

PRZYGOTOWANIE ZAWODNIKÓW DO BADAŃ KRWI

PREPARATION OF ATHLETES TO BLOOD TESTING

Konrad Witek

Zakład Biochemii, Instytut Sportu, Warszawa

Streszczenie

Badania krwi są istotnym elementem kontroli procesu treningowego oraz oceny stanu zdrowia zawodnika. Koszty takich badań oraz stopień inwazyjności zabiegu pobrania krwi, szczególnie krwi żyłnej sprawiają, że wykonywane są one dość rzadko. W celu zapewnienia wysokiej rzetelności uzyskanych wyników, warto zwrócić uwagę na odpowiednie przygotowanie zawodnika do pobrania krwi. Aby uniknąć niepotrzebnych błędów, mogących istotnie wpłynąć na wyniki badań należy pamiętać o następujących regułach: krew do badań powinna być pobierana w godzinach porannych (7.00–9.00); zawodnik powinien być na czczo, co najmniej 12h od ostatniego posiłku; w przeddzień badań nie należy wprowadzać nowej diety oraz spożywać posiłków bogato tłuszczowych; w dniu poprzedzającym badania nie należy planować treningów o dużej intensywności lub objętości; o ile to możliwe, badania należy wykonywać w tym samym laboratorium.

Słowa kluczowe: badania krwi, błędy przedanalizacyjne, wysiłek fizyczny

Abstract

Blood tests are important element of training control and evaluation of sportsmen health. Due to financial cost and invasiveness of blood samples collecting, particularly from a vein, blood tests are carry out rather seldom. To ensure high quality of results it is important to take care of proper preparation of athletes to blood collection. In order to avoid preanalytical errors, that could significantly influence on the results, it is important to follow some rules: blood should be taken in the morning, ideally between 7am and 9am; after night fast, ideally at least 12h after last meal; the day before blood collection avoid to start a new diet or eat fat rich meals and don't plan high intensive or high volume trainings; tests should be handled in the same laboratory.

Key words: blood tests, diagnostic errors, exercise

Trening sportowy, szczególnie na poziomie wyczynowym, stanowi znaczne wyzwanie dla organizmu każdego zawodnika. Istotne jest zatem zaspokojenie potrzeb organizmu tak, aby mogły bez przeszkód zachodzić procesy adaptacyjne, niezbędne dla ciągłej poprawy wyników sportowych. Jednocześnie, istotne jest także zapewnienie jak najlepszego stanu zdrowia, aby można było bez problemów realizować założenia treningowe. Jednym ze sposobów kontroli procesu treningowego są badania krwi. Dzięki nim możliwa jest ocena stanu zdrowia zawodnika, wykrycie występowania ewentualnych niedoborów makro i mikro elementów oraz ocena wpływu stosowanych obciążeń treningowych lub startowych na organizm.

Wykonanie badań wymaga pobrania krwi oraz użycia specjalistycznej aparatury pomiarowej. Niektóre wskaźniki mogą być oznaczane przez samego zawodnika bądź trenera (np. stężenie mleczanu), jednak większość badań musi być przeprowadzona przez wykwalifikowany personel medyczny, często w laboratorium diagnostyki medycznej. Koszty takich badań oraz stopień inwazyjności zabiegu pobrania

krwi żyłnej sprawiają, że wykonywane są one dość rzadko, przeważnie 1-2 razy do roku. W celu zapewnienia wysokiej rzetelności uzyskanych wyników, warto zwrócić uwagę na odpowiednie przygotowanie zawodnika do pobrania krwi. Nieodpowiednie przygotowanie pacjenta jest jedną przyczyn występowania błędów w tzw. fazie przedanalizacyjnej. Faza przedanalizacyjna obejmuje wszystkie czynności do momentu wykonywania samej analizy. Składają się na nią głównie takie elementy jak przygotowanie pacjenta do badań, pobranie krwi czy transport próbek do laboratorium. Błędy powstałe na tym etapie badań mogą w istotny sposób wpłynąć na ostateczne wyniki badań krwi (1). Szacuje się, że 50-60% błędów przedanalizacyjnych związane jest z niewłaściwą jakością próbki badanej (2). O ile trener czy zawodnik nie mają dużego wpływu na błędy związane z pobraniem krwi czy transportem próbki, o tyle głównie od nich zależy prawidłowe przygotowanie do samego pobrania krwi.

W dalszej części omówione zostały podstawowe aspekty prawidłowego przygotowania do pobrania krwi. Dotyczy to ogólnych badań krwi, mających na

celu ocenę stanu zdrowia i wykrycie ewentualnych niedoborów mikro i makroelementów.

Czas pobrania krwi

Niektóre wskaźniki/składniki krwi wykazują zmienność dobową, czyli ich stężenie zależy od pory dnia, w której została pobrana krew (3). Przykładowo, najwyższe stężenie kortyzolu występuje ok. godziny 6 rano, następnie spada w ciągu dnia, osiągając najniższe stężenie w godzinach wieczornych. Różnica pomiędzy najwyższym i najniższym jego stężeniem może wynosić 200% (4). Mniejsze zmiany występują w przypadku takich wskaźników/składników, jak np.: stężenia hemoglobiny, żelaza czy potasu (5). Z tego też powodu, zakresy referencyjne określone są dla wyników badań krwi, pobieranej w godzinach 7-9 rano.

Oddawanie krwi do badań o stałej porze dnia (rano), pozwala uniknąć wpływu zmienności dobowej na uzyskiwane wyniki. Dodatkowo, możliwe będzie porównywanie wyników z różnych terminów badań.

Pobranie krwi na czczo

Spożycie posiłku przed pobraniem krwi może w różnoraki sposób wpłynąć na wyniki badań, dlatego zalecany jest 12h okres głodzenia (6). Przede wszystkim, posiłek może istotnie podnieść wartości takich wskaźników, jak np.: glukoza, triglicerydy, bilirubina całkowita czy aminotransferaza asparaginianowa (Aspat, GOT) (7,8). Są to jedne z podstawowych wskaźników do oceny stanu zdrowia. Podwyższone stężenie glukozy sugeruje niebezpieczeństwo występowania cukrzycy i jego wykrycie powinno skutkować dalszą diagnostyką w tym kierunku.

Kolejną przyczyną pobierania krwi na czczo jest fakt zaburzenia oznaczeń innych wskaźników/składników w przypadku, gdy badana próbka jest mętna, tzw. „lipemiczna”. Dzieje się tak po posiłku, z powodu obecności we krwi chylomikronów (cząsteczek odpowiedzialnych za transport związków tłuszczowych) lub podwyższonego stężenia triglicerydów (9).

Należy pamiętać, że „na czczo” oznacza także brak spożywania napojów, z tym, że nie 12h przed pobraniem, ale co najmniej 2h. Spożywanie napojów zawierających węglowodany (np.: napoje izotoniczne, słodzona kawa czy herbata) może wpłynąć na wartości wskaźników gospodarki węglowodanowej (glukoza, insulina) (10). Jeżeli dodatkowo kawa wzbogacona jest mlekiem lub śmietanką, zaburzeniu ulegają wyniki profilu lipidowego. Można w ten sposób także doprowadzić do powstania próbki lipemicznej (mętnej). Także nie słodzona kawa czy herbata mogą wpłynąć niekorzystnie na wyniki badań, poprzez zawartą w nich kofeinę lub teinę (11). Spożywanie w przeddzień badań alkoholu może zawyżyć wartości aktywności enzymów wątrobowych (12). Dopuszczalne jest spożycie wody mineralnej, ale również

w nie za dużych ilościach. Wypicie znacznych ilości płynów przed badaniem może doprowadzić do sztucznego rozcieńczenia krwi, skutkującego obniżonymi wartościami hematokrytu, hemoglobiny czy liczby czerwonych krwinek (13, 14).

Tak więc wykonanie badań nie będąc na czczo może być przyczyną niepotrzebnego stresu, dodatkowych kosztów, a także może zaburzyć proces treningowy.

Wpływ diety

Dieta jest jednym z głównych czynników wpływających na wyniki badań krwi. Wcześniej opisany został wpływ pojedynczego posiłku, jednakże pewne efekty mogą wystąpić w związku z dietą stosowaną na co dzień. Dieta wysokobiałkowa zawyża stężenie m.in. mocznika (15), który używany jest także w badaniach monitoringowych, prowadzonych np. podczas zgrupowań treningowych. Dieta uboga węglowodanowa obniża stężenie kwasu mlekowego (16), co może niekorzystnie wpływać na wyniki testów wydolnościowych, opierających się na pomiarach mleczanu. Jeżeli zatem zawodnik stosuje specjalną dietę (np.: redukcyjną, przy odchudzaniu), to badania krwi powinno przeprowadzić się przed rozpoczęciem diety lub 1-2 tygodnie po jej zakończeniu. Jeżeli dieta stosowana jest przed dłuższy okres czasu (kilka miesięcy), to badania powinno się wykonywać po kilku tygodniach jej stosowania.

Wysiłek fizyczny

W przypadku treningu sportowego, wpływ wysiłku fizycznego na wskaźniki biochemiczne krwi może być zjawiskiem pożądanym lub niekorzystnym. W przypadku badań monitoringowych, podczas których na bieżąco ocenia się wpływ obciążeń treningowych na organizm zawodnika, obserwuje się głównie występowanie i kierunek zmian wartości wybranych wskaźników biochemicznych krwi. Przykładowymi i najbardziej znanymi wskaźnikami są stężenia kwasu mlekowego, mocznika, glukozy, wybranych hormonów czy aktywność kinazy kreatynowej (CK) (17).

W przypadku badań, mających na celu ogólną ocenę stanu zdrowia zawodnika, zmiany chemizmu krwi, spowodowane wysiłkiem fizycznym, mogą w istotny sposób utrudnić lub uniemożliwić właściwą interpretację wyników badań i odróżnienie stanów fizjologicznych od patologii. Wzrost wartości wskaźników krwi może być spowodowany nadmiernym uwalnianiem badanych substancji w czasie pracy mięśni lub ich zwiększonym wytwarzaniem w szlakach metabolicznych. Przykładowymi wskaźnikami mogą być enzymy, tj.: kinaza kreatynowa, aminotransferaza asparaginianowa (Aspat, GOT) lub dehydrogenaza mleczanowa (LDH), czy inne substancje np.: mocznik, białko, kortyzol, testosteron (17,18,19). Podwyższe-

nie stężenia bilirubiny całkowitej może być efektem nadmiernego rozpadu krwinek czerwonych, spowodowanego np.: uderzaniem stopami o podłogę w trakcie długotrwałego biegu (20). Wysiłek fizyczny może także podnosić stężenia białek biorących udział w tzw. reakcji ostrej fazy. Przykładami mogą być białko CRP czy ferrytyna (21). Wymienione białka pomocne są przy ocenie zaburzeń pracy takich narządów jak nerki czy wątroba, oraz oceny między innymi gospodarki żelazem w organizmie.

Innym mechanizmem zmian składników krwi pod wpływem wysiłku fizycznego, jest zmniejszanie lub zwiększanie objętości osocza. Większość wskaźników mierzonych jest jako stężenie analitu w jednostce objętości. Zmiany objętości osocza, spowodowane odwodnieniem wywołanym np.: nadmiernym poceniem czy niewystarczającą podażą płynów, mogą skutkować zwiększeniem wartości badanych wskaźników. Natomiast, nadmierne zwiększenie objętości osocza, może powodować fałszywe zmniejszenie wartości składników krwi. Przykładem tego zjawiska jest tzw. „anemia sportowa”, czyli obniżenie wartości liczby czerwonych krwinek, hemoglobiny i hematokrytu, spowodowane zwiększeniem objętości osocza (22). Może to sugerować występowanie zaburzeń gospodarki żelazem w organizmie, a jest fizjologiczną odpowiedzią organizmu na wysiłek fizyczny.

Jak widać z powyższych przykładów, zmiany chemizmu krwi, spowodowane wysiłkiem fizycznym, mogą w znacznym stopniu utrudnić prawidłową ocenę stanu zdrowia. Zalecane jest zatem, aby w dzień poprzedzający badania krwi, nie planować treningów o dużej intensywności lub objętości, a najlepiej wykonywać badania po dniu odpoczynku. Nie dotyczy to oczywiście przypadku badań monitoringowych.

Leki i uszkodzenia ciała

Uszkodzenia ciała, np. stłuczenia, naciągnięcia, zwichnięcia itp., a dokładnie uruchomione za ich przyczyną procesy obronne oraz procesy związane z gojeniem, mogą wpływać na wyniki badań. Przykładowymi wskaźnikami, których wartość może istotnie wzrosnąć są np.: kinaza kreatynowa, ferrytyna, białko CRP (23,24). Także leki stosowane w leczeniu uszkodzeń ciała lub innych stanów chorobowych mogą wpływać na wyniki badań, np.: działając uszkadzająco na komórki wątroby (25). W takiej sytuacji, przed badaniami należy skonsultować się z lekarzem, aby ustalić, jakie wskaźniki mogą być badane. Substancją wpływającą na wyniki badań jest kwas askorbinowy, czyli witamina C. Jest to związek o właściwościach silnie redukcyjnych i może zakłócać reakcje chemiczne zachodzące na niektórych testach paskowych, używanych głównie do badań moczu (26,27). Meng i wsp. wskazują także, na wpływ różnych stężeń kwasu askorbinowego na wyniki badań w surowicy krwi.

Opisali oni fałszywy wzrost stężenia sodu, potasu, wapnia i kreatyniny oraz fałszywy spadek stężenia chlorków, bilirubiny całkowitej, kwasu moczowego, cholesterolu całkowitego, triglicerydów oraz mleczanu (28).

Zmienność międzylaboratoryjna

Na rynku funkcjonuje wiele firm produkujących aparaturę diagnostyczną oraz odczynniki do badań krwi. Oznaczanie tych samych substancji może być wykonywane różnymi metodami, np.: stężenie glukozy może być badane metodą „heksokinazową” lub Trindera. Laboratoria stosują często różne zakresy referencyjne oraz podają wyniki w różnych jednostkach. To wszystko sprawia, że zestawienie ze sobą wyników badań krwi tej samej osoby, wykonywanych w różnych laboratoriach, może dać nieoczekiwane, mylne rezultaty. Aby zatem zwiększyć wartość porównawczą badań, warto wykonywać je w tym samym laboratorium.

Podsumowanie

Okresowe badania krwi są istotnym elementem oceny stanu zdrowia zawodnika. Aby uniknąć niepotrzebnych błędów, mogących istotnie wpłynąć na wyniki badań należy pamiętać o następujących regułach:

- krew do badań powinna być pobierana w godzinach porannych,
- zawodnik powinien być na czczo, co najmniej 12h od ostatniego posiłku,
- w przeddzień badań nie należy wprowadzać nowej diety oraz spożywać posiłków bogato tłuszczowych,
- w dniu poprzedzającym badania nie należy planować treningów o dużej intensywności lub objętości,
- o ile to możliwe, badania należy wykonywać w tym samym laboratorium.

Piśmiennictwo

1. Guder WG, Narayanan S, Wissner H, Zawta B. Próbkę: od pacjenta do laboratorium. Wrocław: MedPharm Polska, 2009.
2. Naskalski JW. Jakość próbki a ryzyko błędów medycznych. *Badanie i Diagnostyka* 2007; 13: 25-8.
3. Touitou Y, Haus E. Biologic rhythms in clinical and laboratory medicine. Berlin. Heidelberg. New York: Springer, 1992.
4. Gatti R, Antonelli G, Prearo M, Spinella P i wsp. Cortisol assays and diagnostic laboratory procedures in human biological fluids. *Clin Biochem* 2009; 42: 1205-17.
5. Wissner H, Breuer H. Circadian changes of clinical chemical and endocrinological parameters. *J Clin Chem Clin Biochem* 1981; 19: 323-37.
6. Young DS. Effects of preanalytical variables on clinical laboratory tests. Washington: AACCPress, 2007.
7. Cohn JS, McNamara JR, Cohn SD, Ordovas JM i wsp. Postprandial plasma lipoprotein change in human subjects of different ages. *J Lipid Res* 1988; 29: 469-79.
8. Sobuta E. Czynniki przedanalizacyjne dotyczące pacjenta wpływające na wyniki badań laboratoryjnych. *Badanie i Diagnostyka* 2000; 6: 43-7.
9. Stabilność próbek krwi, osocza i surowicy. Warszawa: KIDL, 2006.

10. Ginsberg BH. Factors affecting blood glucose monitoring: sources of errors in measurement. *J Diabetes Sci Technol* 2009; 4: 903-13.
11. Keisler BD, Armsey TD. Caffeine as an ergogenic aid. *Curr Sports Med Reports* 2006; 5: 215-9.
12. Freer DE, Statland BE. Effects of ethanol (0.75 g/kg body weight) on the activities of selected enzymes in sera of healthy young adults. *Clin Chem* 1977; 23: 2099-102.
13. Banfi G, Dolci A. Preanalytical chase of sport biochemistry and haematology. *J Sports Med Physical Fitness* 2003; 43: 223-30.
14. Kuśnierz-Cabala B. Praktyczne problemy badania hematokrytu. *Badanie i Diagnostyka* 2008; 14: 77-9.
15. Bilsborough S, Mann N. A review of issues of dietary protein intake in humans. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2006; 16: 129-52.
16. Weltman A. The blood lactate response to exercise. Champaign: Human Kinetics, 1995.
17. Hubner-Woźniak E. Ocena wysiłku fizycznego oraz monitorowanie treningu sportowego metodami biochemicznymi. Warszawa: wydawnictwo AWF, 2006.
18. Pettersson J, Hindorf U, Persson P, Bengtsson T i wsp. Muscular exercise can cause highly pathological liver function tests in healthy men. *Br J Clin Pharmacol* 2007; 65: 253-9.
19. Smith JE, Garbutt G, Lopes P, Tunstall Pedoe D. Effects of prolonged strenuous exercise (marathon running) on biochemical and haematological markers used in the investigation of patients in the emergency department. *Br J Sports Med* 2004; 38: 292-4.
20. Telford RD, Sly GJ, Hahn AG, Cunningham RB i wsp. Foot-strike is the major cause of hemolysis during running. *J Appl Physiol* 2003; 94: 38-42.
21. Donges CE, Duffield R, Drinkwater EJ. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42: 304-13.
22. Shaskey DJ, Green GA. Sports Haematology. *Sports Med* 2000; 29: 27-38.
23. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin* 2007; 81: 209-230. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin* 2007; 81: 209-30.
24. Plaisance EP, Grandjean PW. Physical activity and high-sensitivity C-reactive protein. *Sports Med* 2006; 36: 433-58.
25. Young D. Effects of drugs on clinical laboratory tests. Washington: ACC Press, 2000.
26. Zwelg HM, Jackson A. Ascorbic acid interference in reagent-strip reactions for assay of urinary glucose and hemoglobin. *Clin Chem* 1986; 32: 674-7.
27. Nagel D, Seiler D, Hohenberger EF, Ziegler M. Investigations of ascorbic acid interference in urine test strip. *Clin Lab* 2006; 52: 149-53.
28. Meng QH, Irwin WC, Fesser J, Massey KL. Interference of ascorbic acid with chemical analytes. *Ann Clin Biochem* 2005; 42: 475-7.

Otrzymano: 27 październik, 2010
Zaakceptowano: 13 grudzień, 2010

Adres do korespondencji/Address for correspondence:
mgr Konrad Witek
Zakład Biochemii, Instytut Sportu
ul. Trylogii 2/16
01-982 Warszawa
Tel.: 22 834 08 12 wew. 270
Fax: 22 835 09 77
e-mail: konrad.witek@insp.waw.pl