

КИСЛОРОДЕН ДЪЛГ ПРИ СУБМАКСИМАЛНИ НАТОВАРВАНИЯ В ТЕНИСА

Димитър Димов

EXCESS POST-EXERCISE OXYGEN CONSUMPTION IN SUBMAXIMAL STRESS IN TENNIS

Dimitar Dimov

Abstract: We all know that in an active rest the recovery processes in our body go faster. But is this the case when the loads are submaximal, especially in sport like tennis? Thanks to the new technologies we were able to monitor what is the level of excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) during the exercise itself as well as in the first few minutes after the recovery (the break between the games). We used 3 types of exercises that have a higher level of load than the one in real matches. We will show what are the levels in the beginning of the load, at its peak and from 1 to 5 minutes after its end. In this way, we will monitor how the recovery processes take place in the tennis player's body.

Key words: tennis, stress, EPOC, recovery

Отражение на извършената анаеробна работа и начина на нейното изплащане може да се проследи чрез кислородния дълг, но също така се показват и някои качества на тенисиста. Измерването и анализът на кислородния дълг са съпроводени с определени трудности. Всички сме запознати, че тялото на всеки един атлет продължава да работи и след прекратяване на тренировъчната дейност. Много статии сочат, че активната почивка спомага за по-бързото възстановяване на организма до изходно ниво, но как се следи нивото на възстановяване? Колко често се стига до преумора на даден спортист чрез чести тренировъчни занимания и различни по вид и характер натоварвания? Новите технологии ни дават един нов изглед на нещата, а именно да следим физиологичните показатели на състезателите по време на самото натоварване, както и след него. Повече от физиологичните изследвания у нас са направени в лабораторни условия, които за спортните игри, какъвто спорт е и тенисът, са много далечни от реалните условия, в които се води “борбата”. Именно това ни подтикна да използваме съвременни методи за проследяване на физиологичните показатели по време на натоварването и след него, за да знаем точно какво се случва в организма на състезателите.

В наше предишно изследване посочихме натоварването на сърцето по време на тренировка, докато конкретното изследване е насочено към кислородния дълг (EPOC – Excess Post-Exercise Oxygen Consumption), което посочва какви нива са необходими на организма за неговото възстановяване. Причините за повишения кислороден дълг са присъствието на недоокислени продукти в кръвта, които се отстраняват по-бавно, отколкото се натрупват, повишената телесна температура, усилената все още функция на дишането, кръвообращението и т.н. Също така и след прекратяване на тренировъчното натоварване да следим необходимото време за отстраняване на млечната киселина и възвръщането

нивата на креатин, кислород и аденозин трифосфат (АТФ) в мускулите. В много проучвания през последните 20 години е доказано, че има експоненциална връзка между интензитета на тренировката и увеличаването на кислородния дълг (Bielinski, R. и др. 1985: 42). Интензивността при работа над 60% от VO_{2max} се стимулира линейното нарастване на кислородния недостиг, като това зависи и от продължителността на упражнението (J. Laforgia и др. 2006: 24). Според друг автор „Повишаването на кислородната консумация води до едно увеличаване на разхода на енергия, което допринася за общите метаболитни разходи при изпълнението на едно упражнение” (J. Townsend и кол. 2013: 45)

Въпреки че понятието кислороден дълг е въведено от A.V. Hill още през 1924 г. като цяло литературните източници, които разглеждат кислородния дълг и неговото значение в спорта, са твърде малко в сравнение с други физиологични показатели като пулс и лактат в кръвта. Това може да се забележи дори и в българските литературни източници, като най-голямо значение на кислородния дълг отдава Д. Стефанова.

Методика

За целта на изследването използвахме спортнопедагогическо тестиране и математико-статистически методи.

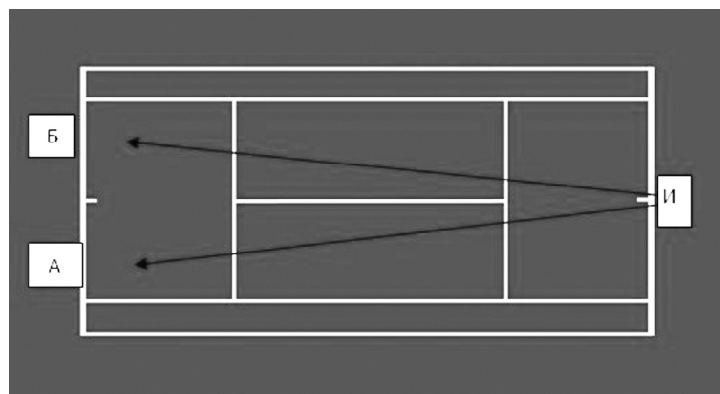
Основния спортнопедагогически експеримент проведохме през зимния период на 2015–2016 г., като изследваните лица бяха 20 на брой тенисисти. Те бяха от първите 40 в българската ранглиста, като 5 от тях са бивши или настоящи играчи на Купа “Дейвис”.

За целта на това изследване проследихме данните от реалните мачове и натоварването между два гейма, т.е. време между 5 и 8 минути. След това искахме да проследим как протича възстановяването при субмаксимални натоварвания, които по структура се доближават максимално до реалните условия, но имат своя градивен адаптационен принос. Това ще ни помогне да разберем структурата на натоварването и по-важната част – как протичат възстановителните процеси на кислородния дълг и какви са нивата след 1 минута (почивка между два гейма) и кога възвръща ниски нива.

След дълго проучване се спряхме на три упражнения (фиг. 1, 2, 3), които се доближават до реалните игрови условия, но имат и по-голямо физическо натоварване. Продължителността на упражненията бе между 6 и 8 минути, като записът на данните продължаваше и след този период, за да се проследят възстановителните процеси и нивата на кислородния дълг, който се изчисляваше в мл/кг. Записът се извършваше на устройство Suunto Ambit 2R SS020654000, като предварително се вкарваха антропометрични и биологични данни на изследваните лица. Часовникът бе настроен да записва данни на всеки 6 секунди. Преди изпълнението на упражненията всички състезатели проведоха предварителна загрявка с продължителност 30 минути, която включваше 10 минути лек бег, с бегови упражнения и активен стречинг. 20 минути бе и стандартната загрявка с тенис.

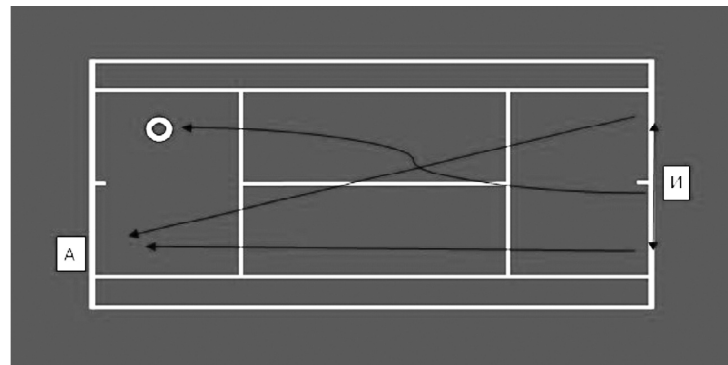
Описание на упражненията:

Упражнение 1 – „Австралийски” трингъл. От основната линия изследваният състезател (И) играе срещу двама опоненти, които са поставени в двата ъгъла и насочват топката по тяхно усмотрение. Изследваното лице трябва да редува своите удари към играч “А” и към играч “Б”.



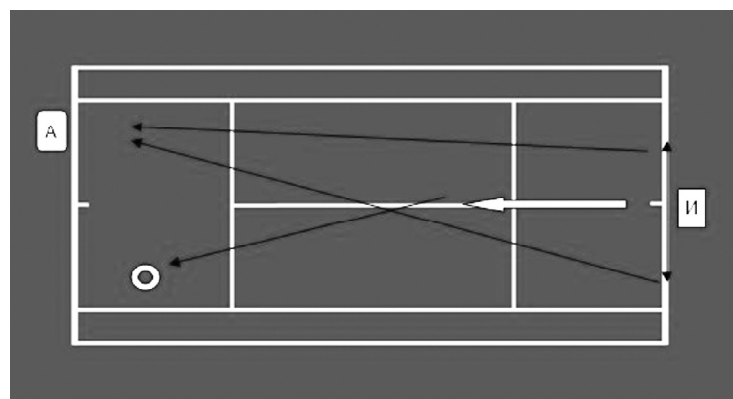
Фигура 1. Австралийски” трингъл

Упражнение 2 – Триъгълник със сервис (фиг. 2). Изследваният “И” тенисист започва упражнението със сервис и насочва топките към състезател “А”, като на 6-ти удар трябва да завърши топката в свободния ъгъл.



Фигура 2. Триъгълник със сервис

Упражнение 3 – Триъгълник с воле (фиг. 3). Изследваният играч “И” играе по цялата ширина на корта и насочва своите удари към играч “А”, като при удобна ситуация атакува на мрежата и завършва воле в свободния ъгъл на корта.

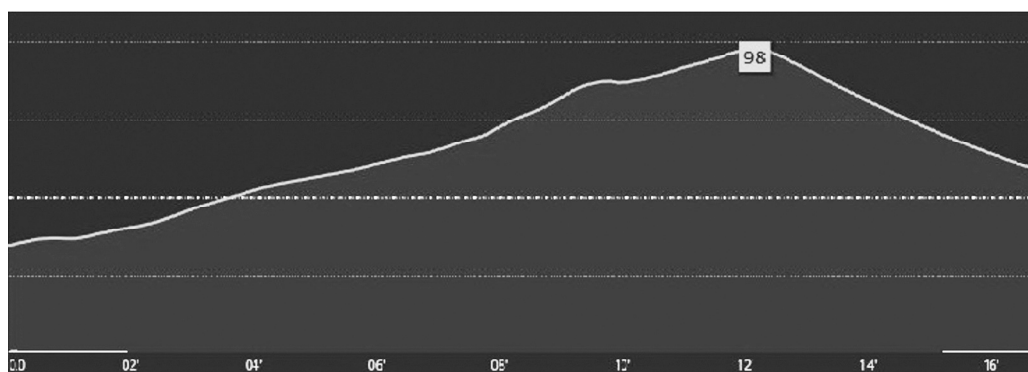


Фигура 3. Триъгълник с воле

Анализ на резултатите

За да установим границите на достигнатите нива, средните резултати от изследваните лица, използвахме вариационен анализ. Освен него са представени и графики на някои от изследваните лица. Благодарение на програма, чрез която са извеждани събраните данни, можехме да разделим периодите на самото натоварване и почивката след него. С получените резултати можем да проверим до каква степен избраните упражнения са градивни, т.е. водят до положителни адаптационни процеси в организма на тенисиста.

Кислородният дълг се влияе на първо място от интензивността на натоварването, но също така и свързаните мускулни групи (т.е. техният обхват – определена област или цялостно), продължителността на натоварването, нивото на изследвания спортист, условията на околната среда и други. През първите няколко минути след прекратяване на натоварването кислородната консумация е повишена, пулсът и дишането са учестени, като е увеличена и телесната температура. На графика 1 е показан кислородният дълг по време на натоварването от упражнение 1, както и първите минути след прекратяването му. Линейното увеличаване на кислородния дълг е породено от продължителността на упражнението. Поради факта, че 90 секунди след прекратяване на натоварването (време за почивка между геймовете) стойностите на кислородния недостиг са големи, на графичното изображение са показани данните за 5 минути след прекратяване на натоварването.



Графика 1. Кислороден дълг при субмаксимално натоварване при „Австралийски“ триъгълник

На графиката се вижда, че максималните достигнати стойности са 98 мл/кг, което е малко над средното равнище при различните състезатели. Средните стойности при този вид натоварване и на конкретния състезател е 51 мл/кг. Важното, което трябва да се отбележи, е, че дори 5 минути след приключване на натоварването, стойностите на кислородния дълг са над тези 51 мл/кг, което говори, че консумацията на кислород е още твърде висока. Голяма част от изследваните лица достигат и по-големи стойности на кислородния дълг, като това е изразено на таблица 1. В таблицата е представен вариационен анализ на данните от изследваните лица от трите упражнения.

Таблица 1. Вариационен анализ на резултатите

Упражнение	М.ед.	Min	Max	Разл.	\bar{X}	$m\bar{X}$	S	V	a	E
Упражнение 1	мл/кг	12	135	123	47,4	8,532	38,157	1455,937	1,351	0,332
Упражнение 2	мл/кг	22	166	144	67,15	9,684	43,307	1875,503	1,248	0,194
Упражнение 3	мл/кг	18	151	133	58,8	8,891	39,763	1581,116	1,329	0,340

От таблицата става ясно, че диапазонът, в който се движи кислородният дълг, е много голям – от 123 до 144 мл/кг. Това показва субмаксималното натоварване породено от упражненията. Трябва да се отбележи, че тази разлика е възможно да е породена и от факта, че началото на всяко едно упражнение е в началния етап на тренировката (веднага след приключване на загревката). Т.е. организмът още е свеж и няма натрупване на излишна умора. При всички изследвани лица кислородният дълг в началните нива е между 12 и 25 мл/кг. При разглеждане на кривата в диаграмата на отделните тенисисти се забелязва, че след четири пет минути от началото на упражнението увеличението на ЕРОС започва по-стремглаво да се покачва. Това покачване продължава до прекратяването на самото упражнение, като покачването на кислородния недостиг през последните минути от натоварването се нормализира. Неговите стойности се покачват с малки стойности. Трябва да отбележим също така, че при тези високи стойности на кислороден дълг през първите минути от възстановяването на дихателната мускулатура работи усилено, като според И. Илиев (1968: 403) при тези високи стойности този вид работа може да използва около 30% от кислородната консумация. Средните стойности показват над 45 мл/кг, което води до намаляване на креатинфосфата (Стефанова 1999: 57). При тези високи показатели се увеличава и скоростта на окисляване на мазнините. Асиметрията и ексцесът са в норми, така че може да смятаме групата от изследвани лица за хомогенна и еднородна по този показател.

Авторът Giselle Foureaux и кол. в направените от тях изследвания доказват, че при продължителност на упражненията над 5 минути, както е и в нашия случай, оказват своето влияние върху хормонални промени на кетохоламини и кортизона. Те също така доказват, че тренираните индивиди използват повече мазнини при възстановителните процеси при високоинтензивни тренировки, което спомага за по-бързото възстановяване на организма (Giselle Foureaux и др. 2006: 351).

В заключение можем да кажем, че избраните от нас упражнения отговарят и дори надвишават натоварването от реален мач по показателя кислороден дълг. При тези негови стойности възстановяването от 90 секунди не е достатъчно, така че нивата му да спаднат под 40 мл/кг, т.е. тенисистите продължават своята работоспособност в линейно нарастващ кислороден недостиг. Изследваните от нас упражнения са с продължителност над 5 минути, както и изиграването на два гейма, т.е. този вид натоварване в тениса оказва и хормонално влияние върху кетохоламина и кортизона.

ЛИТЕРАТУРА

- Илиев, И. (1968).** *Върху корелацията между някои показатели на дишането при дозирано и при максимално физическо натоварване.* Трудове на ВИФ. Т. 11, кн. 1, с. 403–411. // **Илиев, И. (1968).** *Varhu korelatsiyata mezhdur nuakoi pokazateli na dishaneto pri dozirano i pri maksimalno fizichesko natovarvane.* // Trudove na vif. Т. 11, кн. 1: 403–411.
- Стефанова, Д. (1999).** *Кислороден дълг: анализ на алактатната компонента.* Спорт и Наука, кн. 6, с. 57 // **Stefanova, D. (1999).** *Kisloroden dalg : analiz na alaktatnata komponenta.* Sport i nauka, kn. 6: 57.
- Стефанова, Д. (2000).** *Кислороден дълг и белодробна вентилация.* Спорт и наука, кн. 3, с. 48 // **Stefanova, D. (2000).** *Kisloroden dalg i belodrobna ventilatsia.* Sport i nauka, kn. 3: 48.
- Bielinski, R. Schutz, Y., Jequier, E. (1985).** *Energy metabolism during the postexercise recovery in man. The American Journal of Clinical Nutrition, Volume 42: 69–82.*
- Brooks, G.A. & Fahey, T.D. (1984).** *Exercise physiology. Human bioenergetics and its applications.* New York: Macmillan Publishing Company.
- Hill, A. V.; Long, C. N. H.; Lupton, H. (1924).** *“Muscular Exercise, Lactic Acid, and the Supply and Utilisation of Oxygen”.* *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* : 438–475.
- Laforgia J., R. Withers, C. Gore (2006).** *Effects of exercise intensity and duration on the excess post-exercise oxygen consumption.* *Journal of Sport Sciences – Volume 24: 24–35.*
- MacLaren D., Morton J. (2011).** *Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism.* WILEY SportText Series
- Poortmans Ed. (1988).** *Principles of exercise biochemistry.* *Journal of Sport Medicine – Volume 23, Number 3: 197–202.*
- Rusko, H. (Ed.) (2003).** *Handbook of Sports Medicine and Science – Cross Country Skiing.* Blackwell Science.
- Townsend, J., Stout, J., Morton, A. (2013).** *Excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) following multiple effort sprint and moderate aerobic exercise.* *Kinesiology 45(2013)1: 155–165.*