетренованих осіб, а найбільший рівень – в групі спортсменів-бігунів ($p < 0,001$). При цьому рівень алактатної анаеробної потужності в бігунів достовірно вищий, ніж у плавців ($p < 0,001$).

Аналіз одержаних даних показав, що в період високого рівня спеціальної працездатності спортсменів (початок змагального періоду) відзначалось достовірне підвищення алактатної анаеробної потужності в легкоатлетів на 11,1%, а в плавців – на 8,9%, в порівнянні з перехідним періодом ($p < 0,05$).

Результати статистичного аналізу показників лактатної (гліколітичної) анаеробної потужності (W_{60c}) в спортсменів у процесі річного циклу підготовки представлені в табл. 1. Аналізуючи рівень розвитку гліколітичних анаеробних можливостей організму обстежуваних різних груп за результатами виконання W_{60c} , спостерігаються найменші відносні значення в групі

нетренованих осіб, а найвищий рівень анаеробних гліколітичних можливостей – в групі бігунів ($p < 0,001$). Найменші величини потужності навантаження протягом року в нетренованих осіб свідчать передусім про недостатню досконалість компенсаторних механізмів, менший вміст енергетичних субстратів в м'язах, а також про низький рівень анаеробної продуктивності і про зниження в них швидкісних якостей, в порівнянні із спортсменами.

Таблиця 1

Динаміка показників алактатної (W15с) і лактатної (W60с) анаеробної потужності в кваліфікованих спортсменів у процесі річного циклу підготовки (M \pm m)

Показники	Групи	Етапи річного циклу підготовки			
		осінь 1-й етап	зима 2-й етап	весна 3-й етап	літо 4-й етап
W15с, Вт	1	463,5 \pm 8,3	454,5 \pm 6,4	496,4 \pm 7,1	505,8 \pm 6,3
	2	656,8 \pm 8,6	652,7 \pm 7,7	683,6 \pm 6,8	726,6 \pm 5,9
	3	395,6 \pm 5,2	381,4 \pm 4,4	404,5 \pm 3,5	413,8 \pm 4,4
W15с, Вт/кг	1	6,46 \pm 0,16	6,27 \pm 0,15	6,86 \pm 0,13	7,09 \pm 0,15
	2	8,82 \pm 0,19	8,69 \pm 0,14	9,14 \pm 0,15	9,93 \pm 0,16
	3	5,35 \pm 0,11	4,84 \pm 0,09	5,39 \pm 0,09	5,65 \pm 0,12
НLa, ммоль/л	1	6,67 \pm 0,12	7,04 \pm 0,15	6,61 \pm 0,13	5,84 \pm 0,15
	2	7,25 \pm 0,17	7,56 \pm 0,19	6,85 \pm 0,11	6,48 \pm 0,18
	3	9,15 \pm 0,26	10,3 \pm 0,3	9,45 \pm 0,17	8,67 \pm 0,19
W60с, Вт	1	348,3 \pm 3,9	339,8 \pm 2,8	352,8 \pm 3,5	366,5 \pm 2,9
	2	481,6 \pm 5,3	466,7 \pm 4,5	482,1 \pm 6,9	498,4 \pm 5,8
	3	291,3 \pm 2,8	289,5 \pm 1,9	294,5 \pm 2,5	303,7 \pm 2,4
W60с, Вт/кг	1	4,85 \pm 0,09	4,69 \pm 0,10	4,87 \pm 0,08	5,14 \pm 0,10
	2	6,46 \pm 0,05	6,21 \pm 0,07	6,45 \pm 0,09	6,81 \pm 0,08
	3	3,94 \pm 0,11	3,79 \pm 0,09	3,97 \pm 0,10	4,15 \pm 0,09
НLa, ммоль/л	1	12,7 \pm 0,6	13,1 \pm 0,7	12,2 \pm 0,6	11,7 \pm 0,5
	2	14,2 \pm 0,6	14,5 \pm 0,8	13,9 \pm 0,7	13,1 \pm 0,8
	3	16,3 \pm 0,9	16,9 \pm 0,8	15,9 \pm 0,9	15,3 \pm 0,7

Аналіз одержаних даних показав, що в період високого рівня спеціальної працездатності спортсменів (початок змагального періоду) спостерігалось підвищення лактатної анаеробної потужності (W60с) у легкоатлетів на 3,5%, а в плавців – на 5,1% в порівнянні з перехідним періодом ($p > 0,05$).

Як відомо, якщо тренувальний процес налагоджений правильно, то на кожному наступному етапі підготовки з підвищенням адаптації організму на рівні анаеробної потужності виконуваної роботи все збільшується потужність, після закінчення якої концентрація лактату в крові змінюється незначно. Чим вищий рівень підготовки спортсменів, тим при нижчій концентрації лактату в крові досягається VO_2max [11,14,18].

Виявлені нами відмінності між кваліфікованими спортсменами різної спеціалізації за рівнем фізичної працездатності в тестах різної спрямованості узгоджуються з літературними даними по вивченню потужності і ємкості різних джерел енергозабезпечення при виконанні фізичних навантажень різного характеру [4, 10]. Проте аналіз літератури виявив при цьому деякий різнобій думок з питань характеру енергозабезпечення короткочасного навантаження максимальної інтенсивності. Широко поширене уявлення про те, що при виконанні короткочасного навантаження максимальної інтенсивності (до 20 с) переважна частина енергії визначається резервом аденозинтрифосфату (АТФ) і креатинфосфату (КФ), активації анаеробних гліколітичних процесів не відбувається. При цьому спеціальні лабораторні дослідження з використанням методу біопсії в умовах навантаження максимальної інтенсивності показали, що гліколітичні процеси активізуються вже через 6 секунд такого навантаження [13].

Аналіз показників концентрації лактату в крові на 3-й хвилині відновного періоду після виконання короткочасних максимальних тестуючих навантажень в обстежуваних свідчить про те, що активізація анаеробних гліколітичних механізмів енергозабезпечення спостерігається в них як при виконанні W60c, так і при W15c, особливо в зимовий період року. Найвищі концентрації лактату в крові впродовж року спостерігаються в групі нетренованих осіб. Встановлено, що в спортсменів-бігунів концентрація лактату в крові вища, ніж у плавців ($p < 0,001$). Разом з тим, представлені результати не узгоджуються з даними про те, що величина накопичення лактату в крові залежить від рівня тренуваності організму – чим вища кваліфікація спортсмена, тим більші резерви ресинтезу АТФ креатинкіназним шляхом, тим менше на дистанції підключається гліколіз [11,16].

Як відомо, зниження вмісту лактату в одного й того ж спортсмена при виконанні стандартної роботи на різних етапах тренувального процесу свідчить про покращання тренуваності, а підвищення – про погіршення. Значні концентрації молочної кислоти в крові після виконання максимальної роботи свідчать про вищий рівень тренуваності при хорошому спортивному результаті або про більшу метаболічну ємкість гліколізу, більшу стійкість його ферментів до зміщення рН в кислу сторону. Таким чином, зміна концентрації молочної кислоти в крові після виконання певного фізичного навантаження пов'язана із станом тренуваності спортсмена. По зміні її вмісту в крові визначають анаеробні гліколітичні можливості організму, що важливо при відборі спортсменів, розвитку їх рухових якостей, контролі тренувальних навантажень і ходу процесів відновлення організму.

Нами виявлено, що на початку змагального періоду спостерігалось достовірне зниження концентрації лактату в крові в легкоатлетів на 10,6% при виконанні навантаження W15c і на 7,7% при – W60c, а в плавців – на 12,4% і 8,5%, відповідно, в порівнянні з перехідним періодом ($p < 0,05$).

Індивідуальний аналіз в однорідних групах кваліфікованих спортсменів на основі зіставлення індивідуальних рівнів максимальної потужності тестуючих навантажень анаеробного алактатного і гліколітичного характеру з концентрацією лактату в крові свідчать, що високі показники фізичної працездатності в спортсменів різних видів досягаються різними шляхами. Так, у групі бігунів спостерігався більший приріст концентрації лактату в крові після виконання 15c і 60c тестуючих навантажень максимальної інтенсивності, ніж у плавців, для яких характерні менші показники потужності навантажень анаеробного характеру (W15c, W60c). Для нетренованих осіб, що показують низький рівень анаеробних можливостей, відзначається найбільший приріст концентрації лактату в крові після виконання тестуючих навантажень.

Проведений кореляційний аналіз на початку змагального періоду в групі плавців показав негативний взаємозв'язок концентрації лактату в крові з максимальною потужністю навантаження анаеробного алактатного (W15c $r = -0,62$, $p < 0,001$) і гліколітичного (W60c $r = -0,73$, $p < 0,001$) характеру, а в групі легкоатлетів, відповідно, (W15c $r = -0,56$, $p < 0,001$) і (W60c $r = -0,65$, $p < 0,001$). В нетренованих осіб у літній період року спостерігалась також зворотна закономірність – низькі показники потужності максимальних 15c і 60c тестуючих навантажень поєднувалися з високим рівнем лактату в крові на 3-й хвилині відновного періоду (W15c $r = -0,41$, W60c $r = -0,38$, $p < 0,05$).

У кваліфікованих спортсменів зростання рівня тренуваності йде в основному за рахунок вдосконалення креатинкіназного механізму ресинтезу АТФ. Тому при виконанні максимальних тестуючих навантажень анаеробного характеру кращі результати спостерігаються в спортсменів із великою потужністю і ємкістю креатинфосфатного механізму енергозабезпечення. Факт меншого утворення лактату при виконанні тестуючих навантажень алактатного і гліколітичного анаеробного характеру на початку змагального періоду підтверджує, що в цей період спортсмени більшою мірою працювали за рахунок креатинкіназного механізму енергозабезпечення.

В процесі довготривалої адаптації до тренувальних навантажень у спортсменів удосконалюється не лише анаеробна, але і аеробна продуктивність. Проте покращання фізичної працездатності відбувається в основному за рахунок поступового вдосконалення реакцій гліколітичного фосфорилування, що підтверджується природою концентрації лактату в крові, який

вище в легкоатлетів, що досягли найбільших величин анаеробної алактатної (W15с) і гліколітичної (W60с) потужності при виконанні тестуючих навантажень, в порівнянні з плавцями і контрольною групою.

Висновки

Таким чином, дослідження показали, що при виконанні навантажень максимальної інтенсивності співвідношення анаеробних креатинфосфатних і гліколітичних механізмів енергозабезпечення в кваліфікованих спортсменів залежить від особливостей довготривалої адаптації до тренувальних навантажень і від сезонів року. При цьому в плавців високий рівень фізичної працездатності при виконанні короткочасних навантажень максимальної інтенсивності більшою мірою залежить від мобілізації анаеробного креатинфосфатного механізму енергозабезпечення, а в легкоатлетів – від мобілізації анаеробних гліколітичних механізмів.

Література

1. Агаджанян Н.А., Шабатура Н.Н. Биоритмы, спорт, здоровье. – М.: ФиС, 1989. – 209 с.
2. Агаджанян Н.А., Губин Г.Д., Губин Д.Г. Радьши И.В. Хроноархитектоника биоритмов и среда обитания. – Москва-Тюмень: Изд-во ТГУ, 1998. – 168 с.
3. Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г., Горелов В.А., Уголькова И.В. Эргометрические критерии анаэробной работоспособности у спортсменов разного возраста и пола. // Физиол. человека. – 2004. – Т. 30. – №1. – С. 124–131.
4. Волков Н.И., Дардури У., Сметанин В.Я. Градации гипоксических состояний у человека при напряженной мышечной деятельности // Физиология человека. – 1998. – Т. 24. – №3. – С. 51–63.
5. Волков Н.И., Савелев И.А. Кислородный запрос и энергетическая стоимость напряженной мышечной деятельности человека // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. № 4. – С. 80–84.
6. Голиков А.П., Голиков П.П. Сезонные биоритмы в физиологии и патологии. – М.: Медицина, 1973. – 166 с.
7. Деряпа Н.Р., Мошкин М.П., Постный В.С. Проблемы медицинской биоритмологии. – М.: Медицина, 1985. – 208 с.
8. Колупаев В.А., Дятлов Д.А., Окишор А.В., Мельников И.Ю. Влияние тренировочных нагрузок анаэробной и аэробной направленности на уровень физической работоспособности и адаптационные возможности спортсменов в различные сезоны года. // Теория и практика физической культуры. – 2004. – №5. – С. 23-28.
9. Милашюс К., Скернявичус Ю. Динамика аэробной мощности лыжников-гонщиков высокой квалификации в годичном цикле подготовки // Наука в олимпийском спорте. – 2002. – № 1. – С. 42–46.
10. Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов. – Киев: Здоровья, 1990. – 200 с.
11. Мищенко В.С., Левин Р.Я., Ноур А.М. Лактатный порог и его использование для управления тренировочным процессом: Методические рекомендации. – 1997. – Вып. 4. – 61 с.
12. Рыбаков В.П. Биоритмы на службе здоровья. – М.: Советский спорт, 2001. – 112 с.
13. Спрайт Л. Анаэробный метаболизм при высокоинтенсивных физических нагрузках // Метаболизм в процессе физической деятельности: Пер с англ. – Киев: Олимпийская литература, 1998. – С. 9–51.
14. Bergh K., Forsberg A. Cross-country skiracing. Endurance in sport (eds) R.J. Snephard, P.O. Astrand. – New York, 1992. – P. 570-581.
15. Chicharro J.L., Peges M., Vaquero A.F. Lactic threshold, ventilatory threshold during a ramp test on a cycle ergometer / J. Sports Med. and Phys. Fitness. – 1997. – V. 37. – P. 117–121.
16. Inbar O., Bar-Or O., Skinner J. The Wingate Anaerobic Test. Champaign: Human Kinetics, 1996. – 456 p.
17. Mader A., Heck H. A theory of the metabolic – original of «anaerobic threshold» //Int. J. Sports Med. – 1986. – №7. – P. 45–65.

18. *Rusko H.* Development of aerobic power in relation to age and training in cross-country skiers // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 1992. – Vol. 24. – №. 9. – P. 1040–1047.

19. *Vandewalle G.P., Monod H.* Standart anaerobic exercise tests // *Sport Medicine*, 1987. – №4. – P.268–289.

УРОВЕНЬ АНАЭРОБНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У СПОРТСМЕНОВ В РАЗНЫЕ СЕЗОНЫ ГОДА

Юрий ПОЛАТАЙКО

Прикарпатский национальный университет им. В. Стефаныка

Цель исследования. Определение уровня анаэробной работоспособности и особенностей мобилизации энергетических механизмов в разные периоды годового цикла подготовки спортсменов.

Аннотация. В статье рассматриваются некоторые физиологические и методические аспекты количественного определения анаэробной работоспособности спортсменов в различные сезоны года. Установлено, что при выполнении нагрузок максимальной интенсивности соотношение анаэробных креатинфосфатных и гликолитических механизмов энергообеспечения у квалифицированных спортсменов зависит от особенностей долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам и от сезонов года. При этом у пловцов высокий уровень физической работоспособности при выполнении кратковременных нагрузок максимальной интенсивности в большей степени зависит от мобилизации анаэробного креатинфосфатного механизма энергообеспечения, а у легкоатлетов – от мобилизации анаэробных гликолитических механизмов.

Ключевые слова: сезоны года, анаэробная работоспособность, физическая нагрузка, пловцы, легкоатлеты.

LEVEL ANAEROBIC OF WORKING CAPACITY IN SPORTSMEN IN THE VARIOUS SEASONS

Yuriy POLATAIKO

Prykarpattya National University named after Vasyl' Stefanyk

The aim of research. Determination of level anaerobic capacity and features of power mechanisms in different periods of annual cycle of preparation of sportsmen.

Abstract. In the present message some physiological and methodical aspects of quantitative definition anaerobic capacity for work in the sportsmen in various seasons are examined. It is established, that performance loadings of the maximal intensity ratio of anaerobic alactic and lactic mechanisms energy in the qualified sportsmen depends on features of long-term adaptation to training loadings and from seasons of year. Thus in the swimmers the high level of physical performance of short-term loadings of the maximal intensity, in the greater degree depends on mobilization anaerobic alactic mechanism of energy, and in athletes – from mobilization anaerobic lactic mechanisms.

Key words: seasons of year, anaerobic working capacity, performance loading, swimmers, athletes.