

Sindrom relativnega energijskega primanjkljaja pri otrocih in mladostnikih

Pregledni članek /
Review article

Relative energy deficiency syndrome in children and adolescents

Neža Salobir, Sončka Jazbinšek,
Klemen Dovč, Primož Kotnik

Izvleček

Sindrom relativnega energijskega primanjkljaja se razvije pri otrocih in mladostnikih športnikih ob negativni energijski bilanci, ki je posledica nezadostnega vnosa energije glede na velike potrebe ob intenzivni telesni vadbi. Energijsko neravnovesje privede do motenj v delovanju več organskih sistemov. Pri otrocih in mladostnikih so posledice lahko dolgoročne in se kažejo kot neugoden vpliv na rast, pubertetni razvoj in zdravje kosti. Zgodnji prepoznavanje in obravnava sta tako v tej starostni skupini ključni. Zaradi pomanjkljive ozaveščenosti med mladimi športniki, njihovimi starši, trenerji in zdravstvenim osebjem ter nespecifične klinične slike bolezni pogosto spregledamo.

Ključne besede: relativni primanjkljaj energije v športu, vadba, rast, puberteta, reprodukcija, zdravje kosti.

Abstract

Relative energy deficiency syndrome develops in children and adolescents as a result of a negative energy balance due to insufficient energy intake during intense physical exercise regimens. This energy imbalance leads to impaired physiological function of multiple organ systems. Moreover, in children and adolescents, it presents a risk for the development of long-term consequences in terms of negative effects on growth, pubertal development and bone health. Early recognition and management are therefore crucial in this age group. Due to poor awareness among young athletes, their parents, coaches, medical staff, and a non-specific clinical presentation the illness is often overlooked.

Key words: relative energy deficiency in sport, exercise, growth, puberty, reproduction, bone.

Uvod

Pomanjkanje razpoložljive energije (angl. *low energy availability*, LEA) je lahko prisotno pri športnikih ne glede na tekmovalno raven ob negativni energijski bilanci, ki nastane zaradi nesorazmerja med premajhnim vnosom energije in povečanimi potrebami ob intenzivni telesni vadbi (1–4). Posledice LEA na zdravje so sprva pripisovali spremembam v zvezi z atletsko triado žensk (angl. *female athlete triad*), ki obsega amenorejo, osteoporozo in motnje hranjenja (5). Nadaljnje raziskave so pokazale, da posledice negativne energijske bilance na zdravje presegajo navedeno triado in da se pojavljajo tudi pri moških (6, 7). Vsled teh dognanj je Mednarodni olimpijski komite leta 2014 vpeljal izraz sindrom relativnega energijskega primanjkljaja (angl. *relative energy deficiency syndrome*, RED-S), ki vključuje širši spekter posledic LEA na zdravje žensk in moških (8).

Pri negativni energijski bilanci telo nima na voljo dovolj energije za vzdrževanje optimalnega zdravja (2, 4). Preko hormonskih sprememb začne energijo varčevati za procese, ki so ključni za preživetje (ohranjanje celic, termoregulacija, gibanje), medtem ko so procesi, ki niso ključni za kratkoročno preživetje, upočasnjeni ali zavrti (1, 9). Hipotalamus in hipofiza, ki zaznata manjšo razpoložljivost virov energije v presnovi, imata osrednjo vlogo pri aktivaciji prilagoditvenih mehanizmov (9–11). Nekateri izmed njih so znižanje ravni spolnih hormonov (za omejitev energijsko zahtevne reprodukcije), porast ravni ravnega hormona in kortizola ob hkratnem zmanjšanju ravnih dejavnikov (vzdrževanje evglkemije in omejitev energijsko zahtevne rasti) in znižanje ščitničnih hormonov (za upočasnitev presnovnih procesov) (9). Prav ti prilagoditveni mehanizmi ob izrazitejši LEA vodijo do motenj reprodukcije in zmanjšanega kostnega zdravja ter pomembno vplivajo tudi na srčno-žilno zdravje, duševno zdravje in

druge organske sisteme. Dodatno pomembno vplivajo tudi na dolgoročno manjšo uspešnost športnikov (1, 12).

Ocenjena razširjenost (prevalenca) RED-S med športniki različnih panog je 22–58 %. Natančna ocena je težavna zaradi neustaljenih metod za oceno razpoložljive energije in nejasno opredeljenih diagnostičnih meril (3). Višja je pri športih, pri katerih je uspešnost ob visoki porabi energije dodatno pomembno povezana s telesno težo (kolesarjenje, veslanje, tek, jahanje, smučarski skoki) in/ali telesni izgled (ples, ritmična gimnastika, umetnostno drsanje) ter pri individualnih športih (1, 6, 7, 11, 13–15). Vzroki, ki privedejo do negativne energijske bilance pri RED-S, so raznoliki, med njimi pa so najpogostejši namerno hujšanje brez pridružene motnje hranjenja, nenaumno hujšanje zaradi nepravilne ocene športnikovih energijskih potreb in motnje hranjenja (1, 2, 14, 16). Dodatno tveganje RED-S predstavljajo dolgotrajnejši pomanjkljiv energijski vnos pri vzdržljivostnih športih, ciklične spremembe telesne teže in telesne sestave ter izrazite spremembe v trajanju in intenzivnosti vadbe (14). Pomemben vpliv ima lahko tudi nizek socialnoekonomski status, stroge omejevalne diete zaradi bolezni, kot je celiakija, ali kulturni vplivi z doslednim upoštevanjem omejevalnih diet iz verskih ali moralnih razlogov (14, 15).

RED-S se pogosto pojavlja pri zelo uspešnih športnikih (3). Z njim pa se ne srečujemo le pri profesionalnih športnikih in parašportnikih (17), ampak pri vseh, ki se redno ukvarjajo s športom, ko zavestno omejujejo energijski vnos in/ali se ukvarjajo z energijsko zelo zahtevnimi vadbami (1, 18). V novozelandski raziskavi tveganja za razvoj LEA med rekreativnimi športnicami, ki so bile tedensko zmerno telesno aktivne vsaj 150 minut ali intenzivno telesno aktivne vsaj 75 minut, je pokazala, da se z vsako dodatno uro vadbe na teden tveganje poveča za 1,13-krat (19).

Patofiziologija in klinična slika

Hipotalamus in hipofiza igrata osrednjo vlogo pri vzdrževanju energijskega ravnovesja preko uravnavanja vnosa hrane, skladiščenja energije in porabe energijskih zalog (11). Pomanjkanje energije, ki ga zaznata neposredno in posredno preko sprememb v ravnih signalnih snovi s perifernih tkiv v cirkulaciji, aktivira nevroendokrine prilagoditvene mehanizme (10). Dolgoročno se ti mehanizmi, ki sicer ščitijo organizem v času LEA, prevesijo v bolezensko stanje in so aktivirani ne le pri RED-S, ampak tudi pri anoreksiji nervozi in stradanju (6, 9, 11, 15). Pomembno vlogo pri aktivaciji nekaterih izmed prilagoditvenih mehanizmov na ravni hipotalamusa in hipofize ima zmanjšanje ravni adipokina leptina, ki možganom posreduje informacije o količini energije, shranjene v maščevju, in niha sorazmerno s spremembami v količini maščevja v telesu (6, 9, 15). Ob premajhnem energijskem vnosu glede na telesne potrebe pride do mobilizacije maščobnih zalog, kar vodi v spremembo telesne sestave z zmanjšanim deležem maščevja in posledično znižanja ravni leptina. Slednji v času LEA posredno povzroči zmanjšano tvorbo spolnih hormonov, ravnih dejavnikov in ščitničnih hormonov ter porast ravnega hormona (9–11). Pri uravnavanju drugih hormonskih sprememb, ki jih opažamo ob LEA, vloga leptina še ni natančno opredeljena (6, 9).

V praksi se srečujemo z zelo širokim spektrom »simptomov«, ki se razvijajo kot posledica LEA (1). Komponente RED-S ter znake in simptome predstavljamo v Tabeli 1.

Obseg prizadetosti posameznih organskih sistemov se med posamezniki zelo razlikuje (11, 20, 21). Z LEA se srečamo pri obeh spolih. Najbolj raziskani in opisani so vplivi LEA na endokrini sistem pri ženskah, pri katerih je pojavnost LEA občutno večja, najverjetneje na račun bolj prepoznavne klinične slike in boljše ozaveščenosti (11, 22). Tudi evo-

lucijsko je pri sesalcih ženski spol bolj dovzeten za posledice LEA, saj njihovo preživetje dodatno ogroža možnost nosečnosti in laktacije, ki zahtevata veliko dodatne energije (23). Shematski prikaz hormonskih sprememb ob LEA prikazujemo na Sliki 1.

Klinična slika LEA po organskih sistemih in vpliv nanje

Reprodukcijski sistem

LEA privede do disfunkcije osi hipotalamus-hipofiza-gonade in posledičnega zmanjšane izločanja gonadotropinov (hipotalamični hipogonadizem) pri obeh spolih (11). Pomembno vlogo pri razvoju disfunkcije ima hkrati znižana raven leptina, ki sicer spodbuja izločanje gonadoliberina (angl. *gonadotropins releasing hormone*; GnRH), receptorje zanj pa najdemo vzdolž celotne hormonske osi (9). Trajanje in obseg LEA, ki privedeta do motenj reprodukcijskega sistema, nista jasno opredeljena (11).

Pri ženskah zmanjšano izločanje in sprememba pulzatilnosti GnRH preko motnje izločanja luteinizirajočega hormona (LH) in folikel stimulirajočega hormona (FSH) vodi v nižjo raven estradiola in nižjo raven progesterona (6, 12, 15). Odziv gonadotropinov na stimulacijo z GnRH je ob tem ohranjen (1). Izsledki raziskav o hkratni prisotnosti motnje pri uravnavanju testosterona pri ženskah so še neenotni (11). Klinična slika je zelo raznolika in se po nastopu menarhe kaže s širokim spektrom motenj menstrualnega cikla (menoragija, oligomenoreja, anovulacija, funkcionalna hipotalamična amenoreja) (1, 15). Dolgotrajen hipogonadotropni hipogonadizem lahko vpliva na plodnost (16, 24).

Pri moških je za razvoj motnje v reproduktivnem sistemu potrebna bolj izrazita in dolgotrajnejša LEA kot pri ženskah (6). Disfunkcija osi hipotala-

Komponente RED-S	Klinična slika
reprodukcijski sistem	zapolnel ali zastal pubertetni razvoj, primarna ali sekundarna amenoreja, oligomenoreja, neplodnost GnRH↓, FSH↓, LH↓, estradiol↓, testosteron↓
motnje v izločanju hormonov	GH↑, kortizol↑, IGF1↓, T ₃ ↓, inzulin↓, leptin↓, oksitocin↓, grelin↑, neuropeptid Y↑, oksitocin↓
kostno zdravje	znižana kostna gostota, stresni zlomi
rast in razvoj	upočasnitev ali zastoj rasti
presnova	manjša hitrost presnove v mirovanju
srčno-žilni sistem	dislipidemija ob hudi LEA tudi nepravilnosti zaklopk, perikardialni izliv, huda bradikardija, hipotenzija, aritmije
duševno zdravje	motena telesna podoba, motnje hranjenja, tesnoba, prisotnost depresivnih in kompulzivnih vedenjskih vzorcev
imunski sistem	večja dovzetnost za okužbe (zgornjih dihal in prebavil)
prebavila	slabost, bruhanje, driska, bolečine v trebuhu, napihnjenost spremenjeno delovanje sfinktrov, zapoznelo praznjenje želodca, zaprtje, podaljšan čas črevesnega prehoda
hematološke spremembe	nizek feritin, sideropenična anemija

TABELA 1. ORGANSKI SISTEMI, PRIZADETI V SKLOPU SINDROMA RELATIVNEGA ENERGIJSKEGA PRIMANJLJAJA (ANGL. *RELATIVE ENERGY DEFICIENCY SYNDROME*, RED-S), IN KLINIČNA SLIKA.

TABLE 1. ORGAN SYSTEMS INVOLVED IN RELATIVE ENERGY DEFICIENCY SYNDROME (RED-S) AND CLINICAL PRESENTATION.

mus-hipofiza-gonade se pri moških izrazi z motnjo izločanja GnRH, ki vodi v nizko raven LH in nizko ali nizko normalno raven testosterona (3) ter se izrazi z zmanjšanima spermatogenezo in libidom (6).

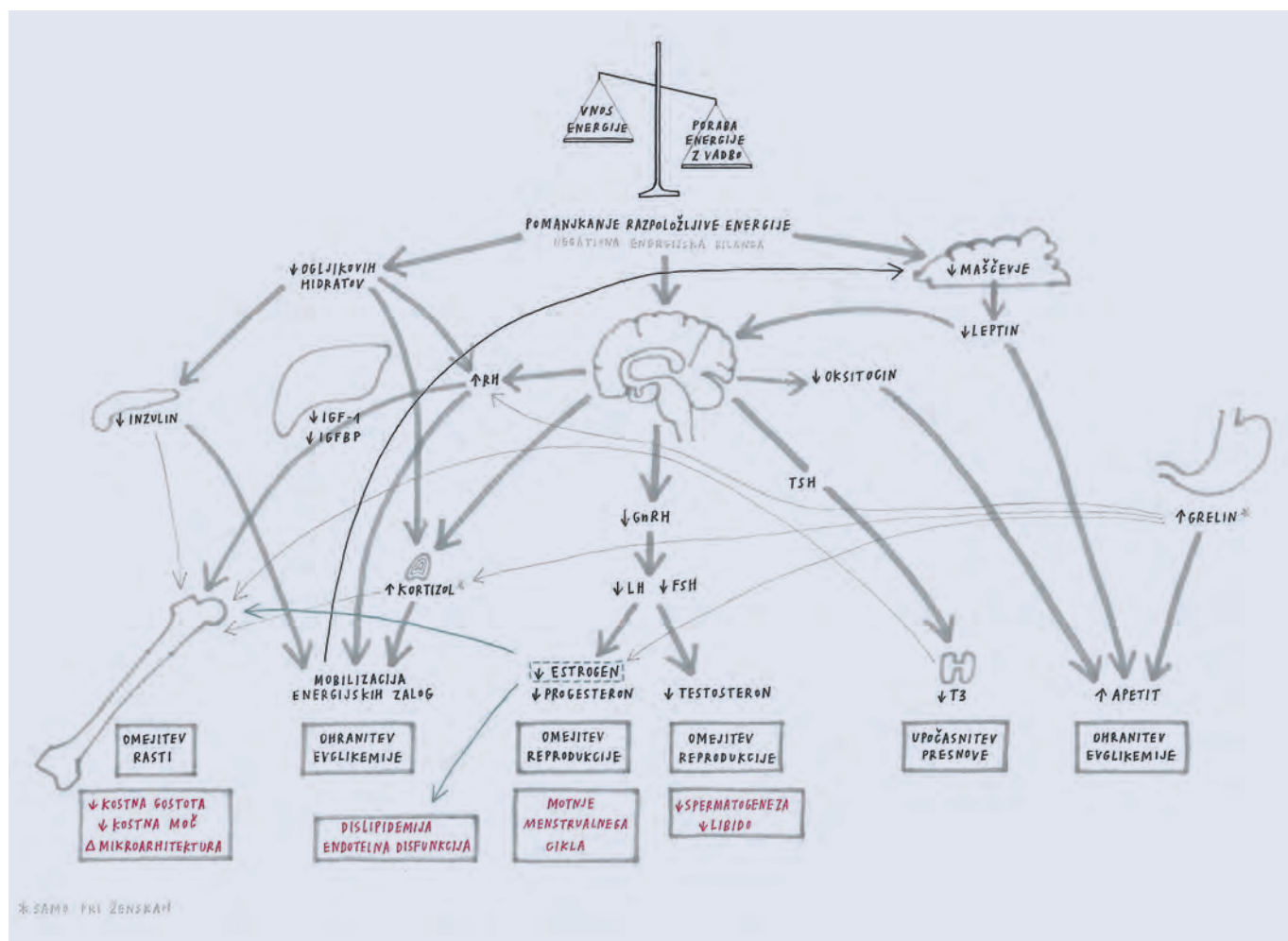
Pri predpubertetnih športnicah se pomembna LEA, ki privede do motenj reprodukcijskega sistema, pokaže kot zapoznela puberteta ali primarna amenoreja (1, 15).

Zdravje kosti

Ponavljajoča se telesna dejavnost ob pozitivni energijski bilanci ugodno vpliva na kostno zdravje in poveča kostno gostoto (1, 15, 25) ter deluje kot varovalni mehanizem pred zlomi ob pove-

čanih obremenitvah (26). Pri LEA na kostno zdravje vplivajo številne hormonske motnje: manjši delež maščevja in nizka raven leptina, neurejeno izločanje ravnega hormona s hkratnim zmanjšanjem ravnih dejavnikov, motnje izločanja spolnih hormonov, povišana raven kortizola, zmanjšanje inzulina in oksitocina ter porast peptida YY. Navedene spremembe privedejo do zmanjšane kostne gostote, spremenjene mikroarhitekture kostni- ne in zmanjšane kostne moči. Pri RED-S tako izgubimo varovalni učinek vadbe na zdravje kosti, telesna dejavnost pa celo dodatno poveča tveganje stresnih poškodb kosti (6, 11, 12, 15).

Posledice RED-S na zdravje kosti so najbolj izrazite v kritičnih letih grajenja



SLIKA 1. SHEMATSKI PRIKAZ SPREMENB, KI SE RAZVIJEJO OB POMANJKANJU RAZPOLOŽLJIVE ENERGIJE (ANGL. LOW ENERGY AVAILABILITY, LEA). PRILAGOJENO PO (1).

FIGURE 1. SCHEMATIC PRESENTATION OF ALTERATIONS IN LOW ENERGY AVAILABILITY, LEA. ADAPTED ACCORDING TO (1).

kostne gostote (13, 15). Kostna gostota je pomembna določilnica kostnega zdravja in ob zamujenem časovnem oknu njene izgradnje lahko povzroči doživljenjsko povišano tveganje poškodb kosti (1, 9, 26, 27).

Rast

V otroštvu in mladostništvu nezadosten energijski vnos in hormonske motnje, ki se razvijejo ob LEA, preko več mehanizmov varno vplivajo na rast in razvoj (15). Leptin, ki se med puberteto navadno dodatno poveča (6), pomembno vpliva na pubertetno zorenje in rast kosti, saj spodbuja proliferacijo in zorenje hondrocitov v rastni plošči (8, 12). Za rast in razvoj je ključna tudi primerna raven ščitničnih

hormonov (11). Nizka raven leptina in ščitničnih hormonov, moteno izločanje rastnega hormona in rastnih dejavnikov, nezadosten energijski vnos in pomanjkanje mikrohranil, s katerimi se srečamo v sklopu sindroma RED-S, so tako v teh življenjskih obdobjih posebej zaskrbljujoči, saj lahko privedejo do zastoja rasti (28).

Drugo

Motnja osi hipotalamus-hipofiza-ščitnica ob LEA pri obeh spolih privede do zmanjšane izločanja ščitničnih hormonov, ki so pomembni za nemoteno rast, presnovo in reprodukcijo (1, 11, 12, 15). Tudi ta prilagoditveni mehanizem, ki stremi k varčevanju z energijo za ohranitev življenjsko pomembnih

procesov (15), je vsaj delno posredovan preko leptina (9, 11). V laboratorijskih izvidih najpogosteje beležimo nizko raven T_3 , medtem ko sta raven TSH in T_4 variabilni (11, 15). Pri moških je raven T_3 običajno pomembno znižana hkrati z nizko ravniyo testosterona (6). Zaradi zavrtja za preživetje manj pomembnih procesov lahko pri RED-S opazimo nižjo raven presnove v mirovanju, ki je običajno pri športnikih zaradi večje mišične mase nadpovprečno visoka (1, 29).

Pri stanjih z LEA ob nizki ravni krvne glukoze telo vzdržuje evglíkemijo z znižanjem ravni inzulina in porastom njegovih antagonistov, rastnega hormona in kortizola (1, 4, 11). Izločanje rastnega hormona je pri RED-S povečano,

zaradi hkratnega razvoja odpornosti na rastni hormon pa se zniža raven rastnih dejavnikov (1, 28). Kljub odpornosti rastni hormon še naprej pomaga vzdrževati evglikemijo in poveča razpoložljivost substratov za glukoneogenezo preko lipolize (15), saj njegov vpliv na presnovo ogljikovih hidratov ni posredovan preko IGF-1 (11). Pogosto beležimo tudi nizko raven vezavnega proteina za IGF-1 (IGFBP), kar kaže na manjšo biorazpoložljivost IGF-1 (9). Zanimivo je, da povišano raven kortizola, ki poveča razpoložljivost substratov za glukoneogenezo preko proteolize, ugotavljamo samo pri ženskah z RED-S (6, 11, 15). Njegovo izločanje je povečano tudi ob stresu, ki ga predstavljajo tako duševne kot tudi telesne obremenitve (6). Motnja v osi hipotalamus-hipofiza-nadledvičnica vpliva tudi na izločanje GnRH (11, 15).

Poleg leptina je moteno tudi izločanje drugih hormonov, ki uravnavajo tek (6). Mehanizmi njihovega delovanja in vloge v sklopu RED-S so slabo opredeljene (6, 11). Ghrelin je oreksigeni hormon, ki se izloča predvsem v želodcu in tako kot leptin sodeluje pri uravnavanju homeostaze energije. Ob LEA pri ženskah beležimo porast grelina, njegovo izločanje pa je obratno sorazmerno z deležem maščevja v telesu (11). Preko hipotalamusa in hipofize spodbuja lakoto, vpliva na izločanje kortizola, zavira izločanje spolnih hormonov in spodbuja izločanje ravnega hormona (1, 11, 15). Anoreksigeni hormon peptid YY se izloča iz enterocitov (15) in na ravni hipotalamusa zmanjšuje tek. Zdi se, da bi njegovo povečano izločanje ob RED-S pri obeh spolih (6) lahko pripomoglo k razvoju motnje hranjenja (11). Tako kot ghrelin zavira os hipotalamus-hipofiza-gonade in hkrati povzroča tudi odpornost na ghrelin (11). Pri obeh spolih se ob LEA srečamo z zmanjšanim izločanjem anoreksigenega hormona oksitocina iz hipotalamusa (11, 15). Zdi se, da je vpleten v uravnavanje osi hipotalamus-hipofiza-nadledvičnice in duševnega zdravja, saj naj bil imel anksiolitični in antidepresivni učinek (11). Ob LEA pri ženskah bele-

žimo povišano raven adiponektina, ki ima tako kot leptin anoreksigeni učinek in je verjetno tako kot slednji vpleten v uravnavanje energijskih zalog (6, 11).

Duševne motnje so lahko vzrok in/ali posledica LEA (6). Vadba ima številne ugodne učinke na duševno zdravje (6, 15), dolgotrajni pritiski, usmerjeni v doseganje uspehov, in perfekcionizem v športu pa so lahko povod motene telesne podobe, motenj hranjenja in tesnobe ali kompulzivnih vedenjskih vzorcev pri obeh spolih (6). Dodatno tveganje v zvezi z motnjami hranjenja je prisotno v mladostništvu in pri športih, pri katerih je uspeh povezan s telesno težo (15).

Estrogen ima pomembno vlogo pri ohranjanju srčno-žilnega zdravja. V pomenopavznem obdobju pri ženskah zaradi izgube zaščitnega delovanja estrogena in s tem dislipidemije in endotelne disfunkcije nastopi večje tveganje srčno-žilnih bolezni. Pri športnicah nizka raven estrogena, ki nastopi ob disfunkciji jajčnikov zaradi LEA, povzroči prezgodnji nastanek ateroskleroze ali pospeši njeno napredovanje (1, 30). Vpliv leptina, grelina in testosterona na srčno-žilno zdravje še ni jasno opredeljen (1, 18).

Učinki LEA na imunski sistem in prebavila še niso dobro raziskani. V sklopu sindroma RED-S sta lahko okrnjeni tako celična imunost kot humoralna imunost, kar se kaže z večjo nagnjenostjo k okužbam zgornjih dihal in okužbam prebavil. Srečamo se tudi s prebavnimi motnjami, kot so slabost, bruhanje, driska, bolečine v trebuhu, napihnjenost in bolečine pri požiranju. Podobne težave nastopijo tudi pri anoreksiji, pri kateri ob premajhnem energijskem vnosu pride do upočasnjene praznjenja želodca in prehoda skozi prebavila ter do disfunkcije sfinktrov (6).

Hkratno pomanjkanje mikrohranil (železo, kalcij, vitamin D) lahko neposredno in tudi posredno dodatno poglobi LEA, saj povzroča slabši tek, manjšo razpoložljivost vnesene energije ter povečano porabo energije ob vadbi

in v mirovanju (6, 28, 29). Premajhen vnos železa ob visokih potrebah zaradi intenzivne telesne vadbe hitro vodi v razvoj sideropenične anemije, ki lahko dodatno zmanjša tek in delovanje ščitnice ter povzroči slabšo učinkovitost presnove (6).

Diagnosticiranje

Za postavitev diagnoze morata biti prisotna LEA in vsaj ena izmed komponent RED-S v patološkem spektru (1). Komponente RED-S povzemamo v Tabeli 1.

Opredelitev LEA je v domeni prehranskih strokovnjakov in se nanaša na anamnestične podatke o prehranskem vnosu iz prehranskega dnevnika ter na oceno telesnih obremenitev z urnika vadb (3, 8, 28, 31). Natančna ocena je zahtevna, saj nimamo standardiziranih orodij, poleg tega pa moramo upoštevati tudi posameznikov življenjski slog (način priprave hrane, tekmovalna raven itd.) (6, 15). Doslej raziskovalcem še ni uspelo jasno in natančno opredeliti tistega praga LEA, pri katerem pride do presnovnih motenj in razvoja klinične slike (11). Pri ocenjevanju primerne energijskega vnosa moramo pri otrocih in mladostnikih upoštevati dodatne energetske potrebe zaradi rasti. Pozorni moramo biti tudi na morebitno pridruženost pomanjkljivega vnosa mikrohranil (železo, kalcij, vitamin D) (6, 28, 29).

Prizadetost rasti, razvoja in posameznih organskih sistemov opredelimo na osnovi anamneze, klinične slike in laboratorijskih preiskav za opredelitev hormonskih motenj (3, 6, 15, 32). Diagnozo naj bi postavili visoko usposobljeni strokovnjaki – ne le zaradi zahtevnosti opredelitve LEA, ampak tudi zaradi klinične slike, ki je pogosto subtilna (6, 33). Zaradi strahu pred omejitvijo udeleževanja v športu, športniki svoje težave pogosto celo prikrivajo (6). V pomoč je lahko ocena ogroženosti posameznika glede prisotnosti dejavnikov tveganja in kliničnih simptomov,

Anamneza	
družinska anamneza dosedanja anamneza	telesna višina ter nastop in potek pubertete pri starših potek rasti in pubertetnega razvoja, poškodbe in zlomi, pridružene bolezni
sedanja anamneza	vrsta športne dejavnosti, obremenjenost s treningi, tekmovalna raven in uspešnost, rednost in sestava obrokov, morebitne omejevalne diete, nastop menarhe, rednost menstruacijskega cikla, duševno zdravje, redno zdravljenje
Klinični status	
telesna teža, telesna višina, ITM, vitalni znaki (srčni utrip, krvni tlak), splošni status, pubertetni stadij	
Preiskave	
laboratorijske preiskave	
LH, FSH, estradiol, testosteron, prolaktin, inhibin B, AMH, beta-hCG, DHEAS, 17-OHP, IGF-1, IGFBP-3, TSH, pT ₃ , pT ₄ , elektroliti, hemogram, železo, feritin, vitamin D	
slikovno diagnosticiranje	
RTG zapestja (kostna starost, indeks kostnega zdravja (angl. <i>bone health index</i> , BHI), denzitometrija (kostna gostota, delež maščevja, pusta telesna masa), UZ ščitnice	
EKG	
Nadaljnje napotitve	
→ dietetik – opredelitev LEA ocena energijskih potreb in ustreznosti prehranskega vnosa	
→ klinični psiholog/psihiater – opredelitev motnje hranjenja	
→ ginekolog – nadaljnja ocena motnje v reprodukcijskem sistemu	

TABELA 2. PREDLOG OBRAVNAVE SUMA NA SINDROM RELATIVNEGA ENERGIJSKEGA PRIMANJKLJAJA (ANGL. *RELATIVE ENERGY DEFICIENCY SYNDROME*, RED-S).*

TABLE 2. PROPOSED MANAGEMENT IN CASE OF SUSPECTED RELATIVE ENERGY DEFICIENCY SYNDROME (RED-S).**

*prirejeno po (6, 13, 15, 32).
**adapted according to (6, 13, 15, 32).

ki jih povezujemo z LEA, pri čemer si pomagamo z ustreznimi obrazci (Female athlete triad, LEAF-Q ali RED-S clinical assessment tool) (3, 15).

Na možnost LEA moramo biti pozorni, če pri otrocih indeks telesne mase (ITM) za starost in spol odstopa za več kot dva standardna odklona ali ob ≥ 10 -odstotnem zmanjšanju telesne teže v enem letu (15, 34, 35). Ob tem se moramo zavedati, da je ITM pri športnikih lahko zavajajoč zaradi velike puste telesne mase na račun velike mišične mase (24, 36). Ob odsotnosti nizkega ITM, menstrualne disfunkcije ali motnje hranjenja klinično sliko RED-S pogosto spregledamo (28).

Če sumimo na RED-S, moramo opraviti širok spekter laboratorijskih preiskav, saj imajo športniki ob LEA zelo različen prag optimalnega delovanja (37). Pri tolmačenju kliničnih in laboratorijskih znakov RED-S se moramo zavedati drugih diferencialnodiagnostičnih možnosti. Ob menstrualni disfunkciji moramo pomisliti na učinek morebitnega kontracepcijskega zdravljenja, sindrom policističnih jajčnikov, nosečnost, normalno prisotnost disfunkcije v prvem letu od nastopa menarhe, fiziološko nihanje ravni hormonov v različnih fazah menstrualnega cikla, hiperprolaktinemijo in bolezen ščitnice (3, 15, 38).

Ob sumu na LEA moramo oceniti tudi morebitne motnje hranjenja (3, 22). Prisotnost motnje hranjenja sicer za opredelitev RED-S ni nujna, so pa zaradi pritiskov iz okolja (trenerja, družine, družbe in samega športnika) pogosto prisotni dejavniki tveganja za njen razvoj (1). Zaradi stigme športniki motnje hranjenja pogosto skrivajo (39).

Glede na obsežnost in specifičnost diagnostičnega postopka, predvsem pri otrocih in mladostnikih, svetujemo obravnavo na terciarni ravni. Priporočeno obravnavo ob sumu na RED-S navajamo v Tabeli 2.

Zdravljenje

Zdravljenje je multidisciplinarno in vključuje osebnega zdravnika/pediatra, zdravnika endokrinologa in dietetika, v primeru opredeljene motnje hranjenja pa tudi psihologa in/ali psihiatra (8, 28).

Zdravljenje je vzročno in osredotočeno na povečanje energijskega vnosa in/ali zmanjšanje telesnih obremenitev za ponovno vzpostavitev energijskega ravnovesja (32). Za ozdravitev lahko zadostuje prehranska obravnava z individualno prilagoditvijo obrokov glede na obremenitve s treningi in morebitno pridruženo pomanjkanje mikrohranil ter upoštevanje obdobja rasti pri otrocih in mladostnikih in nenazadnje tudi ciljev pri športnem udejstvovanju (28, 38). Glede na obseg LEA, klinično sliko in sodelovanje v obravnavi omejimo obseg treningov in sodelovanje na tekmovanjih. Ponovno vključevanje v športno dejavnost ob kliničnem izboljšanju je lahko motivacija za zdravljenje (8, 28). V teoriji je možnost tudi nadomestno hormonsko zdravljenje, a v praksi ob možnosti vzročnega nefarmakološkega zdravljenja redko pride v poštev (13).

Razpravljanje in zaključki

Hormonske motnje, ki nastanejo ob RED-S, so funkcionalne in so ob vzročnem zdravljenju večinoma popravljive. Razvoj nepovratnih posledic na zdravje je najbolj ogroža otroke in mladostnike, ki lahko zamudijo časovno okno, v katerem gradijo kostno gostoto, ter ne dosežejo tarčne telesne višine ali se pubertetno nepopolno razvijejo (1, 28). Tega tveganja bi se moral zavedati tako sam športnik kot tudi njegovi starši, trener in izbrani zdravnik. Za preprečitev razvoja RED-S moramo zavestno spremljati obseg telesnih obremenitev in ustrezno prilagoditi prehranski vnos.

Zgodnja prepoznavna RED-S je ključna za preprečevanje kratkoročnih in dolgoročnih vplivov na zdravje. Ob ute-

meljenem sumu na RED-S pri otroku ali mladostniku je za nadaljnjo oceno potrebna napotitev k pediatru endokrinologu. Na možnost razvoja RED-S moramo pomisliti pri vseh, ki so redno intenzivno telesno aktivni, ne le pri tistih, ki se ukvarjajo z organiziranimi oblikami športa.

Prepoznavnost RED-S med športniki, trenerji, drugim osebjem v športnih ekipah in zdravstvenim osebjem je nezadostna in odpira veliko prostora za izboljšave (6, 28). Izobraževanje trenerjev otrok športnikov in njihovih staršev o primernem energijskem vnosu, energijskem ravnovesju in potencialnih posledicah RED-S je ključnega pomena za zgodnjo prepoznavo ogroženosti in sodelovanje pri ukrepih za preprečevanje in zdravljenje (1, 3, 32, 40). Pomembna je tudi ozaveščenost zdravstvenega osebja. Zadnja priporočila Mednarodnega olimpijskega komiteja iz leta 2018 predvidevajo vključitev preseganja za RED-S v letni zdravniški pregled športnikov (28).

Potrebno je razviti enostavna in dostopna orodja za prepoznavo ogroženosti in natančno opredelitev LEA pri otrocih in mladostnikih, ne glede na njihovo spol in starost. Trenutno razvita orodja za oceno so primerna predvsem za oceno odraslih športnic (1, 3, 6, 22, 28). Eno izmed širše uporabnih orodij je orodje za oceno kliničnega suma na RED-S, ki ga je v pomoč zdravstvenim delavcem razvil Mednarodni olimpijski komite (41). Poznavanje razširjenosti RED-S in patofiziološkega ozadja RED-S, predvsem pri moških, in njegovih vplivov na športno uspešnost je zaenkrat še pomanjkljivo. Prav tako je omejeno poznavanje kulturnih in etičnih vplivov na razvoj RED-S (8, 28).

Literatura

1. Dipla K, Kraemer RR, Constantini NW, Hackney AC. Relative energy deficiency in sports (RED-S): elucidation of endocrine changes affecting the health of males and females. *Hormones* 2021; 20(1): 35–47.
2. Loucks AB, Kiens B, Wright HH. Energy availability in athletes. *J Sports Sci* 2011; 29(SUPPL. 1).

3. Logue DM, Madigan SM, Melin A, Delahunt E, Heinen M, Mc Donnell SJ, et al. Low energy availability in athletes 2020: An updated narrative review of prevalence, risk, within-day energy balance, knowledge, and impact on sports performance. *Nutrients* 2020; 12(3): 1–19.
4. Burke LM, Lundy B, Fahrenholtz IL, Melin AK. Pitfalls of conducting and interpreting estimates of energy availability in free-living athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2018; 28(4): 350–63.
5. Otis CL, Drinkwater B, Johnson M, Loucks A, Wilmore J. ACSM Position Stand: The Female Athlete Triad. *Med & Sci Sport & Exerc* 1997; 29(5). Dosegljivo na: <http://journals.lww.com/00005768-199705000-00037>.
6. Dave SC, Fisher M. Relative energy deficiency in sport (RED – S). *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* 2022; 52(8): 1–11.
7. Tenforde AS, Barrack MT, Nattiv A, Fredericson M. Parallels with the Female Athlete Triad in Male Athletes. *Sport Med* 2016; 46(2): 171–82.
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; 48(7): 491–7.
9. Chan JL, Mantzoros CS. Role of leptin in energy-deprivation states: Normal human physiology and clinical implications for hypothalamic amenorrhoea and anorexia nervosa. *Lancet* 2005; 366(9479): 74–85.
10. Wade GN, Jones JE. Neuroendocrinology of nutritional infertility. *Am J Physiol - Regul Integr Comp Physiol* 2004; 287: 656–6.
11. Elliott-Sale KJ, Tenforde AS, Parziale AL, Holtzman B, Ackerman KE. Endocrine effects of relative energy deficiency in sport. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2018; 28(4): 335–49.
12. Jazbinšek S, Kotnik P. Influence of physical activity on linear growth in children and adolescents. *Ann Kinesiol* 2020; 29–42.
13. Fredericson M, Kussman A, Misra M, Barrack MT, De Souza MJ, Kraus E, et al. The Male Athlete Triad - A Consensus Statement From the Female and Male Athlete Triad Coalition Part II: Diagnosis, Treatment, and Return-To-Play. *Clin J Sport Med* 2021; 31(4): 349–66.
14. Burke LM, Close GL, Lundy B, Mooses M, Morton JP, Tenforde AS. Relative energy deficiency in sport in male athletes: A commentary on its presentation among selected groups of male athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2018; 28(4): 364–74.
15. Ackerman KE, Misra M. Amenorrhoea in adolescent female athletes. *Lancet Child Adolesc Heal* 2018; 2(9): 677–88.
16. Nattiv A, De Souza MJ, Koltun KJ, Misra M, Kussman A, Williams NJ, et al. The Male Athlete Triad - A Consensus Statement From the Female and Male Athlete Triad Coalition Part 1: Definition and Scientific Basis. *Clin J Sport Med* 2021; 31(4): 335–48.
17. Blauwet CA, Brook EM, Tenforde AS, Broad E, Hu CH, Abdu-Glass E, et al. Low Energy Availability, Menstrual Dysfunction, and Low Bone Mineral Density in Individuals with a Disability: Implications for the Para Athlete Population. *Sport Med* 2017; 47(9): 1697–708.
18. De Souza MJ, Koltun KJ, Etter C V., Southmayd EA. Current Status of the Female Athlete Triad: Update and Future Directions. *Curr Osteoporos Rep* 2017; 15(6): 577–87.
19. Joanne Slater, Rebecca McLay-Cooke, Rachel Brown and KB. Female Recreational Exercisers at Risk of Low Energy Availability. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2015; 26(5): 421–7.
20. Williams NJ, Leidy HJ, Hill BR, Lieberman JL, Legro RS, De Souza MJ. Magnitude of daily energy deficit

predicts frequency but not severity of menstrual disturbances associated with exercise and caloric restriction. *Am J Physiol - Endocrinol Metab* 2015; 308(1): E29–39.

21. Anne LB. Low Energy Availability in the Marathon and other Endurance Sports. *Sport Med* 2007; 37(4–5): 348–52.

22. Peklaj E, Reščič N, Koroušić Seljak B, Rotovnik Kozjek N. Is RED-S in athletes just another face of malnutrition? *Clin Nutr ESPEN* 2022; 48: 298–307.

23. Wade GN, Schneider JE. Metabolic fuels and reproduction in female mammals. *Neurosci Biobehav Rev* 1992; 16(2): 235–72.

24. De Souza MJ, Nattiv A, Joy E, Misra M, Williams NI, Mallinson RJ, et al. 2014 Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad: 1st International conference held in San Francisco, California, May 2012 and 2nd International conference held in Indianapolis, Indiana, M. *Br J Sports Med* 2014; 48(4): 289.

25. Carson V, Lee EY, Hewitt L, Jennings C, Hunter S, Kuzik N, et al. Systematic review of the relationships between physical activity and health indicators in the early years (0–4 years). *BMC Public Health*. 2017;17.

26. Singhal V, Reyes KC, Pfister B, Ackerman K, Slattery M, Cooper K, et al. Bone accrual in oligo-amenorrheic athletes, eumenorrheic athletes and non-athletes. *Bone* 2019; 120: 305–13.

27. Lu J, Shin Y, Yen M-S, Sun SS. Peak Bone Mass and Patterns of Change in Total Bone Mineral Density and Bone Mineral Contents From Childhood Into Young Adulthood. *J Clin Densitom* 2016; 19(2): 180–91.

28. 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; 52(11): 687–97.

29. Hooper DR, Mallard J, Wight JT, Conway KL, Pujalte GGA, Pontius KM, et al. Performance and Health Decrements Associated With Relative Energy Deficiency in Sport for Division I Women Athletes During a Collegiate Cross-Country Season: A Case Series. *Front Endocrinol (Lausanne)* 2021; 12. Dosegljivo na: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fendo.2021.524762/full>.

30. O'Donnell E, Goodman JM, Harvey PJ. Cardiovascular consequences of ovarian disruption: A focus on functional hypothalamic amenorrhea in physically active women. *J Clin Endocrinol Metab* 2011; 96(12): 3638–48.

31. Rotovnik Kozjek N. Klinična športna prehrana: od teorije do prakse. *Med Razgl* 2014; 53(4): 555–64.

32. Statuta SM, Asif IM, Drezner JA. Relative energy deficiency in sport (RED-S). *Br J Sports Med* 2017; 51(21): 1570–1.

33. Wiebe DJ, Storey EP, Orchinik JE, Grady MF, Leddy JJ, Willer BS, et al. Measuring Recovery With Ecological Momentary Assessment in a Randomized Trial of Exercise After Sport-Related Concussion. *Clin J Sport Med* 2022; 32(4): 345–53.

34. Le Grange D, Doyle PM, Swanson SA, Ludwig K, Glunz C, Kreipe RE. Calculation of Expected Body Weight in Adolescents With Eating Disorders. *Pediatrics* 2012; 129(2): e438–46.

35. Position Paper of the Society for Adolescent Health and Medicine: Medical Management of Restrictive Eating Disorders in Adolescents and Young Adults. *J Adolesc Heal* 2015; 56(1): 121–5.

36. Malina RM. Body Composition in Athletes: Assessment and Estimated Fatness. *Clin Sports Med* 2007; 26(1): 37–68.

37. Ackerman KE, Collomp K, Kater CE, Cadegiani FA. New Perspectives on the Endocrinology of Physical Activity and Sport. *Front Endocrinol (Lausanne)*

2021; 16. Dosegljivo na: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fendo.2021.728756/full>.

38. Cialdella-Kam L, Guebels CP, Maddalozzo GF, Manore MM. Dietary intervention restored menses in female athletes with exercise-associated menstrual dysfunction with limited impact on bone and muscle health. *Nutrients* 2014; 6(8): 3018–39.

39. Garner DM, Olmstead MP, Polivy J. Development and validation of a multidimensional eating disorder inventory for anorexia nervosa and bulimia. *Int J Eat Disord* 1983; 2(2): 15–34.

40. Charlton BT, Forsyth S, Clarke DC. Low Energy Availability and Relative Energy Deficiency in Sport: What Coaches Should Know. *Int J Sport Sci Coach* 2022; 17(2): 445–60.

41. Mountjoy, Margo et al. "The IOC relative energy deficiency in sport clinical assessment tool (RED-S CAT). *British journal of sports medicine* 2015; 49: 1354.

Neža Salobir, dr. med.

Zdravstveni dom Ljubljana, Ljubljana, Slovenija

Sončka Jazbinšek, dr. med.

Pediatrična klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija

doc. dr. Klemen Dovč, dr. med.

Klinični oddelek za endokrinologijo, diabetes in bolezni presnove, Pediatrična klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija in Katedra za pediatrijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija

izr. prof. dr. Primož Kotnik, dr. med.

(kontaktna oseba/contact person)
Klinični oddelek za endokrinologijo, diabetes in bolezni presnove, Pediatrična klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija in Katedra za pediatrijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija
e-naslov: primoz.kotnik@mf.uni-lj.si

prispelo / received: 15. 10. 2022
sprejeto / accepted: 18. 11. 2022

Salobir N, Jazbinšek S, Dovč K, Kotnik P. Sindrom relativnega energijskega primanjkljaja pri otrocih in mladostnikih. *Slov Pediatr* 2023; 30(1): 2–9. <https://doi.org/10.38031/slovpediatr-2023-1-01>.