

SAT-2.113-1-PES-08  
HEMATOLOGICAL CHANGES IN OVERTRAINING

Lubomir Petrov

ХЕМАТОЛОГИЧНИ ПРОМЕНИ ПРИ ПРЕТРЕНИРАНОСТ

Любомир Петров

**Hematological changes in Overtraining:** *Overtraining syndrome in athletes is the subject of a growing number of publications. This problem has many physiological and biochemical aspects, including changes in red and white blood cells. In overtraining it was observed increased levels of cortisol which adversely affects immune cells and white blood cells. In the present study the changes in hematologic status in athletes with symptoms of short-term overtraining were discussed.*

*Keywords: chronic inflammation, erythrocytes, overtraining, sports*

**JEL Codes:** L 83

**ВЪВЕДЕНИЕ**

Основната цел на спортистите е постигане на по-високи резултати в практикувания от тях спорт, за което те се подлагат на усилен тренировки. Напредъкът се постига с непрекъснато увеличаване на честотата и натоварването и постепенна адаптация на организма към повишения обем на тренировките. В този процес огромно значение имат почивката и възстановяването. Преумората е резултат на акумулиране (натрупване) на тренировъчно натоварване, което води до намаление на спортните резултати и изисква дни до седмици за възстановяване. Преумората, последвана от подходяща почивка, възстановява работоспособността на спортиста и достигнатите от него резултати [6,14]. Ако преумората е прекалено голяма и се комбинира с допълнителен стресов фактор може да се развие синдром на претренираност (Overtraining Syndrome - OTS) [14]. Преобладаващото мнение е, че основният механизъм за развитие на OTS е системно възпаление и последващите му ефекти върху централната нервна система, включително потиснато настроение, централната умора, и неврохормонални изменения [1,25,26].

**ИЗЛОЖЕНИЕ**

Основните понятия, свързани със синдрома на претренираност са формуирани от Европейския колеж по спортна наука [14] (Таблица 1). Използваните в миналото термини включват прегаряне, преумора, недостатъчна адаптация, недостатъчно възстановяване, синдром на тренировъчния стрес и хронична умора. Някои изследователи дефинират претренираността като необяснимо намаляване на спортните резултати [21]. Прави се разлика между нефункционалната преумора (NFO) и претренираността (OTS) като разликата между тях се основава на времето за възстановяване. NFO изисква дни до седмици почивка, а OTS – седмици до месеци и дори година почивка. Степента и/или вида на симптомите не са от решаващо значение. Така диференцирането на двете състояния е трудно от клинична гледна точка и често може да се направи само след период на пълна почивка [14,18].

Много специалисти приемат претренираността като продължение на преумората [5]. Други поставят под въпрос доказателствата, които сочат, че NFO е състояние, което предхожда OTS [6]. Голяма част от данните в научната литературата са получени при изследване на състезатели в състояние на преумора, а не на претренираност според възприетата по настоящем терминология. В някои проучвания се изследват атлети в състояние на претренираност без обаче да бъде показан спад в спортните резултати [6]. Последните изследвания подчертават важноста на наличие на психологически и/или социални стресори в допълнение към физиологичен стрес за възникването на NFO/OTS [9,13]. Индивидуалната

поносимост към стреса (индивидуалният стресов капацитет) играе важна роля в развитието на NFO/OTS [11].

Таблица 1. Терминология, свързана със състоянието на претренираност, предложена от Европейския колеж по спортна наука. [14]

Понятие (термин)	Синоним	Определение	Спад спортните резултати в	Изход
Функционална преумора Functional overreaching	Краткосрочна претренираност (Short-term overreaching)	Временно намалена работоспособност след усилен тренировка и подобрена работоспособността след почивка	Дни до седмици	Положителен - суперкомпенсация
Нефункционална преумора Nonfunctional overreaching	Дългоосрочна претренираност (Long-term overreaching)	По продължително временно намалена работоспособност след интензивни тренировка, с по-изразени психологически и невроендокринни симптоми, но с пълно възстановяване след почивка	Седмици до месеци	Отрицателен - развитие на симптоматика и загуба на тренировъчно време
Синдром на претренираност (Overtraining syndrome)	Синдром на претренираност	Нефункционална преумора, но с по-голяма продължителност (>2месеца) и по тежко изразени симптоми.	Месеци	Отрицателен- развитие на симптоматика и възможно прекратяване на спортната кариера

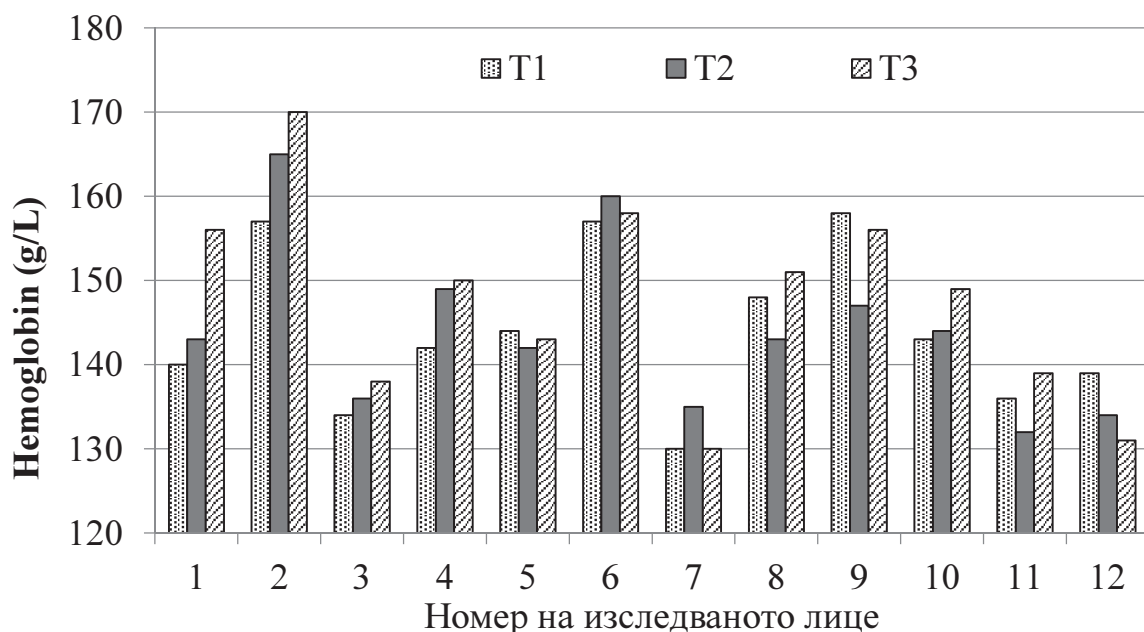
### Епидемиология

Оказва се, че OTS е изключително рядко състояние, но точни данни за относителното му разпространение липсват [7,10,12,15,16,20]. Според някои проучвания около 60% от елитните лекоатлети (бегачи мъже и жени) са били поне еднократно в състояние на нефункционална претренираност, докато при неелитни бегачки този процент е около 33% [15,16]. Изследване, проведено в различни държави установява, че 35% от подрастващите плувци най-малко веднъж в живота си са били в състояние на претренираност [20]. Състояние на "преумора" при плувци е докладвано в 5% до 30% по време на спортния сезон [7,15,19] и в 15% от британските елитни спортисти [10]. Около 30% от елитни подрастващи спортисти съобщават за развитие на NFO най-малко веднъж в кариерата им като посочват средно по 2 епизода с продължителност от 4 седмици. Рискът се увеличава значително в индивидуалните спортове, при жени и при елитни спортисти [12].

За мониторинг и диагностика на състоянията на претренираност се използват различни психологически, физиологични и биохимични тестове. Сравнително по-слабо са проучени хематологичните показатели. За спортните постижения в спортовете за издръжливост основен хематологичен фактор е концентрацията на хемоглобина. Загубата на 26 g/L хемоглобин води до спад в максималната кислородна консумация с 20% [28]. Обикновено в практиката наблюдаваме изменения в концентрацията на хемоглобина в рамките на 5 до 10 g/L в хода на

1 до 2 месеца усилена тренировъчна дейност, което означава приблизително влияние върху  $VO_{2max}$  с около 4 до 8%. В много случаи наблюдаваме състезатели които не повишават нивото на хемоглобина или дори леко го понижават на фон на покачването му при техните състезания. В тези случаи въпреки че концентрацията на хемоглобина остава в норма, смятаме че може да се говори за относителна анемия и дефицит в хематопоезата. В много случаи с това явление могат да се обяснят незадоволителните резултати на тези спортисти в хода на подготовката, които без подходяща диагностика биха могли да се отдават на състояние на претренираност.

На Фиг. 1 е представена динамиката в концентрацията хемоглобина при изследвани от нас боксьори в хода на подготовката им за републиканско първенство. Прави впечатление относително ниското ниво на хемоглобина (под нормата за мъже от 140 g/L) при състезатели 3, 7, 11 и 12 и особено непрекъснатото намаление на хемоглобина в хода на подготовката при състезател номер 12. При състезатели 5 и 6, въпреки нормалната концентрация, хемоглобина не показва положителни тенденции, които в най-голяма и очаквана степен се наблюдават при състезатели 1 и особено състезател номер 2.



Фиг. 1 Промени в концентрацията хемоглобина при боксьори в хода на подготовката им за републиканско първенство. T1 – в началото на подготовката; T2 – след 20 дни; T3 след още 10 дни.

Причините за подобна негативна динамика на хемоглобина при активно спортуващи лица могат да бъдат различни. Преходното спадане на концентрацията на хемоглобина в кръвта настъпва още в началото на тренировъчния цикъл. Този феномен е описан като спортна анемия [30] и е най-силно изразен при практикуващите спортове за издръжливост ("анемия при бегачи" или "анемия при плувци"). Тази анемията е само временна, тъй като дългосрочни изследвания са показали, че повечето спортисти имат нормални концентрации на хемоглобин в края на тренировъчния или състезателния период [22,23]. Освен това, някои проучвания показват, че ниските концентрации на хемоглобин (под 140 g/L при мъже и под 120 g/L при жени) се установяват при по-малко от 8% от добре тренирани и елитни спортисти [29,4].

Такава динамика ние наблюдавахме при състезатели 5, 8, 9 и 11.

Увеличаването на обема на плазмата настъпва по-бързо и в по-голяма степен от увеличението на масата на еритроцитите и се медира от осмотични и хормонални отговори [31].

Установено е, че при начинаещите бегачи обемът на плазмата се увеличава с около 300 мл, докато при елитните бегачи на дълги разстояния това увеличение достига почти 1 L (~

20%). За разлика от плазмата, увеличаването на масата на еритроцитите е по-малко, само с около 10% до 18%; този ефект се дължи главно на засилената секреция на еритропоетин [2,3].

Обяснение за трайното намаление или липсата на положителна динамика в хемоглобиновата концентрация (състезатели 7 и 12) трябва да се търси не само в посока на железен дефицит но и в повишена загуба на кръв свързана със спортната дейност, прием на нестероидни противовъзпалителни средства за лечение травми с изразени странични ефекти по отношение на храносмилателния тракт.

Кървене от стомашно-чревния тракт е установено предимно при бегачи на дълги разстояния, като при тях се съобщава за наблюдавани мелена или хематемеза [24]. При 83% от клинично асимптоматични бегачи, след състезание се установяват фекални окултни кръвоизливи [27]. Количественото определяне на загубите на желязо с използване на радиоактивно белязани червени кръвни клетки показва, че по време на интензивни тренировки загубата на кръв се увеличава с 1,5 мл/ден до 4.9-6.6 мл/ден в сравнение с периодите на покой [17]. Механизмите за възникване на окултни или явни чревни кръвоизливи включват чревни травми и намаляване на спланхниковата перфузия по време на тренировки [8].

Отчитането на травматичния фактор е особено важно при контактните спортове като бокс, борба, джудо и други.

### Литература

- [1] Armstrong L.E., J.L. VanHeest, The unknown mechanism of the overtraining syndrome: clues from depression and psychoneuroimmunology. *Sports medicine*, 2002, 32/3, 185–209.
- [2] Brotherhood J., B. Brozović, L.G. Pugh, Haematological status of middle- and long-distance runners. *Clinical Science and Molecular Medicine*, 1975b, 48/2, 139–145.
- [3] Convertino V.A., Blood volume: its adaptation to endurance training. *Medicine and science in sports and exercise*, 1991, 23/12, 1338–48.
- [4] Eliakim A., D. Nemet, N. Constantini, Screening blood tests in members of the Israeli National Olympic team. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2002, 42/2, 250–255.
- [5] Fry R.W., a R. Morton, D. Keast, Overtraining in athletes. An update. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 1991, 12/1, 32–65.
- [6] Halson S.L., A.E. Jeukendrup, Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. *Sports Medicine*, 2004, 34/14, 967–981.
- [7] Hooper S.L., L.T. Mackinnon, S. Hanrahan, Mood States as an indication of staleness and recovery. *International Journal of Sport Psychology*, 1997, 28/1, 1–12.
- [8] Kehl O., K. Jäger, R. Münch, H. Bühler, P. Segantini, A. Bollinger, R. Ammann, [Mesenterial anemia as a cause of jogging anemia?]. *Schweizerische medizinische Wochenschrift*, 1986, 116/29, 974–6.
- [9] Kenttä G., P. Hassmén, Overtraining and recovery. A conceptual model. *Sports Medicine*, 1998, 26/1, 1–16.
- [10] Koutedakis Y., N.C. Sharp, Seasonal variations of injury and overtraining in elite athletes. *Clin J Sport Med*, 1998, 8/1, 18–21.
- [11] Kreher J.B., J.B. Schwartz, Overtraining syndrome: a practical guide. *Sports health*, 2012, 4/2, 128–38.
- [12] Matos N.F., R.J. Winsley, C.A. Williams, Prevalence of nonfunctional overreaching/overtraining in young English athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 2011, 43/7, 1287–94.
- [13] Meehan H.L., S.J. Bull, D.M. Wood, D.V.B. James, The Overtraining Syndrome : A Multicontextual Assessment. *Response*, 2004, 154–171.
- [14] Meeusen R., M. Duclos, M. Gleeson, G. Rietjens, J. Steinacker, A. Urhausen, Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome : ECSS Position Statement “Task Force.” *European Journal of Sport Science*, 2006, 6/1, 1–14.
- [15] Morgan W.P., D.R. Brown, J.S. Raglin, P.J. O’Connor, K.A. Ellickson, Psychological monitoring of overtraining and staleness. *British journal of sports medicine*, 1987, 21/3, 107–

14.

- [16] Morgan W.P., P.J. O'Connor, P.B. Sparling, R.R. Pate, Psychological characterization of the elite female distance runner. *International journal of sports medicine*, 1987, 8 Suppl 2124–31.
- [17] Nachtigall D., P. Nielsen, R. Fischer, R. Engelhardt, E.E. Gabbe, Iron deficiency in distance runners. A reinvestigation using <sup>59</sup>Fe-labelling and non-invasive liver iron quantification. *International Journal of Sports Medicine*, 1996, 17/7, 473–479.
- [18] Nederhof E., K.A.P.M. Lemmink, C. Visscher, R. Meeusen, T. Mulder, Psychomotor speed: Possibly a new marker for overtraining syndrome. *Sports Medicine*, 2006, 36/10, 817–828.
- [19] O'Connor P.J., W.P. Morgan, J.S. Raglin, C.M. Barksdale, N.H. Kalin, Mood state and salivary cortisol levels following overtraining in female swimmers. *Psychoneuroendocrinology*, 1989, 14/4, 303–310.
- [20] Raglin J., S. Sawamura, S. Alexiou, P. Hassmén, G. Kenttä, Training Practices and Staleness in 13–18-Year-Old Swimmers: A Cross-Cultural Study. *Pediatric Exercise Science*, 2000, 12/1, 61–70.
- [21] Robson P.J., Elucidating the unexplained underperformance syndrome in endurance athletes: The interleukin-6 hypothesis. *Sports Medicine*, 2003, 33/10, 771–781.
- [22] Rushall B.S., J.D. Busch, Hematological responses to training in elite swimmers. *Canadian Journal Of Applied Sport Sciences Journal Canadien Des Sciences Appliquees Au Sport*, 1980, 5/3, 164–169.
- [23] Schobersberger W., M. Tschann, W. Hasibeder, M. Steidl, M. Herold, W. Nachbauer, A. Koller, Consequences of 6 weeks of strength training on red cell O<sub>2</sub> transport and iron status. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1990, 60/3, 163–168.
- [24] Scobie B.A., Recurrent gut bleeding in five long-distance runners. *The New Zealand medical journal*, 1985, 98/790, 966.
- [25] Smith L.L., Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress? *Medicine and science in sports and exercise*, 2000, 32/2, 317–31.
- [26] Smith L.L., Overtraining, excessive exercise, and altered immunity: Is this a T helper-1 versus T helper-2 lymphocyte response? *Sports Medicine*, 2003, 33/5, 347–364.
- [27] Stewart J.G., D.A. Ahlquist, D.B. McGill, D.M. Ilstrup, S. Schwartz, R.A. Owen, Gastrointestinal blood loss and anemia in runners. *Annals of Internal Medicine*, 1984, 100/6, 843–845.
- [28] Warren G.L., K.J. Cureton, Modeling the effect of alterations in hemoglobin concentration on VO<sub>2</sub>max. *Medicine and science in sports and exercise*, 1989, 21/5, 526–31.
- [29] de Wijn J.F., J.L. de Jongste, W. Mosterd, D. Willebrand, Hemoglobin, Packed Cell Volume, Serum Iron and Iron Binding Capacity of Selected Athletes During Training. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 1971, 13/3–4, 129–139.
- [30] Yoshimura H., Anaemia during physical training. *Nutr Rev*, 1970ad, 28/10, 251–253.
- [31] Zoller H., W. Vogel, Iron supplementation in athletes—first do no harm. *Nutrition*, 2004, 20/7, 615–619.

**За контакти:**

д-р Любомир Петров, катедра „Физиология и биохимия“, Национална спортна академия „Васил Левски“, София, тел. 0888150759, e-mail: dr.lubomir.petrov@gmail.com

*This study is funded by scientific project № ГД 187/15.04.2015 NSA "Vasil Levski"*