

NUTRIČNÍ SOUVISLOSTI DIETNÍHO CHOVÁNÍ A EXCESIVNÍHO CVIČENÍ A JEJICH IMPLEMENTACE DO OBLASTI VÝCHOVY KE ZDRAVÍ

NUTRITIONAL CORRELATES OF DIETING BEHAVIOR AND EXCESSIVE EXERCISE AND THEIR IMPLEMENTATION IN HEALTH EDUCATION

JIŘÍ SVOBODA, MICHAELA HŘIVNOVÁ

Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta, Katedra antropologie a zdravotně, Olomouc, Česká republika

SOUHRN

Vzdělávání představuje klíčový nástroj prevence psychických obtíží i podpory fyzického zdraví, neboť zvyšuje zdravotní a nutriční gramotnost a formuje dlouhodobé zdravotní chování. V kontextu výkonově orientované společnosti však roste tlak na tělesný vzhled a sportovní výkon, což v kombinaci s nepřesnými informacemi o výživě a tréninku může vést k restriktivnímu dietnímu chování, nadměrné pohybové zátěži a snížené energetické dostupnosti.

Tyto faktory jsou spojeny s fyziologickými korelátů excesivního cvičení a dietních restrikcí, včetně hormonálních alterací, narušení energetické homeostázy, zvýšené percepce únavy, poklesu výkonnosti a zhoršení kognitivních funkcí. Přehledová studie zdůrazňuje multidisciplinární charakter problematiky a navrhuje integrativní přístup ve výchově ke zdraví, založený na bio-psycho-sociálním modelu, se zaměřením na prevenci relativního energetického deficitu a podporu dlouhodobé psychofyzické stability adolescentů.

Klíčová slova: energetická homeostáza, cvičení excesivní, dietní restrikce, výchova ke zdraví, zdravotní gramotnost

SUMMARY

Education represents a key instrument for the prevention of mental health difficulties and the promotion of physical health, as it enhances health and nutritional literacy and shapes long-term health behaviors. In the context of a performance-oriented society, increasing pressure on body image and athletic performance, combined with inaccurate information about nutrition and training, may lead to restrictive dieting behaviors, excessive physical load, and reduced energy availability.

These factors are associated with physiological correlates of excessive exercise and dietary restriction, including hormonal alterations, disruption of energy homeostasis, increased perception of fatigue, decreased performance, and impaired cognitive function. This review study emphasizes the multidisciplinary nature of the issue and proposes an integrative approach within health education based on the bio-psycho-social model, focusing on the prevention of relative energy deficiency and the promotion of long-term psychophysical stability in adolescents.

Key words: energy homeostasis; excessive exercise; dietary restriction; health education; health literacy

<https://doi.org/10.21101/hygiena.a1912>

Úvod

Vzdělávání je klíčem k prevenci psychických obtíží i ke zlepšení fyzického zdraví. Zvyšuje zdravotní gramotnost a podporuje zdravý životní styl. Investice do vzdělání je tak přímou investicí do dlouhodobého zdraví celé společnosti. Studie autorů Kondirolli a Sunder (1) také poukazuje na přibývajících důkazy o účinnosti vzdělávání při celkovém zlepšování zdravotních znalostí a zdůrazňuje význam včasných intervenčních programů v období dospívání i jejich dlouhodobý dopad na ekonomickou a sociální situaci v dospělosti.

Spojení zdraví podporujícího stravovacího chování a přiměřené pohybové aktivity se dlouhodobě ukazuje

jako jedna z nejefektivnějších cest k podpoře zdravého vývoje jedince i k udržení jeho celkového zdraví v průběhu života. V kontextu současné výkonově orientované společnosti však tato rovnováha nabývá nových rozměrů. Rostoucí tlak na sportovní výkon, tělesný vzhled a rychlé výsledky je často doprovázen nadměrným množstvím zjednodušených či nepřesných informací o výživě a tréninku.

Tyto informace se stávají obtížně přehlednými pro laickou veřejnost a zejména pro jedince s nižší úrovní zdravotní a nutriční gramotnosti. Při nevhodné interpretaci různých „zaručených“ doporučení může docházet k restriktivnímu stravování, nadměrné pohybové zátěži a postupné energetické dysbalanci (2).

V jejím důsledku se mohou objevovat nejen somatické komplikace, ale i pokles výkonnosti, zvýšená percepce únavy a zhoršení kognitivních funkcí.

Únava nepředstavuje pouze fyziologický limit výkonu, ale i významný indikátor narušené energetické rovnováhy, který může zasahovat do školního výkonu, koncentrace a psychické stability adolescentů (3). Problematika výživy, energetické dostupnosti a regulace výkonu proto přesahuje rámec sportovní fyziologie a představuje relevantní téma výchovy ke zdraví (2).

Cílem přehledové studie je poukázat na multidisciplinární povahu této problematiky a v kontextu bio-psycho-sociálního modelu nastínit význam a možnosti integrativního přístupu ve výchově ke zdraví s důrazem na prevenci syndromu relativního energetického deficitu ve sportu a podporu dlouhodobé psychofyzické stability adolescentů.

Excesivní cvičení – definice

Weinstein a Szabo (4) rozlišují běžné a excesivní cvičení na základě kvantitativních i kvalitativních charakteristik. Zatímco sport, cvičení a pravidelná pohybová aktivita jsou spojovány s řadou somatických i psychických benefitů, jejich nadměrná či maladaptivní forma může mít negativní důsledky. O dysfunkčním (maladaptivním) tréninku hovoříme tehdy, když jedinec vykazuje excesivní objem nebo intenzitu tréninku, ztrácí kontrolu nad cvičebním chováním a pokračuje v něm navzdory negativním fyzickým či psychosociálním dopadům. Dysfunkční formy cvičení jsou vysvětlovány prostřednictvím různých psychologických i fyziologických teoretických modelů (4).

Excesivní cvičení nelze chápat jako izolovaný fenomén, je třeba jej nahlížet v širším multidimenzionálním kontextu. V klinickém prostředí se objevuje v souvislosti s nedostatečným energetickým příjmem charakterizovaným jako relativní energetický deficit ve sportu (relative energy deficiency in sport, RED-S), který popisuje multisystémové důsledky dlouhodobého deficitu vznikajícího z nedostatečného pokrytí energetického výdeje dostatečným příjmem (kvalitativně i kvantitativně). Nadměrná zátěž bez dostatečné regenerace a nutriční kompenzace může vést k negativním až závažným fyziologickým a psychologickým následkům (např. k hormonální dysregulaci, imunologickým změnám, kognitivnímu oslabení a poruchám kostního metabolismu). Nadměrné cvičení má vysokou komorbiditu s poruchami příjmu potravy, narušeným vnímáním těla a může fungovat také jako kompenzační mechanismus zvládání emocí. Weinstein a Szabo dále uvádějí, že mezi jedinci, kteří cvičí déle než 10 hodin týdně, se často vyskytují osoby závislé na cvičení, které projevují posedlost nebo nutkání k fyzické aktivitě. Vykazují vysoký výskyt depresivních poruch (56 %), poruch osobnosti (47 %) a obsedantně-kompulzivních poruch (31 %).

Z neurofyziologického hlediska může dlouhodobý nepoměr mezi zátěží a regenerací přispívat k rozvoji centrální únavy. Ta se může projevovat poruchami exekutivních funkcí, sníženou motivací a narušením regulačních mechanismů systému arousal. Významnou roli v prevenci těchto stavů může hrát úroveň nutriční gramotnosti, tedy schopnost porozumět energetickým nárokům organismu, principům regenerace a adekvátní kompenzaci zátěže.

Fyziologické koreláty důsledků nadměrného cvičení a výživy

Obecné benefity pramenící z vhodné zvolené a přiměřené pohybové aktivity podpořené racionální výživou jsou dobře známé. Jenže pohybová aktivita vykonávaná nad běžná doporučení, po nedostatečné regeneraci, nedokončené rekonvalescenci po zranění (nemoci), ignorování signálů extrémní zátěže, psychického i fyzického vyčerpání apod. může mít za následek vážná fyzická poškození organismu.

Nadměrná pohybová aktivita v kombinaci s nedostatečným energetickým příjmem může vést ke stavu nízké energetické dostupnosti (low energy availability, LEA). Tento stav může vznikat v důsledku poruch příjmu potravy a/nebo excesivního cvičení. Prahová hodnota energetické dostupnosti, pod kterou jsou pozorovány negativní fyziologické dopady, je často uváděna jako méně než 30 kcal/kg beztukové tělesné hmoty (fat-free mass, FFM) za den. Hodnoty v rozmezí 30–45 kcal/kg FFM/den jsou považovány za subklinickou oblast a mohou být krátkodobě tolerovány například u sportovců v období řízené redukce hmotnosti za předpokladu adekvátně vyvážené stravy a pečlivě kontrolovaného tréninkového zatížení (6).

LEA může vést k projevům relativního energetického deficitu ve sportu, což je stav, který může vyústit v nevratné zhoršení zdraví a výkonu (7). RED-S je jedním z klíčových konceptů, se kterým je tato problematika spojována, zejména u pravidelných sportovců, a pomáhá porozumět širším souvislostem.

RED-S zjednodušeně vychází ze známého termínu „triáda sportovkyň“ a poukazuje na složitost daného problému a na skutečnost, že postižení jsou i mužští sportovci. Syndrom RED-S označuje zhoršenou fyziologickou funkci, mimo jiné metabolismu, menstruačního cyklu, zdraví kostí, imunity, syntézy bílkovin a kardiovaskulárního zdraví, způsobenou relativním energetickým deficitem. Příčinou tohoto syndromu je energetický deficit v porovnání s rovnováhou mezi příjmem energie ve stravě a výdejem energie potřebným pro zdraví a každodenní aktivity, růst a sportovní aktivity. Psychologické důsledky mohou RED-S buď předcházet, nebo být jeho důsledkem. Klinický jev tedy není jen „triádou“ tří entit: dostupnosti energie, menstruační funkce a zdraví kostí, ale spíše syndromem, který ovlivňuje mnoho aspektů fyziologických funkcí, zdraví a sportovního výkonu (8). Například fyziologické důsledky poruch příjmu potravy se promítají do mnoha výkonnostních a zdravotních dopadů spojených s RED-S. Proto je důležité lépe porozumět psychologii RED-S, což by mohlo pomoci v prevenci, ve zmírnění důsledků i v samotné léčbě (9).

Multisystémové důsledky relativního energetického deficitu ve sportu

Jedná se o široký soubor komplexních fyziologických a psychologických důsledků, které spolu v různých aspektech souvisejí a vzájemně se prolínají.

RED-S představuje široký soubor vzájemně spojených fyziologických a psychologických důsledků nízké energetické dostupnosti. V odborné literatuře jsou popisovány dopady zejména v oblasti kostního zdraví, metabolismu, hormonální regulace, reprodukčních funk-

cí, imunity, kardiovaskulárního systému a psychického stavu jedince. Tyto důsledky se neprojevují izolovaně, ale vzájemně se prolínají a mohou negativně ovlivňovat zdraví, regeneraci, adaptaci na zátěž i sportovní výkon. RED-S proto nelze chápat pouze jako dílčí fyziologický problém, ale jako komplexní syndrom vyžadující včasné rozpoznání, prevenci a mezioborový přístup (9–19).

Vliv na muskuloskeletální systém

Pohybová aktivita má prokazatelně komplexní vliv na muskuloskeletální systém. Z toho vyplývá, že neadekvátní zátěž – vyznačující se zejména dlouhodobým přetěžováním bez dostatečné regenerace – signifikantně zvyšuje riziko strukturálního poškození tkání. Odborná literatura v souvislosti s excesivním cvičením a opakovaným mechanickým stresem popisuje široké spektrum patologických stavů. Mezi typická poškození patří zejména zánětlivé a degenerativní změny měkkých tkání, tendinopatie, únavové zlomeniny a svalová mikrotraumata či ruptury. Riziko poškození pohybového aparátu se dále zvyšuje v podmínkách nízké energetické dostupnosti, která narušuje fyziologické procesy regenerace a celkovou adaptaci organismu na zátěž (20–32). Uvedené poznatky potvrzují, že excesivní cvičení nepředstavuje pouze limitující faktor sportovní výkonnosti, ale znamená závažné riziko pro somatické zdraví. Z toho důvodu je nezbytné tyto rizikové faktory včas identifikovat a systematicky je zohledňovat v rámci primární prevence a zdravotní edukace.

Kardiovaskulární rizika

U pravidelných sportovců dochází v rámci adaptace na zátěž ke změnám kardiovaskulárního systému, které jsou obvykle považovány za fyziologickou odpověď organismu. Při dlouhodobé intenzivní nebo extrémní zátěži však mohou být u některých jedinců tyto změny spojeny také se zvýšeným rizikem kardiovaskulárních komplikací. V odborné literatuře jsou v této souvislosti popisovány zejména poruchy srdečního rytmu, kolísání některých kardiovaskulárních rizikových proměnných a známky zvýšeného zatížení myokardu. Uvedené poznatky potvrzují, že excesivní cvičení nepředstavuje pouze faktor ovlivňující sportovní výkon, ale že může být spojeno také s riziky pro kardiovaskulární zdraví (33, 34). Tyto souvislosti je proto důležité včas rozpoznat a zohlednit také v oblasti výchovy ke zdraví.

Centrální únava

Únava představuje multifaktoriální konstrukt, jehož projevy jsou podmíněny nejen intenzitou a délkou fyziologické zátěže, ale také individuálními biologickými a psychologickými charakteristikami jedince. K rozvoji centrální únavy mohou přispívat i faktory, které nesouvisí přímo s periferní metabolickou zátěží, například spánková deprivace, chronický psychosociální stres nebo přítomnost psychických obtíží. Centrální únava se může projevovat poklesem koncentrace, zhoršením exekutivních funkcí, sníženou

rozhodovací efektivitou a zvýšenou percepcí námahy. Na neurobiologické úrovni jsou tyto změny spojovány s alteracemi v centrální monoaminergní neurotransmisí, zejména ve vztahu k serotoninu a dopaminu (3, 5).

Z pohledu výchovy ke zdraví mají tyto souvislosti význam proto, že se neomezují pouze na oblast sportovní výkonnosti, ale mohou zasahovat také do školního fungování adolescentů, jejich schopnosti soustředění, rozhodování a seberegulace. To lze chápat jako širší aplikační interpretaci současných modelů únavy. V kontextu současných modelů únavy je proto žádoucí vztah mezi pohybovou zátěží, výživou, odpočinkem a psychickým stavem nahlížet komplexně, nikoli izolovaně (35).

Právě tato komplexita odpovídá pojetí zdravotní gramotnosti, která je v aktuálním kurikulu explicitně ukotvena v rámci vzdělávací oblasti Člověk, zdraví a bezpečí a vzdělávacího oboru Výchova ke zdraví a bezpečí.

Ve vztahu k edukační praxi lze tuto problematiku spojit zejména s tematickým okruhem „Denní režim – hygiena, výživa a pohyb“, který směřuje k tomu, aby žák dokázal posoudit, jak každodenní aktivity, způsob stravování, zařazování pohybových aktivit, odpočinku, relaxace a spánku ovlivňují tělesné zdraví i psychickou pohodu. Zařazení tématu centrální únavy do výchovy ke zdraví tak může přispívat k lepšímu porozumění tomu, že únava není pouze běžným důsledkem námahy, ale může být také signálem narušené rovnováhy mezi zatížením, regenerací a energetickým zajištěním organismu. V tomto smyslu může edukace podporovat nejen prevenci excesivního cvičení a nevhodného dietního chování, ale také rozvoj schopnosti včas rozpoznávat varovné příznaky přetížení a reflektovat jejich dopad na zdraví i každodenní fungování.

Mitochondriální metabolismus

Nadměrná intenzivní pohybová zátěž může při dlouhodobém přetížení narušovat mitochondriální funkci a metabolickou regulaci organismu. V odborné literatuře jsou v této souvislosti popisovány negativní dopady excesivního cvičení na kognitivní funkce, zejména na paměť a učení, ale také na procesy související s metabolickou adaptací a regulací glukózy. Narušená metabolická regulace může vyústit v metabolický zánět, který může být dále prohlubován behaviorálními faktory, například úzkostí a zvýšenou preferencí sladkých potravin. Tyto poznatky ukazují, že chronické přetížení může zasahovat nejen do oblasti sportovní výkonnosti, ale i do širšího tělesného a psychického fungování jedince (36–38).

Z pohledu výchovy ke zdraví je významné, že tato problematika podporuje komplexní chápání vztahu mezi pohybovou zátěží, výživou, regenerací a kognitivním výkonem. Současně ukazuje, že nevhodně nastavený režim zátěže a nedostatečná energetická kompenzace se mohou promítat nejen do somatického zdraví, ale také do chování souvisejícího s výběrem stravy a zvládáním psychické zátěže. Právě zde se otevírá prostor pro edukaci zaměřenou na porozumění vztahu mezi stresem, únavou, stravovacími preferencemi a energetickou rovnováhou organismu. Zařazení těchto souvislostí do výuky může přispívat

k prevenci negativního dietního chování a k podpoře zdravějšího vztahu k výživě, pohybu a regeneraci.

Zdravotní a nutriční gramotnost

Existující systematické přehledy ukazují, že schopnost jedinců porozumět informacím o potravinách a výživě (food literacy, nutrition literacy) a umět je aplikovat je klíčová pro orientaci v komplexním potravinovém prostředí a pro utváření zdravých stravovacích návyků již v dětství a dospívání, přičemž validace a rozvoj měřicích nástrojů pro tyto kompetence stále probíhá (39). Empirické údaje naznačují, že vyšší úroveň nutriční gramotnosti je asociována s nižší pravděpodobností nadváhy a obezity u adolescentů, což implikuje, že vzdělání v oblasti výživy může mít pozitivní vliv na energetickou bilanci a zdraví populace (40). Dále se v literatuře zdůrazňuje, že rozvoj gramotnosti v oblasti výživy je důležitým předpokladem pro zdravější dietní chování, vyšší kvalitu stravovacích vzorců a dlouhodobé udržování optimální energetické bilance, což je zásadní nejen pro prevenci metabolických onemocnění, ale také pro podporu kognitivních funkcí a odolnosti vůči únavě během fyzické a psychické zátěže (např. koncepty nutriční gramotnosti a jejich spojitost s kvalitativní stránkou výživy) (41, 42). Edukace tak představuje významnou intervenční strategii ve veřejném zdraví i ve vzdělávání, která může napomoci redukovat riziko únavy spojené s energetickou nerovnováhou a zlepšit výkonnost i kvalitu života.

V českém prostředí je úroveň zdravotní gramotnosti dlouhodobě neuspokojivá. V roce 2014 bylo u dospělé populace v České republice detekováno, že téměř 60 % vykazuje omezenou zdravotní gramotnost, v oblasti zdravotní péče je to 49,5 % obyvatel, v prevenci nemocí 54,1 % a v oblasti podpory zdraví dokonce 64,3 %. V porovnání s ostatními evropskými zeměmi zaujímá ČR osmé, předposlední místo (výzkumu se účastnilo 9 evropských zemí). Současně bylo potvrzeno, že zdravotní gramotnost je negativně podmíněna věkem a pozitivně vzděláním. Zachycen byl také výrazný sociální gradient: zdravotní gramotnost stoupá se sociálním statutem. Zdravotní gramotnost poměrně výrazně ovlivňuje zdravotní stav, jakož i zdravotní chování (43). Přestože se během let 2015–2020 snížil podíl osob s omezenou zdravotní gramotností o 12 %, v roce 2020 byla omezená úroveň zdravotní gramotnosti zaznamenána u stále vysokého podílu (47 %) obyvatel ČR starších 18 let (44).

Tyto skutečnosti představovaly významný impuls pro systematické začlenění konceptu zdravotní gramotnosti do současných kurikulárních dokumentů v gesci Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy s perspektivou jejich následné implementace do edukační praxe. V České republice je od roku 2004 (resp. 2007) závazným státním kurikulárním dokumentem Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV). Problematika zdravotní výchovy a rozvoje zdravotní gramotnosti byla do roku 2025 zakotvena v rámci vzdělávací oblasti Člověk a zdraví, konkrétně ve vzdělávacím oboru Výchova ke zdraví (45), převážně implicitním způsobem.

Teprve aktualizovaná verze RVP ZV 2025 explicitně uvádí pojem zdravotní gramotnost, a to v rámci vzdělávací oblasti Člověk, zdraví a bezpečí a vzdělávacího

oboru Výchova ke zdraví a bezpečí (46). Tento posun lze interpretovat jako významné terminologické i koncepční ukotvení zdravotní gramotnosti v národním kurikulu.

Problematika formování nutriční gramotnosti je pak přímo napojena na tematický okruh 002 Denní režim – hygiena, výživa a pohyb, který významně přispívá k připravenosti žáka pro každodenní život. Učí žáka při posuzování zdravotního stavu sledovat všechny vzájemně se ovlivňující složky lidské bytosti (tělesnou, duševní, sociální) a jejich interakci s prostředím. Rozvíjí dovednosti podporující zdravý životní styl, vytváří příležitosti pro upevňování zdravotně preventivních návyků, směřuje k tomu, aby žák dokázal posoudit, nakolik mohou každodenní aktivity, způsob stravování, zařazování pohybových aktivit, odpočinku, relaxace a spánku ovlivňovat jeho tělesné zdraví i psychickou pohodu. Významnou součástí tématu je podpora správného nutričního chování žáka, rozvoj dovedností vedoucích k dodržování stravovacího a pitného režimu i k sestavování jídelníčku, který odpovídá výživovým doporučením odborníků (46).

V návaznosti na uvedené pojetí zajišťují pedagogické fakulty pregraduální přípravu budoucích učitelů v oblasti výchovy ke zdraví (47, 48). Odpovědnost za naplňování širších cílů základního vzdělávání však nenáleží pouze učitelům se specializací na výchovu ke zdraví, ale všem pedagogickým pracovníkům bez ohledu na oborové zaměření. Posilování kompetencí v oblasti zdravotní gramotnosti by proto mělo tvořit integrální součást pregraduální přípravy učitelů napříč studijními programy a aprobacemi.

Výchova ke zdraví v holistickém pojetí je také nedílnou součástí programu Škola podporující zdraví, který má v České republice dlouholetou tradici (49).

Závěr

Excesivní cvičení a restriktivní dietní chování představují v adolescenci významné rizikové faktory narušení energetické rovnováhy, hormonální regulace i kognitivní výkonnosti. Únavu a pokles výkonu tak nelze chápat pouze jako důsledek zvýšené zátěže, ale jako potenciální indikátory fyziologické dysregulace vyžadující včasnou intervenci.

Integrace poznatků o energetické dostupnosti a o hormonálních a neurokognitivních souvislostech do oblasti výchovy ke zdraví může přispět k posílení zdravotní gramotnosti adolescentů a prevenci relativního energetického deficitu ve sportu. Systematický, bio-psycho-sociálně ukotvený přístup tak představuje perspektivní cestu k podpoře dlouhodobé psychofyzické stability a udržitelného vztahu k pohybu i výživě.

Střet zájmů: žádný.

ORCID

Jiří Svoboda <https://orcid.org/0000-0001-8573-0501>

Michaela Hřivňová <https://orcid.org/0000-0002-1733-8812>

LITERATURA

1. Kondirolli F, Sunder N. Mental health effects of education. *Health Econ.* 2022 Oct;31 Suppl 2(Suppl 2):22-39.

2. Silva P, Araújo R, Lopes F, Ray S. Nutrition and food literacy: framing the challenges to health communication. *Nutrients*. 2023 Nov 7;15(22):4708. doi: 10.3390/nu15224708.
3. Tornero-Aguilera JF, Jimenez-Morcillo J, Rubio-Zarapuz A, Clemente-Suárez VJ. Central and peripheral fatigue in physical exercise explained: A narrative review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Mar 25;19(7):3909. doi: 10.3390/ijerph19073909.
4. Weinstein A, Szabo A. Exercise addiction: A narrative overview of research issues. *Dialogues Clin Neurosci*. 2023 Jan 20;25(1):1-13.
5. Meeusen R, Watson P, Hasegawa H, Roelands B, Piacentini MF. Central fatigue: the serotonin hypothesis and beyond. *Sports Med*. 2006;36(10):881-909.
6. Logue D, Madigan SM, Delahunt E, Heinen M, Mc Donnell SJ, Corish CA. Low energy availability in athletes: A review of prevalence, dietary patterns, physiological health, and sports performance. *Sports Med*. 2018 Jan;48(1):73-96.
7. Sim A, Burns SF. Review: questionnaires as measures for low energy availability (LEA) and relative energy deficiency in sport (RED-S) in athletes. *J Eat Disord*. 2021 Mar 31;9(1):41. doi: 10.1186/s40337-021-00396-7.
8. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, et al. The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med*. 2014 Apr;48(7):491-7.
9. Langbein RK, Martin D, Allen-Collinson J, Crust L, Jackman PC. "I'd got self-destruction down to a fine art": a qualitative exploration of relative energy deficiency in sport (RED-S) in endurance athletes. *J Sports Sci*. 2021 Jul;39(14):1555-64.
10. De Souza MJ, West SL, Jamal SA, Hawker GA, Gundberg CM, Williams NI. The presence of both an energy deficiency and estrogen deficiency exacerbate alterations of bone metabolism in exercising women. *Bone*. 2008 Jul;43(1):140-8.
11. Mountjoy M, Sundgot-Borgen JK, Burke LM, Ackerman KE, Blauwet C, Constantini N, et al. IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. *Br J Sports Med*. 2018 Jun;52(11):687-97.
12. Gould RJ, Ridout AJ, Newton JL. Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S) in Adolescents - A Practical Review. *Int J Sports Med*. 2023 Apr;44(4):236-46.
13. Cabre HE, Moore SR, Smith-Ryan AE, Hackney AC. Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): Scientific, clinical, and practical implications for the female athlete. *Dtsch Z Sportmed*. 2022;73(7):225-34.
14. Robertson S, Mountjoy M. A Review of prevention, diagnosis, and treatment of relative energy deficiency in sport in artistic (synchronized) swimming. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2018 Jul 1;28(4):375-84.
15. Koehler K, Hoerner NR, Gibbs JC, Zinner C, Braun H, De Souza MJ, et al. Low energy availability in exercising men is associated with reduced leptin and insulin but not with changes in other metabolic hormones. *J Sports Sci*. 2016 Oct;34(20):1921-9.
16. Mountjoy M, Ackerman KE, Bailey DM, Burke LM, Constantini N, Hackney AC, et al. 2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). *Br J Sports Med*. 2023 Sep;57(17):1073-97.
17. Fortuna M, Hetnar P, Kiper S, Toczek S, Tomala M, et al. Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): A systematic overview of mechanisms. Effects, and clinical implications. *Qual Sport*. 2025 Jun;42:60506. doi: 10.12775/QS.2025.42.60506.
18. Montani JP, Schutz Y, Dulloo AG. Dieting and weight cycling as risk factors for cardiometabolic diseases: who is really at risk? *Obes Rev*. 2015 Feb;16 Suppl 1:7-18.
19. Langbein RK, Martin D, Allen-Collinson J, Jackman PC. "It's hard to find balance when you're broken": Exploring female endurance athletes' psychological experience of recovery from relative energy deficiency in sport (RED-S). *Perform Enhanc Health*. 2022;10(1):100214. doi: 10.1016/j.peh.2021.100214.
20. da Costa TS, Louzada CTN, Miyashita GK, da Silva PHJ, Sungaila HYF, Lara PHS, Pochini AC, Eijnisman B, Cohen M, Arliani GG. CrossFit®: Injury prevalence and main risk factors. *Clinics (Sao Paulo)*. 2019 Nov 25;74:e1402. doi: 10.6061/clinics/2019/e1402.
21. Smith LL. Tissue trauma: the underlying cause of overtraining syndrome? *J Strength Cond Res*. 2004 Feb;18(1):185-93.
22. Kjør M, Petersen J, Dünweber MR, Andersen JL, Engebretsen L, Magnusson SP. Dilemma in the treatment of sports injuries in athletes: tendon overuse, muscle strain, and tendon rupture. *Scand J Med Sci Sports*. 2025 Feb;35(2):e70026. doi: 10.1111/sms.70026.
23. Sanguedolce G, Venza C, Cataldo P, Letizia Mauro G. Tecar-terapia nelle tendinopatie della cuffia dei rotatori: nostra esperienza. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2009;45(3 Suppl 1):1-4. Italian.
24. Patel DS, Roth M, Kapil N. Stress fractures: diagnosis, treatment, and prevention. *Am Fam Physician*. 2011 Jan 1;83(1):39-46.
25. Holtzman B, Popp KL, Tenforde AS, Parziale AL, Taylor K, Ackerman KE. Low energy availability surrogates associated with lower bone mineral density and bone stress injury site. *PM R*. 2022 May;14(5):587-96.
26. Sanderlin BW, Raspa RF. Common stress fractures. *Am Fam Physician*. 2003 Oct 15;68(8):1527-32.
27. Järvinen TA, Järvinen TL, Kääriäinen M, Kalimo H, Järvinen M. Muscle injuries: biology and treatment. *Am J Sports Med*. 2005 May;33(5):745-64.
28. Schoenfeld BJ. Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy? *J Strength Cond Res*. 2012 May;26(5):1441-53.
29. Tidball JG. Inflammatory processes in muscle injury and repair. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2005 Feb;288(2):R345-53.
30. Jäger R, Heleson JL, Abou Sawan S, Dickerson BL, Leonard M, Kreider RB, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids. *J Int Soc Sports Nutr*. 2025 Dec;22(1):2441775. doi: 10.1080/15502783.2024.2441775.
31. Della Villa F, Andrade R, Pereira Castro A, Cassiano Neves M. Apophysitis. In: Espregueira-Mendes J, Niek van Dijk C, Neyret P, Cohen M, Della Villa S, Pereira H, Miguel Oliveira J, editors. *Injuries and health problems in football: what everyone should know*. Berlin: Springer; 2017. p. 473-9.
32. Benton JW. Epiphyseal Fracture in Sports. *Phys Sportsmed*. 1982 Nov;10(11):62-71.
33. Eijssvogels TM, Fernandez AB, Thompson PD. Are There deleterious cardiac effects of acute and chronic endurance exercise? *Physiol Rev*. 2016 Jan;96(1):99-125.
34. Lobo HM, Naves ÍG, Marçal SB, Canzi CC, Rodrigues ABS, Menezes AS Jr. Atrial fibrillation in endurance training athletes: scoping review. *Rev Cardiovasc Med*. 2023 May 26;24(6):155. doi: 10.31083/j.rcm2406155.
35. Behrens M, Gube M, Chaabene H, Prieske O, Zenon A, Broscheid KC, et al. Fatigue and human performance: an updated framework. *Sports Med*. 2023 Jan;53(1):7-31.
36. Huang Y, Hu B, Liu Y, Xie LQ, Dai Y, An YZ, et al. Excessive vigorous exercise impairs cognitive function through a muscle-derived mitochondrial pretender. *Cell Metab*. 2026 Feb 3;38(2):281-97.e11.
37. Flockhart M, Nilsson LC, Tais S, Ekblom B, Apró W, Larsen FJ. Excessive exercise training causes mitochondrial function

- nal impairment and decreases glucose tolerance in healthy volunteers. *Cell Metab.* 2021 May 4;33(5):957-70.e6.
38. Yuan Q, Zeng ZL, Yang S, Li A, Zu X, Liu J. Mitochondrial stress in metabolic inflammation: modest benefits and full losses. *Oxid Med Cell Longev.* 2022 Nov 22;2022:8803404. doi: 10.1155/2022/8803404.
 39. Carroll N, Perreault M, Ma DW, Haines J; Guelph Family Health Study. Assessing food and nutrition literacy in children and adolescents: a systematic review of existing tools. *Public Health Nutr.* 2021 Nov 3;25(4):1-16.
 40. Li S, Zhu Y, Zeng M, Li Z, Zeng H, Shi Z, et al. Association between nutrition literacy and overweight/obesity of adolescents: a cross-sectional study in Chongqing, China. *Front Nutr.* 2022 May 12;9:893267. doi: 10.3389/fnut.2022.893267.
 41. Guiné RPF, Florença SG, Aparício MG, Cardoso AP, Ferreira M. Food knowledge for better nutrition and health: a study among university students in Portugal. *Healthcare (Basel).* 2023 May 30;11(11):1597. doi: 10.3390/healthcare11111597.
 42. Yildirim M, Basaran SD. Evaluating the effectiveness of the "Food Literacy Program" designed for a sustainable future. *Int J Mod Educ Stud.* 2025;9(2):434-53.
 43. Kučera Z, Pelikan J, Šteflová A. Zdravotní gramotnost obyvatel ČR – výsledky komparativního reprezentativního šetření. *Čas Lék Čes.* 2016;155(5):233-41.
 44. Kučera Z, Svačina Š, Šteflová A. Proměny úrovně zdravotní gramotnosti v Česku mezi lety 2015 a 2020. *Čas Lék Čes.* 2023;162(2/3):84-92.
 45. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání [online]. Praha: MŠMT; 2023 [cit. 2026-02-02]. Dostupné z: RVP_ZV_2023_cista_verze.pdf.
 46. Základní vzdělávání: Rámcový vzdělávací program – závazná část [online]. Praha: Národní pedagogický institut ČR; 2025 [cit. 2026-02-02]. Dostupné z: <https://prohlednout.rvp.cz/export>.
 47. Hřivnová M. Health literacy in pupils in the context of research of resulting curriculum of health education. *Anthropologist.* 2016 Apr;24(1):277-83.
 48. Marádová E. Retrospektiva, současnost a perspektivy učitelského vzdělávání v oblasti podpory zdraví. In: Slaná Reissmannová J, Gajzlerová L, editoři. 70 ve zdraví. Sborník příspěvků z mezinárodní konference konané dne 8.-9. září 2016. Brno: Masarykova univerzita; 2016.
 49. Reissmannová J. Pilíře projektu Zdravá škola. In: Výchova ke zdraví I. Brno: Masarykova univerzita Pedagogická fakulta; 2005. s. 102-15.

Došlo do redakce: 2. 3. 2026

Přijato k tisku: 29. 3. 2026

*Mgr. Jiří Svoboda
Katedra antropologie a zdravotní vědy
Pedagogická fakulta
Univerzita Palackého v Olomouci
Žižkovo nám. 5
779 00 Olomouc
Česká republika
E-mail: jiri.svoboda01@upol.cz*