

## Fotbal a vitamin D

*Novák J.\* , Topolčan O.\*\* , Kučera R.\*\* , Žideková J.\* , Kroužecký A.\**

\*Ústav sportovní medicíny a aktivního zdraví LF UK v Plzni

\*\* Oddělení imunochemické diagnostiky Fakultní nemocnice v Plzni

### Úvod

Tradiční řazení vitaminu D (25OHD<sub>3</sub>) mezi vitaminy se v poslední době stále více kloní k názoru, že tato látka by se měla řadit spíše mezi hormony. Jeho dostatečná saturace má pro zdraví každého člověka mnohostranný význam, který se u sportující populace výrazně uplatňuje jako faktor s přímým vlivem na sportovní výkonnost. Nedostatečná saturace vitaminem D souvisí s 200 různými poruchami zdravotního stavu. Mezi devět nejvýznamnějších vlivů vitaminu D s lidským těle se řadí vedle dávno známého protikřivického účinku pozitivní vliv na imunitu, funkce kosterního svalstva, plic, srdce a ledvin, optimální tělesnou hmotnost, antidepresivní účinek a kognitivní funkce (3). Podporuje optimální funkci buněk v celém těle tím, že optimalizuje jejich množení a přeměnu na konečnou buňku schopnou plnit svoji funkci. Většina české populace má vitaminu D nedostatek. Především v zimních měsících (leden – duben) nedostatek vitaminu D postihuje 70 až 90 % populace. Větší riziko je u starších osob a u osob, vystavujících se nedostatečně slunečnímu záření i v letním období či nedbajících na jeho příjem ve stravě (Pirker). Koncentrace vitaminu D v krvi by měla být udržována alespoň na hodnotách >75 nmol/l, optimálně >100 nmol/l. „Suboptimální“ stav vitaminu D je spojen se zvýšeným rizikem akutního onemocnění, zánětlivých stavů, stresových zlomenin, bolestí v oblasti pohybového systému a nižší svalové výkonnosti. Obecně se sportovcům, žijícím v oblastech více než 35° severně nebo jižně, doporučuje suplementace vitaminem D (13).

### Vitamin D ve fotbalu

V současné době zažíváme celosvětovou pandemii nedostatečné saturace vitaminu D. K nízké hladině vitaminu D mají sportovci stejnou predispozici jako nespportující populace, u většiny bývá jeho koncentrace alespoň v části roku nižší než 50 nmol/l (tj. pod 20 ng/ml).

(20).

Vander Slagmolen a spol. (24) provedli průřezový průzkum u 87 profesionálních fotbalistů ve věku 18-35 let z jednoho belgického a dvou nizozemských prvoligových fotbalových klubů. Vzorky krve byly odebírány od října 2009 do března 2010. U 47 hráčů (54 %) z celkové skupiny

byla 25OHD3 <50 nmol/l. U 16 subjektů (18,4 %) byly zjištěny koncentrace < 30 nmol/l. Všichni černí hráči (n=20) měli krevní hladiny <50 nmol/l a devět z nich dokonce <30 nmol/l. U latinsko-amerických hráčů mělo 10 z 15 25OHD3 <50 nmol/l a pět z nich <30 nmol/l. U hráčů „kavkazské“ rasy mělo 21 z 52 hráčů hladinu <50 nmol/l dva a 2 z 52 hráčů <30nmol/l. Autoři uzavřeli, že hladina vitamínu D u profesionálních fotbalistů na konci léta a během zimní sezóny v západní Evropě je zjevně suboptimální, u bělochů 40 % mělo nedostatek (<50 nmol/l), neuspokojivou saturaci měli všichni černí sportovci, mnozí dokonce s velmi závažným deficitem. Zejména pro fotbalisty tmavé pleti, ale i pro mnohé další platí, že svůj fyzický výkon by mohli vylepšit již tím, že udrží hladinu 25OHD3 nad 75 nmol/l po celý rok (24).

Cílem další studie (7) bylo vyhodnotit, jaká je prevalence nedostatku vitamínu D u fotbalistů, pocházejících z různých zemí, a jaký je vztah mezi koncentrací 25(OH)D3 a izokinetickou výkonností dolních končetin u dobře trénovaných profesionálních fotbalistů. Metody: V rámci rutinního ročního preventivního lékařského vyšetření bylo hodnoceno 342 profesionálních fotbalistů působících v Kataru. 84 procent hráčů mělo koncentrace 25(OH)D3 nižší než 30 ng/ml (<75 nmol/l); 12 % mělo závažný deficit <10 ng/ml (<25 nmol/l). Celková tělesná hmotnost a tukuprostá hmota byly významně vyšší u hráčů s hladinami 25(OH)D3 vyššími než 20 ng/ml (vyšší než 50nmol/l) ve srovnání se skupinou s méně než 10 ng/ml (<25 nmol/l). Mezi izokinetickým silovým výkonem dolních končetin a koncentrací 25(OH)D3 nebyla nalezena žádná významná závislost.

V další studii (2) u 131 mladých fotbalistů (věk  $15,6 \pm 2,4$  let) byly nízké hladiny vitamínu D (pod 30 ng/ml – pod 75 nmol/l) pozorovány téměř u 43 % analyzovaných účastníků. Tito hráči byli rozděleni do dvou skupin - jedna s hladinou sérového vitamínu D pod 21 ng/ml – 52,5 nmol/l) a druhá s hladinou vitamínu D v rozmezí 21-29 ng/ml (52,5 až 72.5 nmol/l). Po dobu dvou měsíců byl podáván doplněk stravy, odpovídající 5000 IU cholekalciferolu denně. Po léčbě bylo pozorováno průměrné 92 % zvýšení koncentrace vitamínu D (před léčbou —  $19,7 \pm 5,4$  ng/ml, po léčbě —  $34,7 \pm 8,6$  ng/ml) a 74 % hodnot po léčbě bylo v referenčním rozmezí (30-60 ng/ml). Sérová koncentrace vitamínu D se během prvního měsíce léčby zvýšila o 200 %  $\pm$  98 %, přičemž deficit a nedostatečnost vitamínu D se úspěšně léčil u 83 % fotbalistů. Denní užívání cholekalciferolu v dávce 5000 IU se ukázalo být účinnou a dobře tolerovanou léčbou nedostatečnosti vitamínu D.

Velmi podobné výsledky zaznamenávají studie u hráčů amerického fotbalu. Zjištění vycházejí z analýzy, která zkoumala údaje o 214 univerzitních fotbalistech, kteří se v roce 2015 zúčastnili výběrového tréninkového kempu Národní fotbalové ligy (5). 59 procent hráčů mělo subnormální hladinu vitamínu D. Více než u poloviny těchto hráčů (u 56 %) se vyskytly závažnější svalové potíže nebo zranění. U hráčů s velmi nedostatečnou hladinou tyto potíže zasáhly 73 procent hráčů, ale jen 40 procent hráčů s normální hladinou vitamínu D. Mezi 14 hráči, kteří vynechali alespoň jeden zápas v důsledku těchto závažných potíží, mělo 86 procent nízkou hladinu vitamínu D. 70 procent černých hráčů mělo nízký obsah vitamínu D ve srovnání s 13 procenty bílých hráčů. Nedostatek vitamínu D postihuje téměř 42 procent dospělých Američanů. Je to většinou způsobeno špatnou stravou a nedostatečným sluněním.

Maroon a spol. (15) stanovili hladinu vitamínu D v séru 80 profesionálních fotbalistů z jednoho týmu National Football League (NFL) v mimosezónním období roku 2011 (průměrný věk  $26,5 \pm 3,7$  let; černoši,  $n = 67$  [84 %]) a porovnali je s výskytem zranění ze soutěžních sezón 2011-2012 a 2012-2013. Průměrná hladina vitamínu D byla  $27,4 \pm 11,7$  ng/ml ( $68,5 \pm 29,3$  nmol/l), s významně nižšími hladinami u hráčů černé pleti ( $25,6 \pm 11,3$  ng/ml) oproti bílým hráčům ( $37,4 \pm 8,6$  ng/ml). Všichni sportovci, kteří měli nedostatečnou hladinu vitamínu D, byli černé pleti. Při kontrole počtu odehraných profesionálních let byly hladiny vitamínu D významně nižší u hráčů s alespoň 1 zlomeninou kosti ve srovnání s hráči bez zlomenin. Hráči, kteří byli během přípravné sezóny z týmu vyřazeni buď kvůli úrazu nebo špatnému výkonu, měli výrazně nižší hladiny vitamínu D než hráči, kteří byli do týmu zařazeni a hráli v základní části soutěže. Profesionální fotbalisté s nedostatkem vitamínu D mohou být vystaveni většímu riziku zlomenin kostí

Latham a spol. (14) zdůraznili, že dostatečná saturace vitamínem D je základní podmínkou správné funkce svalstva a kostí. Receptor pro vitamin D (VDR) je přítomen ve svalu, stejně jako enzym CYP27B1, který hydroxyluje 25(OH)D na jeho aktivní formu, 1,25(OH)D. Navíc přibývají důkazy, naznačující, že vitamin D může hrát důležitou roli při poškození a regeneraci svalů. Mikrotraumatické poškození svalů je charakterizováno narušenou architekturou svalových vláken, narušením integrity kontraktilních proteinů a mitochondriální dysfunkcí. Svalová regenerace je komplexní proces, který zahrnuje obnovu mitochondriální funkce a aktivaci satelitních buněk. In vitro a in vivo studie na hlodavcích ukazují, že vitamin D zmírňuje produkci reaktivních forem kyslíku (ROS), zvyšuje antioxidační kapacitu a zabraňuje oxidativnímu stresu. Navíc vyřazení (knockdown) VDR vede ke snížení mitochondriální oxidační kapacity a produkce ATP, což uka-

zuje, že vitamín D je zásadní pro mitochondriální oxidativní fosforylační kapacitu a důležitým faktorem, ovlivňujícím regeneraci svalů.

Svalová poranění ve studii Reboleda a spol (21) byla přítomna výrazně častěji u sportovců se subnormální hladinou vitamínu D, nízké hodnoty vitamínu D byly také patrné častěji u sportovců černé pleti.

Texeira a spol. (23) zařadili do své studie 214 hráčů NFL. Nedostatečná saturace vitamínu D byla zachycena u 59 % hráčů, včetně 10 % s výrazně nedostatečnými hladinami. Výchozí hodnoty 25(OH)D se na začátku zimního období pohybovaly 9,9 ng/ml a 32,9 ng/ml s mediánem 19,2 ± 7,24 ng/ml. Hráči pak byli suplementováni cholekalciferolem 25 000 IU každé dva týdny. Po 8 týdnech se 25(OH)D pohyboval mezi 10,6 ng/ml a 43,4 ng/ml s mediánem 33,2 ng/ml ± 6,1 ng/ml. Ukázalo se, že profesionální hráči fotbalu mají vysokou prevalenci nedostatku vitamínu D a že suplementace cholekalciferolem v zimních měsících po dobu 8 týdnů je bezpečná a vede ke zvýšení 25(OH)D v séru. Přesto však ani taková suplementace nemusí k dosažení adekvátních hladin vitamínu D stačit.

V průběhu ročního sportovního cyklu dochází k významnému kolísání hladiny vitamínu D. Dokládají to dvě studie (10, 16), v nichž autoři pozorovali mnohem nižší průměrné hladiny vitamínu D (30,82±9,04 ng/ml [10], 32,83±6,64 ng/ml [16]) a vysoký výskyt hodnot označovaných jako insuficientní (83 % hráčů s hodnotami <30 ng/ml [10], 65 % hráčů s hodnotami <30 ng/ml [16]) během hlavního tréninkového období ve srovnání s těmi, které byly získány po šestitýdenním přechodném období detréinku (průměr 45,67±13,70; jen 4,5 % hráčů s hodnotami <30 ng/ml). Tyto nízké hodnoty v soutěžním období byly patrné i přesto, že venkovní tréninky probíhaly v letním období při dostatečné denní expozici velké části jejich těla slunečnímu záření. Podle Holicka (8) by účastníci těchto dvou studií měli mít dostatečné hladiny vitamínu D, protože množství slunečního záření potřebného k udržení adekvátní hladiny vitamínu D je přibližně 5–30 minut alespoň dvakrát týdně na obnažený obličej, paže, a nohy.

Lze soudit, že stres vyvolaný náročným tréninkem výrazně ovlivňuje hladinu vitamínu D. Náročné intenzivní tréninky, jaké hráči absolvují v průběhu fotbalové sezóny, vedou k útlumu imunitního systému sportovců (6). Naopak šestitýdenní období před druhým testováním, kdy sledovaní hráči podléhali jen minimálnímu tréninkovému stresu, mohlo hypoteticky posílit vrozenou imunitu. Koundourakis a spol. (11) soudí, že jakákoli pozitivní změna imunity fotbalistů v důsledku sníženého tréninkového stresu může souviset se zvýšenou saturací vitamínem D.

## **Naše studie (18)**

Vyšetřili jsme několik skupin sportovců v různých ročních obdobích. Jednalo se o zimní plavce (n = 15) v březnu a skupinu dobrovolníků z různých sportů (n = 28) v dubnu, tedy na konci „zimního“ období. Skupina ultramaratónců byla vyšetřena v říjnu (n = 18) po „letním“ období a v březnu (n = 9) po skončení „zimního“ období. 12 osob ze skupiny zimních plavců bylo podrobeno kontrolnímu vyšetření po několika týdnech suplementace Vigantolem. V lednu na začátku přípravného období byl vyšetřen i tým prvoligového fotbalového oddílu (n=28).

Pouze 20 % zimních plavců a 18 % ostatních sportovců dosáhlo po zimě alespoň spodní hranice fyziologické hladiny vitamínu D (60 nmol/l). V ultramaratónské skupině nedosáhlo po letním období fyziologického minima pouze 22 % běžců, po zimním období ani jeden.

U fotbalového týmu sedm hráčů (25 %) nedosáhlo 60 nmol/l. Nejvyšších hodnot dosáhli hráči, kteří strávili týden vánoční dovolené v Dubaji nebo na Maledivách (86,1 až 122,5 nmol/l).

## **Závěr**

Pravidelná konzumace potravin obsahujících vitamín D sama o sobě pravděpodobně neudrží dostatečný stav vitamínu D. Prevencí nedostatečné saturace vitamínem D je rozumné vystavování se slunci (5 až 30 minut expozice paží, nohou a zad několikrát týdně), pravidelná suplementace vitamínem D (1 500–2 000 IU/den) a příjem potravin bohatých na vitamín D. V zimních měsících je potřeba doplňovat vitamín D zejména u těch sportovců žijících v zeměpisných šířkách vyšších než 35° severně nebo jižně (20).

Dostatečná saturace vitamínem D je nezbytná nejen pro zdraví kostry. Rozvíjející se výzkumy však také naznačují důležitou roli vitamínu D pro nekosterní funkce, ale pro řadu dalších funkcí organismu včetně kosterního svalstva, imunitní funkce, zánětlivé modulace a sportovního výkonu (13, 22). Nedostatek vitamínu D zvyšuje riziko mnoha chronických a zánětlivých onemocnění, také hypertenze, kardiometabolických onemocnění, artritidy a některých druhů rakoviny (8), které mohou postihnout i sportovce (1, 12, 26). Vezmeme-li v úvahu tyto faktory, mnoho sportovců, zejména trénujících a závodících převážně v krytých tělovýchovných zařízeních, halách, tělocvičnách a bazénech, u nichž byla diagnostikována hypovitaminóza D, bude vyžadovat až 5 000 IU vitamínu D/den po dobu osmi týdnů, aby dosáhli optimálních 100 nmol/l (40 ng/ml), a poté 1 000–2 000 IU/den pro udržení této hladiny (4).

Hodnoty mezi 75 – 150 nmol/l jsou optimální, bezpečné jsou hodnoty do 250 nmol/l. Akceptovatelné jsou ještě hodnoty mezi 50 – 75 nmol/l, především v období leden až duben. Velmi nedostatečné jsou hodnoty pod 25 nmol/l, kde již naopak hrozí riziko vzniku sekundární hyperparatyreózy (kompenzační zvýšená činnost příštítných tělísek) a případně osteomalacie, u dětí rachitidy (19).

Optimální načasování, forma a dávka vitamínu D, stejně jako mechanismus, kterým vitamin D přispívá k udržení a obnově svalové síly po zranění, však nebyly stanoveny.

Do budoucna je ještě zapotřebí více vědeckých poznatků, aby bylo možné určit mechanismy působení 1,25(OH)D na mitochondrie a svalové funkce, a jak se tento účinek projevuje po svalovém poranění in vivo. K objasnění potenciálu vitamínu D jako významného přispěvatele k regeneraci svalů po zranění je navíc nezbytná standardizace mezních hodnot dostatku vitamínu D, studie časového průběhu účinnosti podávání vitamínu D a srovnání účinků různých analogů vitamínu D (14).

Ke snížení prevalence deficitu vitamínu D u fotbalistů by mělo být alespoň jednou ročně provedeno kontrolní vyšetření saturace vitamínem D v séru a v případě nedostatku poskytnuta perorální suplementační terapie.

Vzhledem k řadě funkcí vitamínu D (zásadní role v metabolismu vápníku a fosforu, udržování svalové síly, regulace růstu, proliferace a morfologie kardiomyocytů, regulace krevního tlaku) lze předpokládat, že vitamin D může významně ovlivnit výkonnost nejen sportovců, ale určitě i netréované populace. Z pohledu personalizované medicíny lze však i v relativně homogenní skupině (jako jsou výkonnostní fotbalisté) nalézt výrazné rozdíly mezi jednotlivými hráči, u nichž roli hraje vystavení slunečnímu záření v lokalitách nižší zeměpisné šířky, rozdíly ve výživě, odlišná barva kůže atd. Zvýšenému riziku nedostatku vitamínu D jsou v našich podmínkách vystaveni zejména černí hráči.

## Literatura

1. Angeline ME, Gee AO, Shindle M et al. The effects of vitamin D deficiency in athletes. *Am J Sports Med* 2013;41: 461–464.
2. Bezuglov E, Tikhonova A, Zueva A. et al. Prevalence and treatment of vitamin D deficiency in young male Russian soccer players in winter. *Nutrients* 2019,11,Article number 2405. Open Access. DOI 10.3390/nu11102405.

3. BrainMD Life: 9 Vital functions of vitamin B. Brain Health, 21. 2. 2017
4. Farrokhyar F, Sivakumar G, Savage K et al. Effects of Vitamin D Supplementation on Serum 25-Hydroxyvitamin D Concentrations and Physical Performance in Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. Sports Med. 2017;47(11):2323-2339. doi: 10.1007/s40279-017-0749-4.PMID: 28577257.
5. Fikes BJ. Low vitamin D, muscle injuries linked in NFL prospects. The San Diego Union Tribune. 21. 12. 2017.
6. Gleeson M (2007) Immune function in sport and exercise. J Appl Physiol 2017; 103: 693–699.
7. Hamilton B, Whiteley R, Farooq A, Chalabi H. Vitamin D concentration in 342 professional football players and association with lower limb isokinetic function. 2013; PMID: 23623203. DOI: 10.1016/j.jsams.2013.03.006. Sports Medicine Australia. Open Access.
8. Holick M. Vitamin D deficiency. N Engl J Med 2007;357: 266–281.
9. Hollis WB. Circulating 25-Hydroxyvitamin D levels indicative of Vitamin D insufficiency: Implications of establishing a new effective dietary intake. Recommendations for Vitamin D. J Nutr 2005;135:317–22.
10. Kopeć A, Solarz K, Majda F et al. An evaluation of the levels of vitamin D and bone turnover markers after the summer and winter periods in polish professional soccer players. J Hum Kinet 2013;38:135–40.
11. Koundourakis NE, Androulakis NE, Malliaraki N, Margioris AN. Vitamin D and Exercise Performance in Professional Soccer Players. PLoS One. 2014; 9(7): e101659. Published online 2014 Jul 3. doi: 10.1371/journal.pone.0101659.
12. Krill MK, Hoffman J, Yang J et al. Previous foot injuries associated with a greater likelihood of Achilles tendon ruptures in professional American football players. Physician and Sportsmedicine 2018;46(3):342–348.
13. Larson-Mayer E. The importance of vitamin D for athletes. Gatorade Sports Science Institute. Sports Science Exchange 2015;28(148):1-6.
14. Latham CM, Brightwell CR, Keeble AR et al. Vitamin D Promotes Skeletal Muscle Regeneration and Mitochondrial Health. Frontiers in Physiology. Open Access Volume 1214 April 2021 Article number 660498.
15. Maroon JC, Mathyssek CM, Bost J. et al. Vitamin D Profile in National Football League Players. Amer J Sports Med 2015;43(5). DOI: 10.1177/0363546514567297.



16. Morton JP, Iqbal Z, Drust B et al. Seasonal variation in vitamin D status in professional soccer players of the English Premier League. *Appl Physiol Nutr Metab* 2012;37:798–802.
17. Mozes A. Lack of Vitamin D Can Sideline College football Players. *HealthDay*, 23. 1. 2018.
18. Novak J., Krouzecky A., Topolcan O., Kucera R., Zidekova J., Fuchsova R.: Vitamin D saturation in athletes. In: Dela F., Müller E., Tsolakidis E. (Eds.): ECSS 25th Anniversary Congress, October 28-30, 2020. Book of Abstracts. Sporttools, Cologne 2020: p. 384.
19. Pikner V. Mám dostatek vitamínu D? *LabTestsOnline*.
20. Puente Yagüe M, Collado Yurrita L, Ciudad Cabañas MJ et al. Role of Vitamin D in Athletes and Their Performance: Current Concepts and New Trends. *Nutrients* 2020, 23;12(2):579. Free PMC article.
21. Rebolledo BJ, Bernard JA, Werner BC et al. The Association of Vitamin D Status in Lower Extremity Muscle Strains and Core Muscle Injuries at the National Football League Combine. *Arthroscopy – J. Arthrosc Rel Surgery* 2018;34(4): 1280–1285.
22. Shuler FD, Wingate MK, Moore GH, Giangarra C. Sports Health Benefits of Vitamin D. *Sports Health*. 2012;4:496–501.
23. Teixeira P, Santos AC, Casalta-Lopes J, et al. Prevalence of vitamin D deficiency amongst soccer athletes and effects of 8 weeks supplementation. *J Sports Med Phys Fitness* 2019;59(4):693-699.
24. Vander Slagmolen G., van Hellemond F, Wielders J. Do professional soccer players have a vitamin D status supporting optimal performance in winter. *J Sports Med & Doping Stud* 2014;4(3) 2<http://dx.doi.org/10.4172/2161-0673.1000138>Research ArticleOpen Access
25. Weber AE, Bolia IK, Koprber S. Five-Year Surveillance of Vitamin D Levels in NCAA Division I Football Players: Risk Factors for Failed Supplementation. 2021. <https://doi.org/10.1177/2325967120975100>.



# When you optimize vitamin D, you also improve:



18% of InsideTracker customers who had low vitamin D levels in 2020 optimized their vitamin D in 2021!

18%

