



Gimnazija Kranj

UGOTAVLJANJE VPLIVA SINDROMA
RELATIVNEGA ENERGIJSKEGA PRIMANJKLJAJA
NA TELESNO SESTAVO ŠPORTNIKOV Z
NAMENOM DOLOČANJA SMERNIC ZA
DIAGNOSTIKO

RAZISKOVALNA NALOGA

RAZISKOVALNO PODROČJE: ZDRAVSTVO, MEDICINA, FARMACIJA

AVTORICI: Neža Botica

Vesna Potočnik

MENTORJA: Katarina Frelj, prof.

dr. Rok Bavdek, prof.

Kranj, 2025

IZJAVA O AVTORSTVU

Avtorici Neža Botica in Vesna Potočnik izjavljava, da je predmetna naloga rezultat najinega samostojnega raziskovalnega dela.

V Kranju, 27. 2. 2025

Neža Botica

Vesna Potočnik

POVZETEK

V raziskavi sva ugotavljali vpliv sindroma relativnega energijskega primanjkljaja (sindrom REDs) na telesno sestavo športnikov z namenom, da bi postavili smernice za diagnostiko sindroma s pomočjo meritev telesne sestave. Sindrom REDs se razvije, ko ima športnik glede na svoje energijske potrebe prenizek energijski vnos. Energijski primanjkljaj povzroči različne motnje v zdravju športnika, vpliva pa tudi na telesno sestavo. Namen te raziskave je bil natančneje opredeliti, kako sindrom REDs vpliva na 3 parametre telesne sestave; fazni kot (PhA), razmerje med znotraj- in zunajcelično vodo (ICW:ECW) ter razmerje med mišično in maščobno maso (PFI).

Raziskovanje sva začeli z razširjanjem validiranega presejalnega vprašalnika za sindrom REDs, ki omogoča ugotovitev stopnje ogroženosti za sindrom. Rešilo ga je 910 oseb. 320 respondentov se je udeležilo tudi bioimpedančne meritve telesne sestave, izmed katerih se je 20 visoko ogroženih uvrstilo v eksperimentalno skupino in 20 nizko ogroženih v kontrolno skupino. Ugotovili sva, da so imeli visoko ogroženi športniki nižje vrednosti razmerja ICW:ECW ($p < 0,01$). Te so znašale $1,23 \pm 0,16$, v kontrolni skupini pa $1,51 \pm 0,28$. Visoko ogroženi športniki so imeli tudi nižje vrednosti razmerja PFI ($p < 0,02$), ki je znašal $1,13 \pm 0,32$, v kontrolni skupini pa $1,44 \pm 0,62$. Vrednosti faznega kota so bile v eksperimentalni skupini nižje ($5,58^\circ \pm 0,44^\circ$) kot v kontrolni skupini ($6,88^\circ \pm 0,74^\circ$) ($p < 0,01$).

Ključne besede:

- sindrom REDs
- RST vprašalnik
- bioimpedančna analiza telesne sestave
- nizka razpoložljivost energije

ABSTRACT

In this study, we determined the impact of relative energy deficit syndrome (REDS syndrome) on the body composition of athletes with the aim of establishing guidelines for diagnosing the syndrome using body composition measurements. REDS syndrome develops when an athlete has an energy intake that is too low compared to their energy needs. Energy deficit causes various disorders in the athlete's health and also affects body composition. The purpose of this study was to more precisely define how REDS syndrome affects 3 body composition parameters; phase angle (PhA), the ratio between intracellular and extracellular water (ICW:ECW) and the ratio between muscle mass and fat mass (PFI).

We began the study by distributing a validated screening questionnaire for REDS syndrome, which allows to determine the level of risk for the syndrome. It was completed by 910 people. 320 respondents also participated in bioimpedance measurements of body composition, of which 20 high-risk athletes were assigned to the experimental group and 20 low-risk athletes to the control group. We found that high-risk athletes had lower ICW:ECW ratios ($p < 0.01$). These were 1.23 ± 0.16 , compared to 1.51 ± 0.28 in the control group. High-risk athletes also had lower PFI ratios ($p < 0.02$), which were 1.13 ± 0.32 , compared to 1.44 ± 0.62 in the control group. Phase angle values were lower in the experimental group ($5.58^\circ \pm 0.44^\circ$) than in the control group ($6.88^\circ \pm 0.74^\circ$) ($p < 0.01$).

Key words:

- REDS syndrome
- RST questionnaire
- bioimpedance analysis of body composition
- low energy availability

ZAHVALA

Zahvaljujeva se mentorjema dr. Roku Bavdku, prof. in Katarini Frelih, prof. ki sta nama pomagala pri pisanju tega raziskovalnega dela ter Anžetu Zdolšku s Košarkarske zveze Slovenije, kjer sva si izposodili napravo za merjenje bioimpedančne analize telesne sestave. Hvaležni sva tudi vsem dijakom, ki so izpolnili vprašalnik in se udeležili meritev ter s tem omogočili nastanek te naloge.

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	3
ABSTRACT	4
ZAHVALA	5
KAZALO VSEBINE.....	6
Kazalo slik	7
Kazalo grafov	7
1.0 UVOD IN NAMEN	8
2.0 TEORETIČNO OZADJE	9
2.1 SINDROM RELATIVNEGA ENERGIJSKEGA POMANJKANJA	9
2.1.1 VPLIV SINDROMA REDs NA ZDRAVJE ŠPORTNIKOV	10
2.2 DIAGNOSTICIRANJE IN ZDRAVLJENJE SINDROMA REDs	13
2.3 OPIS OPAZOVANIH MARKERJEV.....	20
2.3.1 FAZNI KOT	20
2.3.2 ZNOTRAJ- IN ZUNAJCELIČNA TEKOČINA	20
2.3.3 BELJAKOVINSKO MAŠČOBNO RAZMERJE (PFI).....	22
2.4 BIOIMPEDANČNA ANALIZA (BIA)	23
3.0 METODE DELA.....	24
3.1 IZVEDBA RAZISKAVE	24
3.2 VSEBINA ANKETNEGA VPRAŠALNIKA	25
3.3 STATISTIČNA ANALIZA PODATKOV.....	26
3.3.1 IZBOR RESPONDENTOV.....	26
3.3.2 ODVISNA SPREMENLJIVKA	26
3.3.3 NEODVISNA SPREMENLJIVKA.....	26
3.3.4 KONTROLIRANE SPREMENLJIVKE	27
4.0 HIPOTEZE	27
5.0 REZULTATI Z RAZPRAVO	27
5.1 ANKETNI VPRAŠALNIK RST	27
5.2 FAZNI KOT	28
5.2.1 RAZLAGA UGOTOVITVE.....	29
5.3 RAZMERJE ICW:ECW	30
5.3.1 RAZLAGA UGOTOVITVE.....	30
5.4 PFI.....	31
5.4.1 RAZLAGA UGOTOVITVE.....	32
5.5 EVALVACIJA METOD DELA	33

6.0 ZAKLJUČEK	34
7.0 VIRI IN LITERATURA	35
8.0 PRILOGE	41
8.1 PRILOGA A	41
8.2 PRILOGA B	45
8.3 PRILOGA C	46

Kazalo slik

Slika 1: Sarkopenija	22
Slika 2: Bioimpedančna tehtnica Tanita MC 780 MA	25
Slika 4: Izvajanje meritev	25

Kazalo grafov

Graf 1: Vrednost RST seštevka glede na skupino	28
Graf 2: Vrednost faznega kota (PhA) glede na skupino	29
Graf 3: Razmerje med ekstracelularno in intracelularno tekočino (ICW:ECW) glede na skupino	30
Graf 4: Vrednost beljakovinsko maščobnega razmerja (PFI) glede na skupino	32

1.0 UVOD IN NAMEN

Vsakdan športnikov je zelo pester. Je poln presenečenj, želja in izzivov. Pogoste težave, s katerimi se srečujejo športniki, so zdravstvene narave. Tu ne gre le za poškodbe, temveč tudi za psihične priprave na vadbo in tekmovanja ter skrb za ustrezno prehrano in regeneracijo. Na tem področju mnoge športnike pesti sindrom relativnega energijskega pomanjkanja (REDs), ki se razvije zaradi pomanjkanja energije v telesu. Pomanjkanje energije povzroči različne motnje v delovanju organizma. Kot aktivni športniki se zavedava, kako hude posledice ima to lahko ne le na športni nastop, temveč tudi na splošno zdravje športnika. Zato sva se odločili ta, v športnem svetu še vedno dokaj nepoznan sindrom, podrobneje raziskati. Ob prebiranju literature sva spoznali, da je eden ključnih elementov zdravljenja sindroma čim prejše prepoznanje znakov sindroma, kar omogoča hiter začetek zdravljenja ter prepreči dolgoročne posledice na zdravje. Prepoznavanje sindroma je trenutno mogoče s pomočjo različnih vprašalnikov (npr. LEAF-Q¹, LEAM-Q²), uporabo diagnostičnega orodja RED-s CAT2, pregledom reproduktivnih biomarkerjev ter oceno prisotnosti motenj hranjenja (Mountjoy idr., 2018). Nekateri strokovnjaki pa so kot nov način diagnosticiranja sindroma predlagali tudi meritve telesne sestave. Z uveljavitvijo meritev telesne sestave kot diagnostičnega orodja bi bilo možno intenzivneje prepoznavati obbolele športnike, saj meritve mnogi opravljajo na rednih zdravstvenih pregledih. Tako bi lahko do testiranja za sindrom imeli dostop tudi tisti, pri katerih simptomi sindroma še niso bili prepoznani (Podvršnik, 2021). Ideja, da bi lahko do zgodnejše diagnoze in zdravljenja pomagali še več športnikom, naju je navdušila, zato sva se podali v raziskovanje, v želji natančneje opredeliti vpliv sindroma REDs na telesno sestavo športnikov.

Zastavili sva si raziskovalno vprašanje: Kako sindrom relativnega energijskega pomanjkanja vpliva na telesno sestavo mladih slovenskih športnikov? Namen najine raziskave je ugotoviti, kako se vpliv sindroma pokaže v različnih parametrih telesne sestave, natančneje, kako spremeni fazni kot, razmerje med znotraj- in zunajcelično tekočino ter razmerje med mišično in maščobno maso pri športnikih, ki so za sindrom višje ogroženi. S pomočjo ugotovitev sva nato postavili smernice za diagnostiko sindroma REDs s pomočjo rezultatov meritve telesne sestave. Odločili sva se za raziskovanje vzorca mladih športnikov, saj ravno ti zaradi neizkušenosti in nepoznavanja ustrezne športne prehrane ter vpliva vrstnikov najpogosteje ne zmorejo zadovoljiti svojih energijskih potreb.

Nekateri raziskovalci so se s podobnimi vprašanji že ukvarjali. Tako je Norman v raziskavi dokazala, da razlika med telesno težo športnika in idealno telesno težo zanj ne more predvideti njegove ogroženosti za sindrom. Ugotovila pa je, da se ogroženost za sindrom pri športniku da predvideti, če ob razliki med trenutno in idealno telesno težo upoštevamo še odstotek maščobe v telesu (Norman, 2023). Tudi Podvršnik je raziskovala relativni energijski primanjkljaj v povezavi s telesno sestavo pri rekreativnih športnikih. Ugotovila je, da imajo športniki z nižjim energijskim vnosom višji odstotek maščobne mase, ni pa ugotovila povezave med energijskim vnosom in faznim kotom, deležem mišične mase ter zunajcelično vodo (Podvršnik, 2021).

Ta raziskovalna naloga je sestavljena iz več obsežnejših enot. V teoretičnem ozadju sva opisali delovanje sindroma, njegov vpliv na različne organske sisteme ter predstavili bioimpedančno analizo telesne sestave in preiskovane markerje (fazni kot, razmerje med znotraj- in zunajcelično tekočino ter razmerje med mišicami in maščobami). Zatem sva potek najine raziskave opisali v metodologiji. Ta obsega vse od anketiranja mladih s pomočjo presejalnega RST vprašalnika do izvajanja meritev telesne sestave s tehtnico Tanita. V poglavju rezultati z diskusijo sva nato analizirali vse rezultate, pridobljene z anketiranjem. Potrdili ali ovrgli sva zastavljene hipoteze, tako odgovorili na raziskovalno vprašanje

¹ Vprašalnik o energijskem primanjkljaju pri ženskah

² Vprašalnik o energijskem primanjkljaju pri moških

ter ugotovitve skušali razložiti s pomočjo teoretičnega znanja. Za konec sva zapisali še evalvacijo metod dela.

2.0 TEORETIČNO OZADJE

2.1 SINDROM RELATIVNEGA ENERGIJSKEGA POMANJKANJA

Pojem sindrom REDs se je prvič pojavil leta 2014, ko ga je uveljavil mednarodni olimpijski komite. Pred uveljavitvijo sindroma REDs je bilo sorodno bolezensko stanje znano kot ženska športna triada (*angl.* female athlete triad - FAT). Prav tako kot sindrom REDs temelji na energijskem primanjkljaju v telesu, med seboj pa povezuje 3 komponente: motnje v mineralizaciji kosti, motnje v menstrualnem ciklu ter nizko energijsko razpoložljivost (*angl.* low energy availability - LEA). Čas je pokazal, da gre pri ženski športni triadi za zapletenejše in obsežnejše stanje, ki predstavlja grožnjo tudi za športnike. Zato so na mednarodnem olimpijskem komiteju objavili konsenzus, kjer so žensko športno triado razširili v sindrom relativnega energijskega pomanjkanja. Zaradi visoke prevalence sindroma, ki se med različnimi športni giba med 15% in 80%, na olimpijskem komiteju upajo, da bo konsenzus povečal ozaveščenost in razumevanje sindroma (Cabre idr., 2022; MOK, 2023).

Sindrom REDs se tesno povezuje s pojmom energijska razpoložljivost (*angl.* energy availability - EA). Energijska razpoložljivost označuje energijo, ki ostane, ko od energije, ki smo jo zaužili s hrano (*angl.* energy intake - EI), odštejemo energijo, ki smo jo porabili med športno aktivnostjo (*angl.* exercise energy expenditure - EEE). Energijska razpoložljivost je torej energija, ki nam ostane za podpiranje raznih fizioloških funkcij v telesu, kot so termoregulacija, celična rast, razmnoževanje, itd.

Če je energijska razpoložljivost prenizka, pride do nizke energijske razpoložljivosti (LEA), kjer telo daljše časovno obdobje nima dovolj energije, da bi vse fiziološke funkcije zadostno podpiralo, zato pride do resnih in ogrožajočih motenj v delovanju organizma (motnje metabolizma, menstrualne funkcije, zdravja kosti, itd.). Vse te posledice združuje pojem sindrom REDs (Mountjoy idr., 2018).

To stanje lahko prizadene vse, ki se ukvarjajo s športom, tako rekreativne kot profesionalne športnike, moške ali ženske. Kljub temu, da je koncept sindroma REDs znan že več kot desetletje ter za njim trpi veliko športnikov po vsem svetu (nekateri ocenjujejo, da sindrom REDs ogroža tudi do 60% vseh športnikov), gre med športniki, trenerji ter zdravstvenimi delavci še vedno za zelo nepoznan koncept (Varðardóttir idr., 2020).

Zadostna EA, ki omogoča normalno delovanje vseh sistemov v organizmu, za ženske dnevno znaša okoli 45 kcal na kilogram puste telesne mase. Ugotovljeno je bilo, da ob vnosu 30 kcal na kilogram puste telesne mase dnevno že pride do hude LEA, ki povzroča resne posledice v telesu. Za moške te vrednosti še niso točno določene. Do LEA pri športnikih lahko privedejo različni vzroki. Nekateri možni vzroki so nezmožnost zadovoljevanja energijskih potreb ob visoko intenzivnih treningih, nezadostno poznavanje športne prehrane, sledenje neustreznim metodam hujšanja, nezdrav odnos do hrane ter vadbe ali motnje hranjenja (Mountjoy idr., 2018).

2.1.1 VPLIV SINDROMA REDs NA ZDRAVJE ŠPORTNIKOV

Zdravje športnikov z REDs sindromom je ogroženo, saj sindrom povzroči akutne ter kronične zdravstvene posledice ter lahko še dodatno poveča tveganja za bolezni in poškodbe. V kolikor ga ne zdravimo, lahko pusti veliko dolgoročnih posledic. Sindrom zmoti delovanje mnogih sistemov v telesu, kar sva opisali spodaj (Cabre idr., 2022).

2.1.2 MOTNJE ENDOKRINEGA SISTEMA

Sindrom REDs močno vpliva na sproščanje mnogih hormonov, posledično pa tudi na različne organske sisteme. Sindrom zaradi sprememb v telesni sestavi vpliva na koncentracije hormonov, ki vplivajo na apetit (anoreksigeni in oreksigeni hormoni). Tako povzroči nižje ravni leptina, ki signalizira sitost. Športniki, ki so izpostavljeni intenzivni vadbi ali LEA, imajo tako nižje ravni leptina³. Ravno obratno pa se zgodi z grelinom⁴, ki je zadolžen za signaliziranje lakote, čigar raven se dvigne. Uveljavljen je kot označevalec energijskega statusa (višji grelin pomeni nižjo energijsko razpoložljivost) (Elliot-Sale idr., 2018).

V primeru obdobja nizke EA se os hipotalamus-hipofiza-ščitnica prilagodi, da zmanjša porabo energije, pri čemer je opazno znižanje ravni hormona T3. Os hipotalamus-hipofiza-nadledvična žleza, ki ima ključno vlogo pri shranjevanju, mobilizaciji ter vnosu energije, je prav tako oškodovana s strani sindroma. Tako se na primer pomembno spremenijo ravni kortizola v krvi. Kortizol, stresni hormon, ki ga izloča nadledvična žleza, ima z ITM t.i. povezavo v obliki črke U, kar pomeni, da tako hudo previsoka ali hudo prenizka telesna teža potencialno aktivirata HPA os, kar povzroči višje ravni kortizola. Ta se sprošča tudi kot odgovor na dolgotrajno vadbo, stradanje, izčrpavanje glikogena in stres (Elliot-Sale idr., 2018).

Poleg vpliva na koncentracijo leptina in grelina, REDs sindrom vpliva tudi na ravni inzulina. Ker inzulin uravnava shranjevanje energije (npr. ogljikovih hidratov), je v obdobju LEA znižan, kar omogoči večjo razpoložljivost hranil. Nižja raven inzulina je prav tako povezana z izgubo mišične mase, vzrok za to pa je prenizka raven inzulina, ki prepreči doseganje kritične vrednosti ravni inzulina v obtoku, potrebne za sintezo beljakovin in anabolizem⁵ po vadbi.

Sindrom poviša vrednosti ravnega hormona, ki pomembno vpliva na različne fiziološke procese v telesu (anabolizem mišic in kosti, presnova ogljikovih hidratov, beljakovin in lipidov). Vpliva tudi na delovanje ščitničnih hormonov, ki vplivajo na rast, razmnoževanje ter presnovo. Tako presežek kot pomanjkanje ščitničnih hormonov lahko zavirata rast in reproduktivno funkcijo. V primeru obdobja nizke EA se os hipotalamus-hipofiza-ščitnica prilagodi, da zmanjša porabo energije, pri čemer je opazno znižanje ravni hormona T3. Os hipotalamus-hipofiza-nadledvična žleza, ki ima ključno vlogo pri shranjevanju, mobilizaciji ter vnosu energije, je prav tako oškodovana s strani sindroma, tako se na primer pomembno spremenijo ravni kortizola v krvi. Kortizol, stresni hormon, ki ga izloča nadledvična žleza, ima z ITM t.i. povezavo v obliki črke U, kar pomeni, da tako hudo previsoka ali hudo prenizka telesna teža potencialno aktivirata HPA os, kar povzroči višje ravni kortizola. Ta se sprošča tudi kot odgovor na dolgotrajno vadbo, stradanje, izčrpavanje glikogena in stres. Poleg vseh zgoraj naštetih

³ Peptidni hormon, ki ga izločajo celice maščobnega tkiva, deluje po vezavi na receptorje v hipotalamusu. Njegova fiziološka funkcija je zaviranje privzema hrane ter zvišanje energijske porabe.

⁴ Peptid, ki poveča apetit

⁵ Izgradnja

hormonskih sprememb so bile ugotovljene tudi spremembe v ravneh nekaterih drugih hormonov in faktorjev. (Elliot-Sale idr., 2018).

2.1.3 MOTNJE REPRODUKTIVNE FUNKCIJE

Tako športniki kot športnice ob LEA doživljajo zaviranje reproduktivnih funkcij, saj telo skuša ohranjati energijo za življenjsko nujne procese. Pri športnicah naj bi po zdajšnjih ugotovitvah prišlo do motnje delovanja osi hipotalamus-hipofiza-gonade, kar povzroči spremembo v sproščanju gonadotropin sproščujočega hormona (GnRH) v hipotalamusu, zaradi česar se poruši sproščanje hipofiznih hormonov LH in FSH. Spremenjene ravni LH in FSH nato povzročijo znižano koncentracijo estradiola in progesterona. Ker menstrualni cikel uravnavajo vsi zgoraj naštetih hormoni, pride s spremenjenimi koncentracijami teh tudi do motnje menstrualne funkcije. Pogosto pride do t. i. funkcionalne hipotalamične amenoreje (FHA), kjer gre za izostanek več kot 3 menstrualnih ciklov. V raziskavi sproščanja LH hormona med zaviranjem reproduktivne funkcije je bilo ugotovljeno, da resnost spremembe menstrualne funkcije narašča s spreminjanjem koncentracije hormonov, natančneje nižanjem koncentracije LH. Tako so imele ženske z evmenorejo⁶ najvišje ravni LH, tiste z oligomenorejo⁷ nižje ravni LH, najnižje ravni LH pa so imele ženske z amenorejo⁸. Predvsem za športnike z REDs sindromom pa so značilne znižane ravni testosterona v krvi. Stanje, ko so moški izpostavljeni povečanemu tveganju za nizko raven testosterona imenujemo vadbena-hipogonadalno moško stanje (EHMC). Obstajajo domneve, da kortizol zavira sproščanje testosterona, kar bi pomenilo, da pri moških gonadotropne hormone zavira periferni mehanizem, za razliko od žensk, kjer gre pri zaviranju reproduktivnih funkcij za centralno disfunkcijo (Mountjoy idr., 2018; Elliot-Sale idr., 2018).

2.1.4 POSLABŠANJE ZDRAVJA KOSTI

Kronična LEA škodi tudi kostem, saj povzroči spremembe v koncentracijah različnih hormonov, ki vplivajo na kostno gostoto, kostno mikroarhitekturo in označevalce kostne presnove (Elliot-Sale idr., 2018). V raziskavi so Papageorgioua in sodelavci (2017) ugotovili, da so imele športnice, ki so jim namerno zmanjševali energijski vnos, opazno višje vrednosti označevalca resorpcije kosti in nižje vrednosti označevalca tvorbe kosti. Pri primerjavi moških športnikov z LEA in športnikov z zadostnim energijskim vnosom niso opazili večjih sprememb v koncentracijah označevalcev resorpcije in tvorbe kosti. Nasprotno pa sta Zanker in Swaine pri 8 moških tekačih po 3 dneh znižanega energijskega vnosa opazila znižano koncentracijo označevalca tvorbe kosti (Zanker idr., 2000). Tudi zmanjšana koncentracija estrogena (stanje hipoestrogenizma), ki jo povzroči LEA, pospeši presnovo kosti z nesorazmernim povečanjem razgradnje v primerjavi z izgradnjo kostnega tkiva. Danes še ni popolnoma znano, kako hipoestrogenizem povzroči povečano razgradnjo kosti. Sklepa se, da mehanizmi vključujejo neposreden učinek na osteoblaste preko estrogenskih receptorjev in na sproščanje citokinov iz osteoklastov, kar pospeši razgradnjo kosti (Miller idr., 1999). Poleg vpliva na osteoblaste ter osteoklaste pa hormonska neravnovesja, prisotna ob motenem menstrualnem ciklu, povzročajo tudi slabšo absorpcijo vitamina D. Ta pomembno vpliva na zdravje kosti, zato njegovo pomanjkanje še dodatno škodi kostem (Łagowska, 2018).

⁶ Običajen menstrualni cikel

⁷ Neredne menstruacije

⁸ Odsotnost več kot treh menstrualnih ciklov

2.1.5 HEMATOLOŠKE MOTNJE

Železo je v naši krvi nepogrešljivo. Ima pomembno vlogo pri nastanku hemoglobina, za njegovo sintezo se porabi kar 80% vsega železa v telesu. Nastal hemoglobin se zatem porabi za proizvodnjo 200 milijard molekul eritrocitov dnevno. Ustrezno ravnovesje železa v telesu je zato nujno za normalno celično delovanje. Zaradi LEA se to ravnovesje podre. Pomanjkanje železa se pri športnikih v energijskem primanjkljaju pojavi zaradi dveh glavnih vzrokov. Prvi je ta, da nezadosten energijski vnos pomeni tudi nezadosten vnos mikrohranil, med katere spada tudi železo. Drugi povzročitelj pomanjkanja železa pa je povečana poraba železa pri športnikih, saj železo dovaja kisik v mišice. Kot že zgoraj omenjeno, pa se LEA s pomanjkanjem železa le še povečuje, saj nizka raven železa v krvi znižuje apetit. Mladi športniki so za pomanjkanje železa še dodatno ogroženi zaradi rasti, športnice pa zaradi menstruacije, ki povzroča velike izgube železa (Dave idr., 2022; Camaschella, 2019).

2.1.6 PREBAVNE MOTNJE

Dave s sodelavci (2022) navaja, da imajo športniki z visoko stopnjo ogroženosti za sindrom večjo verjetnost prebavnih težav kot nizko ogroženi športniki. Avtorji izpostavljajo težave, ki vključujejo slabost, bruhanje, bolečine v predelu trebuha, drisko, napihnjenost, izgubo apetita ter boleče požiranje. V raziskavi oseb z anoreksijo nervozo, kjer je prisotna huda LEA, so Norris in sodelavci (2015) opazili spremenjeno delovanje sfinktra, zapoznelo praznjenje želodca, zaprtje in podaljšan čas črevesnega prehoda.

2.1.7 MOTNJE SRČNO-ŽILNEGA SISTEMA

LEA vpliva na pojav hipoestrogenizma, kar škodi srčno-žilnemu sistemu (O'Donell idr., 2015). Estrogen namreč ščiti srčno-žilnemu sistemu preko množice različnih mehanizmov, kar tudi potrjuje ugotovitev, da imajo ženske v premenopavzi manjšo pojavnost srčno-žilnih obolenj. Tveganja za razvoj srčno-žilnih bolezni so tako pri bolnicah z LEA podobna tveganjem pri ženskah po menopavzi (Iorga idr., 2017). Raziskave so pokazale, da so športnice z amenorejo pogosteje doživljale bradikardijo, nižje krvne tlake in motnje v sposobnosti odzivanja na ortostatski izziv (O'Donell idr., 2015). Pregled literature pokaže, da trenutno primanjkuje raziskav, ki bi pojasnile posledice LEA na od estrogena neodvisnih srčno-žilnih mehanizmih.

2.1.8 MOTNJE V DELOVANJU IMUNSKEGA SISTEMA

O vplivu sindroma REDs na imunski sistem ni veliko znanega. Več v nadaljevanju predstavljenih raziskav potrjuje tezo, da sindrom oslabi imunski sistem. Tako so na primer pri amenorejičnih športnicah ugotovili znižano izločanje protitelesa, imunoglobulina A, glede na evmenorejične športnice (Shimizu idr., 2012). V raziskavi vojakov z LEA so ugotovili, da imajo ti poslabšano humoralno ter celično-posredovano imunost. Vojaki, ki so uspeli obdržati zadostno EA, pa teh težav niso imeli. S temi ugotovitvami se sklada raziskava na elitnih univerzitetnih japonskih tekačih, pri katerih je bila zaznana večja pojavnost simptomov okužb zgornjih dihal (Mountjoy idr., 2018; Dave idr., 2022).

2.1.9 MOTNJE V ŠPORTNI ZMOGLJIVOSTI

Kombinacija vseh zgoraj naštetih okvar mehanizmov organskih sistemov ter še druge motnje povzročajo močno poslabšano športno zmogljivost in uspešnost. Zmanjšana srčno-žilna učinkovitost preprečuje doseganje boljše vzdržljivosti pri obolelih športnikih. Prav tako oslABLJENO delovanje imunskega sistema povzroči, da športniki pogosteje zbolijo, zaradi česar ne morejo opraviti vseh treningov. Tudi obolenja lahko povzročijo različne težave, npr. okužbe zgornjih dihal delovanje dihal za določeno časovno obdobje oslabijo. Na počutje in uspešnost na treningu ter tekmovanjih pa lahko vplivajo tudi prebavne motnje (Varðardóttir idr., 2020).

Gallant in sodelavci (2024) so ob sistematičnem pregledu literature doakzali, da LEA značilno znižuje vzdržljivost, koordinacijo, eksplozivnost in agilnost športnikov ter poviša verjetnost za razvoj poškodb v primerjavi z zdravimi športniki. Tako na primer nižja kostna gostota, ki se razvije zaradi neravnovesja v hormonih močno poviša verjetnost stresnih zlomov pri športnikih (Mountjoy idr., 2018). Pomanjkanje energije poslabša tudi zmogljivost mišic, oteži regeneracijo ter zmanjša mišično maso, ki je za športno uspešnost nujna. Nekateri treningi, katerih namen vključuje povečanje sposobnosti shranjevanja glikogena in/ali povečanja sinteze mišičnih beljakovin, prav tako postanejo nesmiselni, saj pomanjkanje razpoložljive energije preprečuje doseganje teh ciljev (Varðardóttir idr., 2020). LEA povzroči tudi spremembe v telesni sestavi, ravno tiste, ki se jih športnik skuša izogniti; izgubljanje mišične mase, pridobivanje maščobne mase in znižanje faznega kota (British Journal of Sports Medicine, 2018).

V raziskavi mladih vrhunskih plavalk z zaviranim delovanjem jajčnikov, ki se je razvila kot posledica pomanjkanja energije so Vanheest in sodelavci (2013) ugotovili 10% zmanjšano hitrost plavanja na 400 m (po 12 tednih treninga), medtem ko je pri njihovih sotekmovalkah z evmenorejo pa je prišlo do 8% izboljšanja.

2.1.10 PSIHOLOŠKE MOTNJE

Kljub temu, da se mnogi športa poslužujejo kot sredstva za sprostitev, pa ta športniku lahko povzroča hud psihični napor. Tudi športniki s sindromom REDs niso izjema. LEA tu predstavlja tako posledico kot vzrok psiholoških težav. Želja po vitkosti, ki se v najskrajnejši obliki pojavlja kot anoreksija nervoza, je pogost vzrok za zapad v LEA. Prav tako pa je LEA lahko tista, ki povzroči raznorazne psihične težave. Pri športnicah s FHA tako na primer ugotovili nižjo toleranco na stres, znake depresije ali depresivnih lastnosti ter psihosomatskih motenj (Bomba idr., 2006). Tudi moški body-builderji, ki so kot del priprave na tekmovanje doživljali LEA, so poročali o negativnih vplivih energijskega primanjkljaja na svoje počutje. Kakorkoli do LEA in psiholoških motenj že pride, se slednje z nenehnim fizičnim in duševnim stresom, ki mu je izpostavljen športnik ob strmenju k dosežkom, le še poslabšajo. Tu ima pomemben vpliv tudi perfekcionizem, ki lahko še dodatno poslabša počutje športnikov (Dave idr., 2022; Mountjoy idr., 2018).

2.2 DIAGNOSTICIRANJE IN ZDRAVLJENJE SINDROMA REDs

Mountjoy in sodelavci (2023) v članku o izogibanju REDs sindromu poudarjajo, da je zaščito športnikovega zdravja ob stremljenju k čim večji športni uspešnosti ključno sodelovanje športnika in

članov celotnega okolja, v katerem deluje športnik. Vsi naj sledijo motu “najprej zdravje, nato pa izvedba”, da preprečijo napačno dožemanje športa in mnoge pritiske, ki se ob tem pojavijo. Seveda pa je za pravilno ravnanje potrebna ustrezna podkovanost s področja prehrane in poznavanja ter prepoznavanja sindroma.

Preprečevanje REDs sindroma poteka v treh stopnjah preventive. Primarna preventiva skuša preprečiti nastanek bolezni, sekundarna spodbuja zgodnje odkrivanje simptomov, terciarna pa je usmerjena v zdravljenje sindroma (Torstveit idr., 2023).

2.2.1 PRIMARNA PREVENTIVA

Cilj primarne preventive je, da prepreči nastanek sindroma in zmanjša različne vplive, ki bi lahko povzročili njegov razvoj. Pri tem so ključnega pomena izobraževanja za vse, ki so vključeni v športnikovo podporo (Torstveit idr., 2023).

2.2.1.1 IZOBRAŽEVANJE

Osredotočenost na izboljšano izobraževanje za trenerje in športnike o REDs sindromu lahko pomaga zaščititi športnike pred čustvenimi in fizičnimi poškodbami. Več raziskav je pokazalo, kako slabo trenerji poznajo REDs sindrom. V raziskavi znanja o sindromu REDs med trenerji so Martin in sodelavci (2024) anketirali 47 trenerjev. Ugotovili so, da 74,6% anketirancev še ni slišalo za sindrom, prav tako jih 57,4% ni sposobnih prepoznati simptomov sindroma. K takšnim ugotovitvam zagotovo močno pripomore dejstvo, da 87,3% udeležencev ni prejelo nobenega izobraževanja o REDs sindromu na svojem delovnem mestu. Do podobnih zaključkov so prišli tudi Hamer in sodelavci (2021) v raziskavi, kjer so preučevali obseg izobraževanja o REDs na poti do akreditacije trenerjev pri 5 nacionalnih avstralskih organizacijah vzdržljivostnih športov. Ugotovljeno je bilo, da je le ena zveza zagotovila izobraževanje o REDs (predavanje dietetika). Avtorji so preučili tudi glavne ovire pri intenzivnejšem ozaveščanju o REDs sindromu. To so pomanjkanje časa in virov ter že obstoječe znanje in prepričanja trenerjev. Očitno je, da je treba zagotoviti intenzivno izobraževanje trenerjev o sindromu, da bodo ti lahko zagotavljali optimalen trenažni proces svojim športnikom (Schulz idr., 2024).

Tudi pri športnikih samih je potrebno uvesti intenzivnejša in zgodnejša izobraževanja o pomenu ustrezne razpoložljivosti energije za zagotavljanje optimalnega zdravja in učinkovitosti. Pomembno je, da so ta prilagojena starosti, spolu, ravni tekmovanja, disciplini in socialno-kulturnem ozadju športnikov. Izobraževanja so med športniki zelo dobro sprejeta in prinašajo zelene rezultate. Schulz in sodelavci (2024) so namreč ugotovili, da so športniki po enem izmed izobraževanj bolj samozavestni pri prepoznavanju znakov/simptomov sindroma, prav tako pa bi svoje trenerje z manj zadržkov obvestili, če bi doživljali simptome REDs sindroma ter bi bolj verjetno poiskali pomoč (Torstveit idr., 2023).

2.2.1.2 POMEN ŠPORTNE PREHRANE

Mnogi avtorji opozarjajo, da je poznavanje smernic za ustrezno prehranjevanje v športu med športniki zelo omejeno, kar je pokazalo tudi več raziskav. V eni izmed raziskav so srednješolski in univerzitetni športniki reševali ASNK vprašalnik, ki preverja splošno in športno specifično poznavanje prehrane. Anketiranci so dosegli slabe rezultate, predvsem v delu, ki se navezuje na poznavanje športnega prehranjevanja. Nujno je, da športnike boljše podučimo o ustreznem športnem prehranjevanju, saj je

bilo ugotovljeno, da obstaja pozitivna korelacija med prehranskim znanjem in vnosom hrane ter zdravim prehranjevanjem. Športniki, ki vedo več o zdravem športnem prehranjevanju, bodo tako bolj verjetno zauživali zadostno količino energije ter več ogljikovih hidratov, sadja, zelenjave, beljakovin in vlaknin. Posledično je manj verjetno, da bodo razvili nezdruve ali neurejene prehranjevalne navade, ki bi lahko povzročile npr. motnje hranjenja ali LEA (Riviere idr., 2021). Izkazalo pa se je, da tudi pretirano poznavanje teme lahko privede do negativnih posledic, saj so v eni izmed raziskav ugotovili, da so med študenti dietetike prehranjevalne motnje močno razširjene. To nam da vedeti, kako pomembno je, da športnikom zagotovimo ravno pravšnje teme in količino znanja o prehranjevanju v športu, da dosežemo zelene rezultate (Budhiwianto idr., 2023). Da športnike lahko ustrezno izobrazimo, potrebujemo poznavalce področja športne prehrane. Trenerjem tega znanja pogosto primanjkuje, zato je poleg njihovega izobraževanja močno priporočljiva vključitev strokovnjaka, dietetika, med spremljevalno osebje. Ta je namreč strokovno usposobljen za svetovanje in ocenjevanje prehranjevanja športnikov (opravljanje razgovorov s športniki ter beleženje vseh zaužitih živil, tudi tistih, ki jih neusposobljeno osebje lahko spregleda). Ugotovljeno je bilo, da je prisotnost dietetika zelo pozitivno vplivala na študente športnike, saj so ti povišali svoj energijski vnos in imeli boljše znanje o prehrani v športu (Magee idr., 2023).

2.2.1.3 VLOGA ŠPORTNIH ORGANIZACIJ

Tudi (nacionalne) športne organizacije in zveze imajo pomembno vlogo pri ozaveščanju o sindromu in ustrezni prehrani, saj imajo vpliv na veliko populacijo. Mnogi jih pozivajo, naj uvedejo preventivne izobraževalne programe ter različna predavanja za športnike na to temo. Še posebej priporočajo predavanja na državnih prvenstvih, saj so tam prisotni športniki in trenerji z vse države. Primer izvedbe je bila zelo dobro sprejeta in obiskana izobraževalna seja in razprava na državnem prvenstvu kanadskih univerz v teku na smučeh (Schulz idr., 2024). Poudariti je treba tudi vlogo organizacij pri zagotavljanju ustreznega izobraževanja trenerjev in ostalega osebja, npr. vključevanje REDs sindroma v program akreditacije trenerjev. Odločitve, ki jih sprejemajo športne organizacije, lahko predstavljajo tudi vzrok za razvoj strahu športnikov pred pridobivanjem telesne mase, kar je pogost povod v razvoj REDs sindroma. To so predvsem pravila, povezana s telesno težo (npr. težnostne kategorije), pravila o športnih dresih (npr. ženska odbojka na mivki), postavitve tekmovalnih prog tako, da imajo lažji športniki prednost (npr. več vzponov), ipd. Organizacije naj se zavzemajo in izvajajo spremembe športnih pravil, da se zmanjša pomen telesne mase (Torstveit idr., 2023; Hamer idr., 2021).

2.2.1.4 OSTALI UKREPI

Nepogrešljivo je tudi prizadevanje celotnega športnikovega okolja k zmanjšanju poudarka na telesni teži in vitkosti, zlasti pri mladih in podelitnih športnikih. Razen v zdravstvene namene ocena telesne teže in sestave ni priporočljiva za mladoletne športnike. Posebno pozorno je treba spremljati športnike, ki so zaradi svojega športa, ki poudarja težo in vitkost, bolj izpostavljeni tveganju za razvoj sindroma. To so športniki, ki se ukvarjajo z estetskimi športi (npr. umetnostno drsanje, balet), športi, kjer nižja telesna masa predstavlja prednost (npr. plezanje, smučarski skoki), vzdržljivostnimi športi (npr. kolesarjenje, tek) ter športi, kjer so prisotne težnostne kategorije (npr. borilne veščine). V komunikaciji z mladimi športniki se je potrebno osredotočiti na teme, povezane z variacijami v obliki telesa in naravnimi biološkimi ter psihološkimi spremembami, ključno pa je poudariti tudi, kako so ti dejavniki povezani s športno uspešnostjo, odpornostjo na pritisk vrstnikov in ustvarjanjem okolja, ki podpira pozitivno podobo telesa (British Journal of sports medicine, 2023; Dave idr., 2022).

Motnje hranjenja so pogost vzrok za razvoj sindroma REDs, zato je treba aktivno preprečevati razvoj tudi teh. Raziskave kažejo, da lahko interaktivne delavnice z razpravami spodbujajo pozitivno podobo telesa, samooskrbo ter zmanjšajo dejavnike tveganja za razvoj motenj hranjenja (Torstveit, 2023).

Mnogi pozivajo tudi k uvedbi rednih presejalnih testiranj za REDs sindrom na rednih športnih pregledih, saj bi to omogočilo hitrejšo diagnostiko sindroma, začetek zdravljenja ter okrevanje (Dave idr., 2022).

2.2.2 SEKUNDARNA PREVENTIVA

Sekundarna preventiva spodbuja zgodnje odkrivanje simptomov REDs sindroma, kar omogoča hiter začetek zdravljenja sindroma. Tako preprečimo razvoj resnejših izidov REDs sindroma (npr. osteoporoza, prehranjevalne motnje) in občutno skrajšamo čas okrevanja. Ta lahko ob poznem odkritju sindroma traja tudi več mesecev ali celo let (Torstveit idr., 2023; Maver, 2020).

2.2.2.1 ODGOVORNOST PREPOZNAVANJA ZNAKOV SINDROMA

Vsi, ki s športniki delujejo, so odgovorni za prepoznavanje REDs sindroma in ustrezno posredovanje ob prisotnosti simptomov. Teh športnik namreč sam morda niti ne prepozna kot simptomov REDs sindroma, ali pa jih skriva, saj se boji izključitve iz ekipe in prepovedi izvajanja športa. Trenerji imajo nadvse pomembno vlogo pri preprečevanju in prepoznavanju REDs sindroma, saj s športniki preživijo veliko časa in jih lahko pozorno opazujejo, prav tako pa so pogosto tisti, h katerim se športniki ob težavah najprej obrnejo. Poleg dobrega poznavanja področja je pomembno, da so trenerji povezani s športniki, da jih podpirajo ter so zaupanja vredni, saj tako ustvarjajo bolj varno in zdravo okolje za športnike. Raziskava Schulza in sodelavcev (2024) je pokazala, da bi športniki trenerju, ki menijo, da je vreden zaupanja, izobražen in odporniški, veliko lažje povedali, če doživljajo simptome sindroma in prosili za pomoč kot športniki, ki svojemu trenerju ne zaupajo in se bojijo izključitve iz ekipe (Dave idr., 2022). Tudi zdravstveno osebje predstavlja zelo pomemben člen v preprečevanju in prepoznavanju sindroma, a za to glede na rezultate raziskav niso ustrezno usposobljeni. V raziskavi Curry in sodelavcev (2015) je bilo ugotovljeno, da le 37% od 931 zdravnikov različnih specializacij pozna žensko športno triado, le polovica od teh pa je menila, da so sposobni ustreznega zdravljenja oz. napotitev pacientk z žensko športno trado. Očitno je, da je treba zdravstvenim delavcem zagotoviti izobraževanje o REDs sindromu, da športnikom zagotovijo varno udejstvovanje v športu (Mountjoy idr., 2018).

2.2.2.2 SIMPTOMI BOLEZNI

Znaki, na katere je treba biti pozoren in lahko namigujejo na prisotnost REDs sindroma so amenoreja⁹ ali oligomenoreja¹⁰, ponavljajoče se bolezni in poškodbe, nihanja v razpoloženju, poslabšano počutje, depresija, prekomerna vadba, pogosto tehtanje, vedenje v skladu s prehranjevalnimi motnjami itd. V kolikor pri športniku prepoznamo katerega od teh znakov, ga nujno napotimo na pregled k zdravniku, ki bo opravil telesni pregled, natančno preučil športnikovo zgodovino prehranskih motenj, spremembe v menstrualnem ciklu (opozoriti je treba, da uživanje kontracepcijskih tablet ali asimptomatska anovulacija¹¹ lahko odsotnost menstruacije prikrijeta), spremembe razpoloženja in razdražljivosti,

⁹ Izostanek menstruacije

¹⁰ Motnja menstrualnega cikla, ko se menstrualna krvavitev pojavlja redkeje, na 40 dni ali več.

¹¹ Odsotnost ovulacije

spremembe v sposobnosti izvajanja športa, zgodovino ponavljajočih se poškodb in pogostih okužb. Priporočljivo je tudi, da športnik reši več validiranih vprašalnikov, saj ti lahko olajšajo prepoznavanje simptomov. Vprašalniki naj ugotavljajo prisotnost LEA in prehranjevalnih motenj, za bolj poglobljeno oceno pa strokovnjaki svetujejo, da jih dopolnjuje anamneza. Zatem bo zdravnik lahko opravil še laboratorijske preiskave, testiranje z elektrokardiogramom, meritev kostne gostote, ipd. S pomočjo zgoraj naštetih preiskav bo nato določil stopnjo športnikove ogroženosti za sindrom. Pri REDs sindromu namreč ni možno z gotovostjo reči, da športnik boleha oz. ne boleha za sindromom, saj ne obstaja posamezen marker ali skupina markerjev, ki zanesljivo kažejo na pri- ali odsotnost sindroma. Prav tako je ugotavljanje prisotnosti vzroka za nastanek sindroma - prisotnosti LEA, zelo zahtevno, saj ni priznanih standardov, ki bi določali način ugotavljanja energijskega vnosa (npr. povprečni dnevni vnos na teden v primerjavi z mesecem, ugotavljanje vsebnosti kalorij in hranil v hrani, saj jo lahko pripravimo na mnogo načinov). Poleg tega je težavno točno določiti tudi energijo, ki jo športnik porabi med vadbo in izven vadbe. Zaradi teh razlogov zdravniki marker LEA opazujejo le v kombinaciji s sekundarnimi znaki sindroma REDs ter s pomočjo teh podajo diagnozo (Dave idr., 2022; Torstveit idr., 2023; Dvorakova idr., 2024).

2.2.2.3 DIAGNOSTIČNO ORODJE REDs CAT2

Celoten postopek diagnostike natančno opisuje tudi klinično orodje MOK REDs CAT2, ki zdravstvenim delavcem omogoča ugotavljanje stopnje ogroženosti športnika za REDs sindrom. Resnost stanja je opredeljena s pomočjo 4 barvnega semaforja, ki športniku lahko prižge zeleno (ni ogrožen), rumeno (blago ogrožen), oranžno (zmerno ogrožen) ali rdečo (hudo ogrožen) luč. Športnik je v eno izmed 4 stopenj razvrščen glede na število prisotnih primarnih, sekundarnih in potencialnih indikatorjev sindroma. Primarni indikatorji so tisti, ki najbolj neposredno izhajajo iz LEA in/ali so natančno merljivi in/ali nakazujejo višjo ogroženost za REDs. Ti indikatorji imajo zato v celotnem testiranju največjo moč pri oceni ogroženosti. Primeri primarnih indikatorjev so amenoreja (odsotnost 3 ali več ciklov), nizka raven testosterona, nizka raven trijodtironina¹², stresni zlom (vsaj 1 z visokim tveganjem ali vsaj 2 z nizkim tveganjem), nizka kostna gostota, prehranjevalne motnje in odstopanja od predhodne krivulje rasti. Med sekundarne indikatorje pa štejemo tiste, za katere obstajajo nekateri znanstveni dokazi, da jih povzroči LEA in/ali niso tako natančno merljivi in/ali nakazujejo nižjo ogroženost za REDs sindrom. Zaradi teh razlogov imajo manjšo moč pri razvrščanju kot primarni indikatorji. Nekateri sekundarni indikatorji so oligomenoreja, stresni zlom z nizkim tveganjem, povišan holesterol, klinično diagnosticirana depresija in/ali anksioznost. Potencialni indikatorji sindroma REDs pa morda so povezani z LEA, a za to nimamo zanesljivih znanstvenih dokazov in/ali imajo slabo veljavnost meritev in/ali nimamo validiranega presejalnega orodja in/ali zanje nimamo potrjenih mejnih vrednosti pri športnikih. Potencialni indikatorji so na primer motnje spanja, odvisnost od vadbe, povišane ravni kortizola v mirovanju zjutraj, bradikardija, nizke ravni železa, inzulina ter glukoze v krvi in nizek ITM. Orodje REDs CAT2 deluje na principu 3 korakov. V 1. koraku se izvedejo za populacijo specifični validirani presejalni vprašalniki za REDs sindrom ter pridobivanje anamneze. V kolikor je v prvem koraku ugotovljeno, da bi športnik lahko bil ogrožen za sindrom, izvedemo 2. korak, to je kopičenje vseh primarnih in sekundarnih znakov prisotnosti sindroma, kar omogoči razvrstitev športnika v eno od štirih barv stopnje ogroženosti. V 3. koraku pa strokovni zdravnik postavi diagnozo ter načrt zdravljenja, kjer je priporočljivo sodelovanje multidisciplinarne ekipe (dietetik, psiholog, ipd.) (Mountjoy idr., 2023).

¹² Ščitnični hormon

2.2.2.4 PASTI V DIAGNOSTIKI SINDROMA REDs

Mnogi avtorji opozarjajo, naj se zdravstveni delavci in stroka ob simptomih, ki spominjajo na simptome sindroma REDs, ne osredotočijo le na LEA kot edini možen vzrok simptomov, ampak naj skušajo pristopiti čim bolj celostno in obravnavajo LEA kot enega izmed mnogih možnih vzrokov simptomov, kjer priznavajo možnost, da so ti lahko tudi posledica drugih vzrokov. S takšnim razmišljanjem namreč omogočijo raziskovanje drugih vzrokov, zakaj se ti isti simptomi lahko razvijejo in zagotovijo učinkovitejše zdravljenje (Jeukendrup idr., 2024). Primeri drugih vzrokov simptomov so na primer bolezn duševnega zdravja, sindrom policističnih jajčnikov, avtoimunski tiroiditis in insuficienca jajčnikov. (Stellingwerff idr., 2024) Biokemične preiskave, ki pomagajo izločiti druge endokrine motnje ter nakažejo, kateri del hormonske osi je moten, vključujejo meritve lutenzirajočega hormona, testosterona, feritina, vitamina B12, vitamina D, kortizola, prolaktina, testi delovanja ščitnice, popolna krvna slika, pri ženskah pa še folikle stimulirajočega hormona ter test nosečnosti. Običajno sindrom povzroči, da je količina hormonov še v spodnjem delu predvidenega območja, v resnejših primerih pa celo izven predvidenega območja (Todd idr., 2022).

Tudi sindrom pretreniranosti je treba pred diagnozo izločiti, saj lahko povzroča zelo podobne simptome kot REDs sindrom. Vzrok za to je dejstvo, da imata oba sindroma hipotalamično-hipofizni izvor, na katerega lahko vpliva nizka EA ter nizka razpoložljivost ogljikovih hidratov, Stellingwerff in sodelavci (2021) so zato opozorili, da mnogo športnikov (nekateri od njih so bili diagnosticirani s sindromom pretreniranosti) dosega negativne rezultate preobremenitev na treningu predvsem zaradi ne diagnosticiranega sindroma REDs. Poudarili so še, da je treba več pozornosti nameniti izboljšanju diagnostične natančnosti REDs sindroma in sindroma pretreniranosti, da bodo lahko zdravstveni delavci natančneje izključili REDs diagnoze iz diagnoz sindroma pretreniranosti (Stellingwerff idr., 2021).

2.2.3 TERCIARNA PREVENTIVA

Terciarna preventiva se osredotoča na zdravljenje sindroma REDs- poskuša preprečiti ali omejevati kratko- ter dolgoročne posledice sindroma (Torstveit idr., 2023).

2.2.3.1 NEFARMAKOLOŠKO ZDRAVLJENJE

Pri zdravljenju REDs sindroma je ključno, da športnik poviša energijski vnos in zniža energijo, ki jo porabi ob vadbi, saj tako prekine LEA, ki predstavlja osnovni vzrok sindroma. S prekinitvijo LEA izboljša delovanje osi hipotalamus-hipofiza-gonade ter drugih sistemov, ki jih je LEA predhodno zavirala ter tako omogoči telesu, da deluje optimalno. Prav tako je velikega pomena multidisciplinarna zdravstvena ekipa, ki sodeluje pri okrevanju športnika. Priporočljivo je, da vključuje klinike, specializirane za športno medicino, športno prehrano, športno psihologijo, ginekologijo in endokrinologijo (Torstveit, 2023; Mountjoy idr., 2024; Gould idr., 2023).

V kolikor se LEA pojavi zaradi nenamerne prenizkega EI, je ključna prehranska vzgoja, kjer je zelo priporočljivo, da sodeluje dietetik. Ta športnika nauči, kako obroke ustrezno časovno razporejati (da preprečimo energijski primanjkljaj znotraj dneva), kako izbirati hrano, ki vsebuje potrebne hranilne snovi (mikro-in makrohranila) ter kako povišati EI (npr. dodajanje malic med obroke, povečanje porcij, uživanje energijsko bogatejših obrokov). Strokovnjaki zagovarjajo "food first" pristop, ki narekuje, naj športniki namesto uživanja prehranskih dodatkov s hrano zaužijejo vse potrebno. Spremembe športnikove prehrane naj bodo periodizirane in individualizirane glede na športnikove energijske

potrebe in športne cilje. Pri adolescentnih športnikih ne smemo pozabiti, da so njihove energijske potrebe zaradi rasti in razvoja še višje. Če povišanje EI ni zadostno za doseg ustrezne EA (predvsem pri športnikih, jim REDs CAT prižge oranžno ali rdečo luč), je potrebno razmisliti o zmanjšanju količine vadbe in tekmovanj ali prenehanjem z vadbo. Športnika je treba seznaniti s tem, kako pomemben je počitek za regeneracijo (Gould idr., 2023; Mountjoy idr., 2018).

Za učinkovitejše zdravljenje je potrebno sestaviti načrt zdravljenja, ki vključuje določitev referenčnih ciljev skupaj s športnikom, trenerjem ter člani zdravstvene ekipe. Športnik ob privajanju na spremembe v prehrani in vadbi potrebuje veliko podpore ter redne preglede (pogostost je odvisna od stopnje ogroženosti, običajno vsake 1-3 mesece, pri resnejših primerih vsak teden/dan). Menstrualna funkcija se običajno obnovi čez nekaj mesecev, medtem ko zdravje kosti za izboljšanje potrebuje dlje časa, lahko se zgodi tudi, da nikoli več ne doseže optimalne ravni. Vsake 6-12 mesecev lahko ponovno izvajamo tudi REDs CAT testiranje, da potrdimo diagnostični napredek pri športniku. Čas okrevanja od sindroma je spremenljiv in odvisen od več dejavnikov, kot so začetna stopnja ogroženosti, vzrok pojava LEA in prisotnost drugih zdravstvenih stanj. V kolikor športnik predpisane terapije ne upošteva, pa ga bo morda potrebno umakniti iz tekmovanj in trenažnega procesa (Mountjoy idr., 2024; Torstveit idr., 2023; Stellingwerff idr., 2024).

V kolikor je pri športniku prisotna prehranjevalna motnja, pa je prav tako potreben pristop multidisciplinarnе ekipe, kjer ima poleg zgoraj opisane medicinske in prehranske podpore ključen pomen tudi duševna podpora. Priporočljivo je, da zdravljenje izvaja strokovnjak za duševno zdravje, ki ima izkušnje z zdravljenjem prehranjevalnih težav pri športnikih. Miselnost, da so prehranjevalne motnje nujne za uspeh, je treba odpraviti. Športnike za sledenje zdravljenju pogosto motivira želja po vrnitvi v šport, čeprav se ti z naraščanjem resnosti težave pogosto zdravljenju vse bolj upirajo. Če sta prisotni tudi depresija in anksioznost (pri teh bolnikih sta običajno pogostejši), pa je seveda nujno zdraviti tudi ti. Ne glede na stopnjo ogroženosti pa potrebuje vsak športnik s kakršnimikoli resnejšimi zdravstvenimi stanji REDs sindroma ali prehranjevalnih motenj takojšnjo prekinitev trenažnega procesa, zdravniško pomoč ter morebitno hospitalizacijo (Torstveit, 2023; Mountjoy idr., 2024).

2.2.3.2 FARMAKOLOŠKO ZDRAVLJENJE

Pacientkam z menstrualno disfunkcijo ali nizko kostno gostoto so pogosto predpisane kontracepcijske tablete, kar pa strokovnjaki odsvetujejo, saj te ne izboljšajo kostne gostote ter znižajo raven hormona IGF-1, ki vpliva na nalaganje kostne gostote. Prav tako pa lahko prekrijejo FHA in spodbudijo tvorjenje globulina, ki zniža raven razpoložljivega estradiola (Dave idr., 2022). V kolikor se menstrualni cikel kljub prehranskim in vadbenim spremembam ne povrne, lahko strokovnjak za presnovo kosti predpiše transdermalni estradiol (E2) s cikličnim peroralnim progestinom. Obliži ne predstavljajo zanesljive oblike kontracepcije, temveč spodbujajo izločanje hormona IGF-1, ki dokazano izboljša kopičenje kostne gostote in kostno mikroarhitekturo. Pri moških, ki boleajo za REDs sindromom, lahko zaradi zaviranja delovanja osi hipotalamus-hipofiza raven testosterona pade. Testosterona ni potrebno nadomeščati, saj se bo raven hormona sama dvignila, ko bomo povišali EA, prav tako pa je dodajanje odsvetovano, saj je testosteron na listi prepovedanih substanc svetovne antidopinške organizacije. Tudi predpisovanje tiroksina ob nižjem delovanju ščitnice je nepotrebno, saj ne bo rešilo vzroka težav-LEA. Prvi korak v zdravljenju sindroma tako ostaja ne farmakološko zdravljenje-doseganje zadostne EA (Mountjoy idr., 2018).

2.3 OPIS OPAZOVANIH MARKERJEV

2.3.1 FAZNI KOT

Fazni kot (PhA), ki ga lahko izmerimo z bioimpedančno analizo telesne sestave, je indikator celičnega zdravja. Pridobljen je s pomočjo dveh parametrov, upora (R) in reaktance (Xc). Parameter R izraža omejevanje pretoka električnega toka skozi telo in je predvsem povezan s količino vode, ki je prisotna v tkivu, parameter Xc pa meri upornost celičnih membran oz. kapaciteto celičnih membran (Visser idr., 2012). PhA izračunamo s formulo $\text{PhA}(\text{°}) = \arctangens(Xc/R) \times 180^\circ/\pi$. Fazni kot se meri pri različnih frekvencah, mi sva ga opazovali pri frekvenci 50 Hz. Za razliko od ostalih rezultatov bioimpedančne meritve telesne sestave, ki so odvisni od izbire enačbe, fazni kot pridobimo neposredno iz neobdelanih impedančnih podatkov. Bioimpedančno analizo telesne sestave merimo večinoma v segmentih roke in noge, na poti od gležnja do zapestja. Gre torej za apedikularne segmente. Iz tega sledi, da PhA v glavnem predstavlja značilnosti apendikularnega pustega mehkega tkiva (ALST). Ker je večina ALST celičnih tkiv skeletnih mišic, je PhA pokazatelj kakovosti celic skeletnih mišic. Pri zdravih posameznikih so osrednji napovedovalci PhA spol, starost, pustata telesna masa in višina (Gonzalez idr., 2016), ugotovljeno pa je bilo, da nanj vplivajo tudi mišična moč, aerobna zmogljivost ter telesna pripravljenost. Povprečna vrednost PhA za moške je $6,5^\circ \pm 0,7^\circ$, za ženske pa $5,4^\circ \pm 0,5^\circ$ (Yamada idr., 2022).

PhA je indikator hidriranosti celic, velikosti celic, integritete celične membrane in celične smrti ter izraža porazdeljenost zunaj- in znotrajcelične vode (Silva idr., 2022). Nižji PhA kaže na celično smrt, zmanjšano celično integriteto in okvaro selektivne prepustnosti celične membrane, višji PhA pa veliko število intaktnih celičnih membran, celovitost celičnih membran ter tako boljše delovanje celice (Barrea idr., 2021). Mnogo raziskav se ukvarja z raziskovanjem vpliva različnih kliničnih situacij, kot so rak, HIV, dializa itd. na PhA. Vse povezujejo nižje vrednosti PA s slabo prognozo ali krajšim časom preživetja. Nanj močno vplivata tudi vnetje ter podhranjenost, kar se je pokazalo tudi v naših ugotovitvah (Christina idr., 2016).

2.3.2 ZNOTRAJ- IN ZUNAJCELIČNA TEKOČINA

Celotna telesna voda predstavlja vso vodo v človeškem telesu. Delimo jo na znotraj- in zunajcelično vodo. Zunajcelična (ECW) voda se nahaja zunaj celic in predstavlja približno 40% celotne telesne vode. Zagotavlja hranila in snovi, ki jih tkivo potrebuje za ustrezno delovanje. Bogata je z elektrolitom natrija in revna z elektrolitom kalija. Zunajcelično vodo sestavljajo intersticijska tekočina (zagotavlja hranila in kisik vsem celicam, hkrati odstranjuje odpadke), krvna plazma (tekoči del krvi, v katerem se prenašajo vse krvne celice) in transcelularna tekočina (maže telesne sklepe in zagotavlja hranila).

Znotrajcelična (ICW) voda pa se nahaja znotraj celic, predstavlja približno 60% vse telesne tekočine. Vsebuje raztopljene snovi in beljakovine, ki so potrebne za potek vseh vitalnih celičnih procesov. Bogata je z elektrolitom kalija in revna z elektrolitom natrija. Za zdravo raven vode v telesu je najpomembnejše ravnovesje med znotraj- in zunajcelično vodo, ki naj bi znašalo približno $\text{ICW}:\text{ECW} = 3:2$ (Kim idr., 2020).

2.3.2.1 Teorija otekanja celic:

Predlagana fiziološka razlaga za to neposredno povezavo je t.i. teorija otekanja celic, ki nakazuje, da je celični volumen presnovni signal, ki uravnava celične presnovne poti. Teorija temelji na dokazih, ki kažejo, da otekanje celic vodi do anabolizma¹³, preprečuje proteolizo¹⁴ in glikogenlizo ter spodbuja sintezo glikogena, lipolizo in oksidacijo lipidov ter oslabi občutljivost za inzulin. Medtem krčenje celic spodbuja katabolizem in razgradnjo beljakovin ter glikogenlizo. Ker na volumen celice vpliva zunajcelična osmolalnost, vodi zunajcelična hipoosmolalnost v otekanje celic, medtem ko zunajcelična hiperosmolalnost vodi v krčenje celic. Teorijo otekanja celic podpira tudi ideja, da voda, ki se veže na glikogen, zagotavlja dobro razpoložljivost hranil in optimalno porabo energetskih virov ter ima anabolični učinek, medtem ko izčrpavanje ICW ovira razpoložljivost hranil in lahko povzroči znotrajcelični katabolični učinek (Silva idr., 2010; Serra-Prat idr., 2019).

2.3.2.2 Vpliv dehidracije in hiperosmotskega stresa¹⁵:

Dehidracija in hiperosmotski stres vplivata na vse telesne celice in tkiva, a se ta ne odzivajo na enak način. Pri dehidriranju podgan so ugotovili, da se izgubi predvsem ECW, čeprav ta predstavlja manjši delež vode v telesu. Prav tako so avtorji predlagali, da večina vode, ki se izgubi ob dehidraciji, izhaja iz mišic in kože, saj tako telo vzdržuje volumen krvi ter cirkulacijo v možganih in jetrih (Lorenzo idr., 2019).

2.3.2.3 Zvijanje proteinov zaradi nizke ICW:

Volumen celice v glavnem določata vsebnost vode in transport vode skozi celično membrano. Odtok vode iz celic poveča koncentracijo ali gostoto znotrajceličnih makromolekul s pomembnimi posledicami v smislu mehanskih sprememb, vključno s povečano togostjo celic, spremembami v zvijanju beljakovin, transportu beljakovin, kondenzaciji kromatina in diferenciaciji matičnih celic. Prekomerno goste makromolekule lahko spremenijo stabilnost, strukturo in delovanje beljakovin v celici. Znano je, da tridimenzionalna oblika proteinov določa njihovo aktivnost in biološke lastnosti, in domneva se, da je lahko struktura proteinov, ki nimajo toge in natančno definirane terciarne strukture, zelo občutljiva na spremembe volumna celice to dejstvo bi lahko pojasnilo, zakaj neurejeni proteini delujejo kot senzorji in aktivatorji celičnega cikla (Lorenzo idr., 2019).

2.3.2.4 ICW kot napovedovalec mišične moči:

Rezultati raziskav kažejo, da ima znotrajcelična hidracija ključno vlogo pri delovanju mišic, funkcionalni zmogljivosti in tveganju za šibkost. Znano pa je tudi, da ima dehidracija celic lahko resne učinke na mišice, kar vodi do katabolizma, anabolične odpornosti in propadanja mišic ter oslABLJENE mišične kontraktilne sposobnosti. Povišan ECW pa lahko povežemo s prekomerno telesno maščobo, vnetjem in zadrževanjem vode. V več raziskavah je bilo ugotovljeno, da povišano razmerje ECW/ICW napoveduje slabšo moč mišic zaradi zgoraj navedenih povezav. Raziskovalci so zato predlagali nov

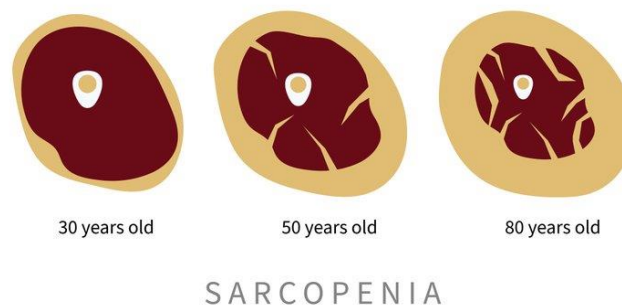
¹³ izgradnja organskih snovi v celici

¹⁴ izgradnja proteinov z encimsko ali neencimsko hidrolizo peptidnih vezi

¹⁵ zmanjšanja osmotskega potenciala celice

indikator kakovosti mišic, izražen kot vsebnost ICW na enoto puste mase, ki je pozitivno povezan z močjo in funkcionalno zmogljivostjo ter negativno povezan s tveganjem za šibkost (Lorenzo idr., 2019).

Odstotek ICW in razmerje ICW/pusta telesna masa pa sta povezana tudi s sarkopenijo¹⁶, kjer pride do zmanjšand celične in mišične mase ter hkrati povišane maščobne mase, kar je značilno za starejše ter tudi za osebe, ki trpijo za sindromom REDs. Razmerje ECW/TBW je povezano s celično poškodbo tudi preko sarkopenije in podhranjenosti. Celice so občutljive na spremembe v vsebnosti vode ter na nabrekanje in krčenje, kar vzdržuje razmerje ICW/ECW. Prevalenca sarkopenije je večja pri osebah z višjim razmerjem ECW/TBW. Nizek albumin in nizek BMI sta povezana z beljakovinsko-energijsko podhranjenostjo. Iz tega lahko sklepamo, da to razmerje prikazuje omejeno sposobnost telesa za obvladovanje razmerja med ICW in ECW, ko je ta energijsko in proteinsko podhranjen (Akimoto idr., 2024).



Slika 1: Sarkopenija

2.3.3 BELJAKOVINSKO MAŠČOBNO RAZMERJE (PFI)

Z bioimpedančno analizo ugotavljamo tudi količino beljakovin in maščob v organizmu. Razmerje med količino mišične mase in maščobne mase imenujemo *angl.* protein fat indeks (PFI), ki ga izračunamo z enačbo:

$$\frac{\text{mišična masa [kg]}}{\text{maščobna masa [kg]}}$$

Vrednost PFI prikazuje razmerje mišične mase in maščobne mase ter je pomemben faktor pri oceni katabolnih ali anabolnih stanj. Visoka vrednost PFI običajno kaže na dobro razvit mišični sistem z nizko telesno maščobo, medtem ko nizka vrednost lahko nakazuje na pomanjkanje mišične mase v primerjavi s telesno maščobo (Mountjoy idr., 2018).

Ta indeks je objektiven pokazatelj telesne sestave, ki se ga uporablja tako v športni kot splošni medicini, saj postavlja vpogled v razmerje med mišično in maščobno maso, ki je lahko pokazatelj splošnega zdravja ali stanja prehranjenosti. Znano je, da je PFI mogoče uporabiti kot integralen pokazatelj

¹⁶ Izguba mase skeletnih mišic

razmerja med telesnimi beljakovinami in maščobnimi komponentami tako v znanstvenih raziskavah kot v praksi, zlasti za športnike z visoko ogroženostjo za sindrom REDs (Dopsaj idr., 2018).

Mišična masa lahko predstavlja predvsem pomembno funkcionalno rezervo za čas starosti in bolezni. Mišična masa velja za presnovno aktivno tkivo. Poleg beljakovin iz prehrane telo pridobiva beljakovine tudi iz naše funkcionalne mase, ki so pogosto potrebne za boljše delovanje imunskega sistema, zato ni presenetljivo, da imajo osebe z visoko oroženostjo za sindrom REDs oslabil imunski sistem. Molekule imunskega sistema, ki se v primeru bolezni nahajajo v našem telesu v večjih količinah, so običajno večinsko sestavljene iz monomerov beljakovin oz. aminokislin in peptidov. Višja funkcionalna in s tem tudi mišična masa torej pomeni več možnosti za obrambo telesa in s tem prikazuje splošno zdravje. Glavna vloga mišic v našem telesu je mišična kontrakcija. Med samim krčenjem se mišica skrajša, ob iztegu pa se povrne v začetno stanje, kot posledica tega lahko premikamo okončine. Krčenje mišic pa telesu predstavlja tudi določeno mero oksidativnega stresa, iz česar sledi, da večje obremenitve mišice na njej lahko povzročijo mikropoškodbe. Pride do natrganja mišičnih vlaken, kar je pomembno tudi za sintezo novih. Krčenje mišic spremljajo tudi drugi procesi, ki so odgovorni za zmanjševanje stresa, ki ga povzroči kontrakcija. Ob kontrakciji se iz mišic sprošča veliko število molekul, med njimi tudi miokini¹⁷, ki so vnetne in protivnetne beljakovinske molekule, z različnimi učinke na samo mišico in na oddaljene organe, kot so jetra, trebušna slinavka, maščobno tkivo in krvožilni sistem. Njihovo delovanje v še ni znano v celoti, a je znano dovolj, da lahko potrdimo močno pozitiven učinek miokinov na zdravje, saj naj bi interleukin-6 (IL-6), najbolj razširjen miokin zmanjševal vnetne procese (Zupančič, 2019).

Mišična masa pa je koristna tudi za ohranjanje dobrega razmerja med maščobno in mišično maso, saj s povečanjem mišične mase oseba poveča tudi svoj bazalni metabolizem. Z vsakim pridobljenim kilogramom mišične mase oseba svoj bazalni metabolizem poveča za približno 100 kcal/dan, kar nam omogoča tudi kontrolo nad količino maščobne mase in s tem dobro ohranjanje količine PFI (Kim idr., 2020).

2.4 BIOIMPEDANČNA ANALIZA (BIA)

Bioimpedančna analiza je postopek izvedbe meritev telesne sestave, ki se najpogosteje uporablja v zdravstvenih ustanovah kot orodje za oceno hidriranosti in prehranjenosti pacientov. Metoda stoji na električnih lastnostih telesnih tkiv, ko so izpostavljena zunanemu električnemu toku. Impedanca je definirana kot sposobnost snovi, da se upira izmeničnemu električnemu toku. Bioimpedanca pa predstavlja impedanco bioloških tkiv, sestavljeno iz rezistence in reaktance. Rezistenca, ki jo določa dolžina, površina in tip materiala tkiva, odraža električni upor, medtem ko reaktanca izraža sposobnost upiranja spremembi napetosti vzdolž tkiva. V telesu rezistenco povzroča predvsem voda s topljenci, reaktanco pa celične membrane zaradi svoje kapacitance, ki omogoča shranjevanje električnega naboja.

Uporaba bioimpedančne analize temelji na ocenjevanju volumna telesa prek meritev zgoraj opisanih parametrov. Človeško telo sestavljata maščobna masa, ki deluje kot neprevodnik, in pusta telesna masa, ki zaradi visoke vsebnosti vode in elektrolitov predstavlja prevodnik. Pusta telesna masa vključuje kostno maso, celično maso tkiv (brez maščobe), vse telesne beljakovine in skupno telesno vodo, ki se deli na zunajcelično (ECW) in znotrajcelično (ICW) tekočino. Večina metod, ki uporabljajo bioimpedanco, temelji na razmerju med volumnom vode in kvadratom dolžine prevodnika glede na upor (L^2/R). Vendar zaradi razlik v anatomske in antropometričnih lastnostih telesa pride do variabilnosti rezistence in reaktance, imenovanih neobdelani podatki. Za določanje količine puste

¹⁷ Mišični citokini

telesne mase, maščobne mase, celične vode in podobnega so potrebne predikcijske enačbe, ki upoštevajo spremenljivke, kot so višina, masa, spol in starost.

Na voljo je več naprav za bioimpedančno analizo, vključno z enofrekvenčno in večfrekvenčno analizo, bioimpedančno spektroskopijo (BIS) in bioimpedančno vektorsko analizo (BIVA). Nekatere metode omogočajo ocenjevanje sestave celega telesa ali posameznih segmentov. Enačbe za oceno telesne sestave so večinoma zasnovane na zdravih posameznikih, zato so meritve pri pacientih z neravnovesjem tekočin, kot so edemi ali dehidracija, manj natančne. Različni proizvajalci naprav uporabljajo specifične enačbe, ki so pogosto fiksne in za uporabnika nedostopne.

Kljub nekaterim pomanjkljivostim je bioimpedančna analiza koristno orodje za spremljanje telesne sestave pacientov in njihovega prehranskega stanja. Za povečanje klinične uporabnosti bi bilo smiselno razviti metode, ki omejijo ocenjevanje telesne sestave na podlagi predikcijskih enačb. Surovi bioimpedančni parametri in njihove referenčne vrednosti bi lahko služili kot zanesljivejša osnova za analize. Bioimpedančna vektorska analiza se kaže kot obetavna metoda za ocenjevanje hidriranosti, zlasti pri pacientih z neravnovesjem tekočin (Ogrin, 2021).

3.0 METODE DE LA

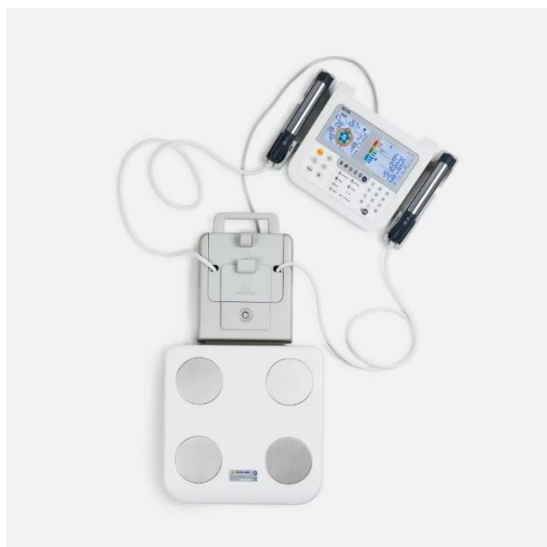
Najina raziskovalna naloga je sestavljena iz teoretičnega in empiričnega dela. Pri teoretičnem delu sva se osredotočili predvsem na simptome sindroma REDs, zdravljenje sindroma, posledice sindroma REDs na telo, diagnostiko in povezavo med podatki izmerjenimi z metodo bioimpedančne analize telesne sestave, v empiričnem delu pa sva izvedli validiran presejalni test RST in izmerili telesno sestavo z bioimpedančno meritvijo.

3.1 IZVEDBA RAZISKAVE

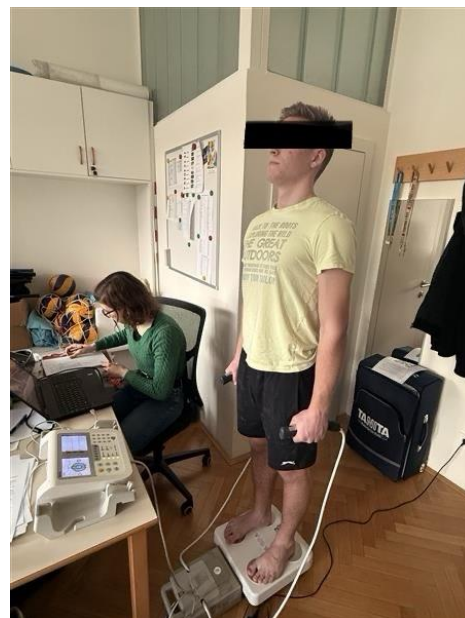
Raziskovanje sva začeli z aktivnim razširjanjem validiranega presejalnega vprašalnika za sindrom, vprašalnika RST. Presejalni vprašalnik sva razširjali med dijaki srednjih šol, ki so vprašalnik izpolnjevali v spletnem orodju 1KA. Anketni vprašalnik je izpolnilo 910 respondentov. Iz odgovorov sva nato s pomočjo točkovnika, ki sva ga pridobili od avtorjev presejalnega vprašalnika, za vsakega respondenta posebej izračunali RST seštevek, ki nama je povedal, v kolikšni meri so respondenti ogroženi s sindromom REDs. Višji kot je bil seštevek, več simptomov sindroma je doživel respondent, torej je bil bolj ogrožen. Točkovnik za vsak odgovor, ki opisuje nek simptom sindroma, navaja določeno število točk, ki se nato med seboj seštevajo po kategorijah. Respondente sva glede na število točk, doseženih na presejalnem testu, razvrstili v 3 skupine, ki so odražale različne stopnje ogroženosti za sindrom REDs (nizka ogroženost, srednja ogroženost in visoka ogroženost). Točkovnik predvideva, da so dekleta, ki so starejša od 16 let in so bila ocenjena z nizko ogroženostjo dosegla med 0 in 150 točk, dekleta z visoko ogroženostjo za sindrom REDs pa več kot 400. Dekleta, mlajša od 16 let in moški pa so bili uvrščeni v skupino z nizko ogroženostjo, če so dosegli med 0 in 100 točk, če so dosegli število točk, večje od 300, pa so bili uvrščeni v skupino z visoko ogroženostjo za sindrom REDs. Vsi respondenti, katerih število točk se je gibalo med naštetimi mejami, so bili uvrščeni v skupino z srednjo ogroženostjo. Najvišje možno število točk je 830.

Respondente sva nato povabili na meritev telesne sestave. 320 respondentov se je na povabilo odzvalo, prišli so na meritev. Izmed 320 izmerjenih oseb sva izločili vse, ki niso bili redno športno aktivni. V skupini z visoko ogroženostjo je ostalo 20 oseb. Ti so tvorili eksperimentalno skupino. Kontrolno skupino pa sva nato sestavili iz 20 izmerjenih respondentov, ki so imeli najnižje seštevke na presejalnem testu. Vse osebe so pred meritvijo dobile seznam napotkov, ki jih morajo spoštovati pred udeležbo na meritvi. Tako sva zagotovili nadzorovanost meritev. Izmerjeni so podpisali tudi obrazec o strinjanju s sodelovanjem v meritvi. Meritev telesne sestave sva izvedli z napravo Tanita MC-780 MA, naprednim večfrekvenčnim analizatorjem telesne sestave, ki uporablja bioimpedančno analizo za izvedbo meritev. Naprava omogoča oceno telesne maščobe, mišične mase, bazalnega metabolizma, visceralne maščobe in drugih parametrov. Natančnost meritev je klinično dokazana, napaka znaša 0,1%. Meritev se izvaja v oblačilih, merjenci pa morajo biti bos. Ob prvem signalu tehtnice merjenci stopijo nanjo, ob drugem signalu pa primejo ročaje tehtnice ter roke iztegnejo ob telesu. V tej drži ostanejo še nekaj sekund.

Dobljene rezultate sva nato primerjali med skupinama in zapisali odstopanja, ki bi lahko predstavljala usmeritve za hitrejšo diagnostiko sindroma s pomočjo meritev telesne sestave. Izvedli sva tudi statistično analizo rezultatov, s pomočjo katere sva poiskali razlike med kontrolno in eksperimentalno skupino, ki bi lahko služile kot smernice za diagnostiko.



Slika 2: Bioimpedančna tehtnica Tanita MC 780 MA



Slika 3: Izvajanje meritev

3.2 VSEBINA ANKETNEGA VPRAŠALNIKA

RST test je primerno presejalno orodje za zgodnje odkrivanje ogroženosti za sindrom REDs. To orodje lahko uporabljajo tako strokovnjaki, kot tudi športniki sami, saj je princip delovanja zelo jasen in namenjen vsem. Test RST vsebuje komponente testov EDS¹⁸ in PPGE¹⁹. V vprašalniku so vprašanja razdeljena na več komponent (menstrualna funkcija, ravni aktivnosti, prehrana in dieta, poškodbe, fiziološki učinki, psihološki učinki in dejavniki, ki vplivajo na mineralno gostoto kosti). Ker je

¹⁸ Presejalni test za prepoznavanje prehranjevalnih motenj (angl. *Eating Disorder Screen*)

¹⁹ Ginekološki pregled pred udeležbo (angl. *pre-participation gynecological examination*)

razpoložljivost energije najpomembnejši dejavnik za razvoj sindroma REDs, je tudi v RST testu največja teža vprašanj namenjena prav prehrani in dietam, iz česar pa sledi, da vprašanja iz te kategorije prinesejo tudi največ točk h končnem seštevku točk. Slednji ocenjuje stopnjo ogroženosti za sindrom REDs. Tej kategoriji po številu točk sledita kategoriji o ravni aktivnosti in menstrualni funkciji. Tudi ostale kategorije so ustrezno točkovane glede na njihov doprinos k ogroženosti za sindrom. Pri točkovanju je upoštevana tudi starost ter spol osebe, pri čemer osebe delimo v tri različne kategorije: ženske starejše od 16. let, ženske mlajše od 16. let in moški vseh starosti. Stopnje ogroženosti za sindrom REDs so bile določene z uporabo modela ocene ogroženosti.

Vprašalnik RST je bil razvit zaradi potrebe po presejalnem testu, ki bi bil razumljiv tudi mladim ter bi jih ozavestil o resnosti urejene prehrane, prilagojene trenažnem procesu. Cilj razvoja RST vprašalnika je bil tudi, da vprašalnik omogoči zgodnejšo identifikacijo in prvo obravnavo sindroma REDs (Davelaar idr., 2020).

3.3 STATISTIČNA ANALIZA PODATKOV

Za statistično obdelavo podatkov sva uporabili program SPSS. Najprej sva testirali normalnost porazdelitve spremenljivk s Shapiro-Wilkovim testom. Ker spremenljivke v kontrolni skupini niso bile normalno porazdeljene ($p < 0,05$), sva pri primerjavi vrednosti eksperimentalne in kontrolne skupine opazovanih parametrov (PFI, razmerje ECW:ICW, fazni kot) uporabili neparametrični Mann-Whitneyjev test.

3.3.1 IZBOR RESPONDENTOV

Anketni vprašalnik je namenjen mladim slovenskim športnikom. Zaradi aktivnega razširjanja ankete je vprašalnik izpolnilo 910 respondentov, iz katerih sva nato izločili tiste, ki se ne ukvarjajo s športom.

3.3.2 ODVISNA SPREMENLJIVKA

Odvisne spremenljivke v najini raziskavi so bile spremembe v telesni sestavi. Natančneje sva opazovali razmerje med mišično in maščobno maso (PFI), fazni kot (PhA) ter razmerje ECW:ICW.

3.3.3 NEODVISNA SPREMENLJIVKA

Neodvisno spremenljivko v raziskavi je predstavljala višina seštevka na RST testu. Glede na višino seštevka so bili respondenti razvrščeni v skupine z nizko, srednjo in visoko stopnjo ogroženosti za sindrom.

3.3.4 KONTROLIRANE SPREMENLJIVKE

Kontrolirane spremenljivke v najini raziskavi so vezane na lastnosti respondentov, saj so vsi, ki so bili vključeni v raziskavo, telesno aktivni več kot šest ur tedensko in so stari med 15 in 20 let. Prav tako so bili vsi izmerjeni z isto tehniko. Meritve sva nadzorovali z jasnimi navodili udeležencem. Vsi udeleženci so prejeli navodila, ki so jih morali upoštevati preden so se udeležili meritve.

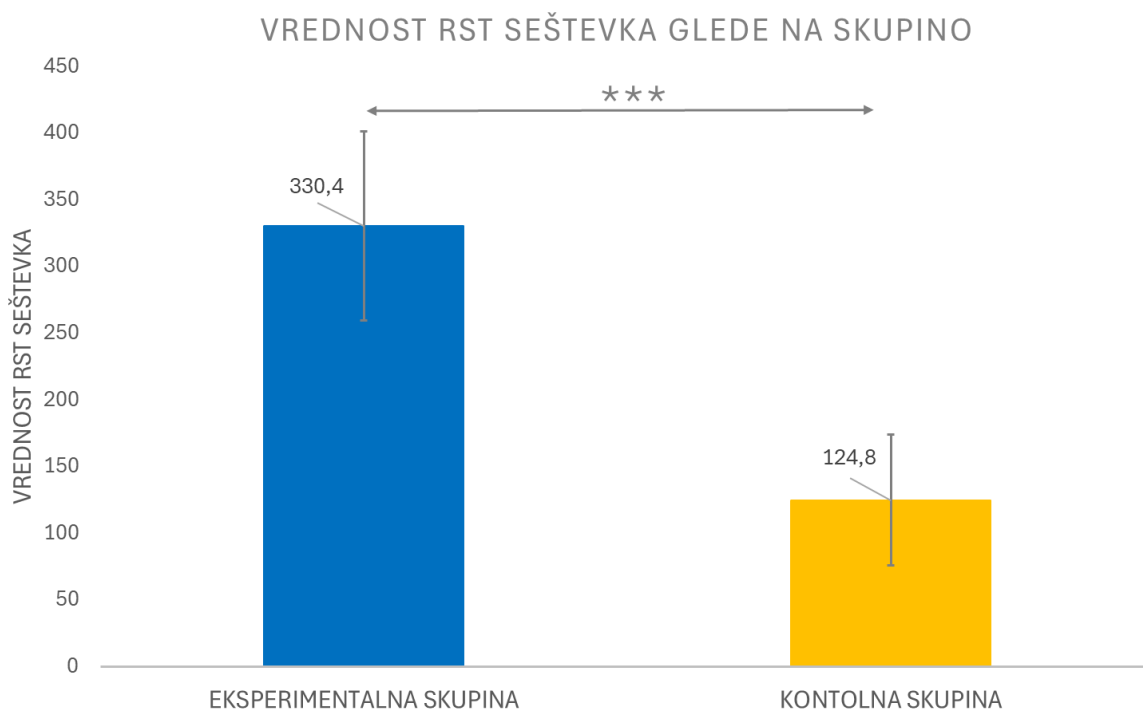
4.0 HIPOTEZE

- 1: Osebe z visoko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs bodo imele nižji fazni kot kot osebe z nizko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs.
- 2: Osebe z visoko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs bodo imele nižje razmerje ICW:ECW kot osebe z nizko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs.
- 3: Osebe z visoko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs bodo imele višje beljakovinsko maščobno razmerje (PFI) kot osebe z nizko stopnjo ogroženosti.

5.0 REZULTATI Z RAZPRAVO

5.1 ANKETNI VPRAŠALNIK RST

Anketni vprašalnik, sestavljen v orodju 1KA, je izpolnilo 910 respondentov. Povprečno doseženo število točk na RST testu je znašalo 246,8 točk. Najnižje število točk, doseženih na RST testu, je znašalo 42 točk, najvišje pa 568 točk. V Grafu 1 je predstavljeno povprečno število točk respondentov, ki so bili vključeni v kontrolno in povprečno število točk respondentov, ki so bili vključeni v eksperimentalno skupino. Razlika med številom točk v kontrolni ter raziskovalni skupini je bila statistično značilna ($p < 0,001$).



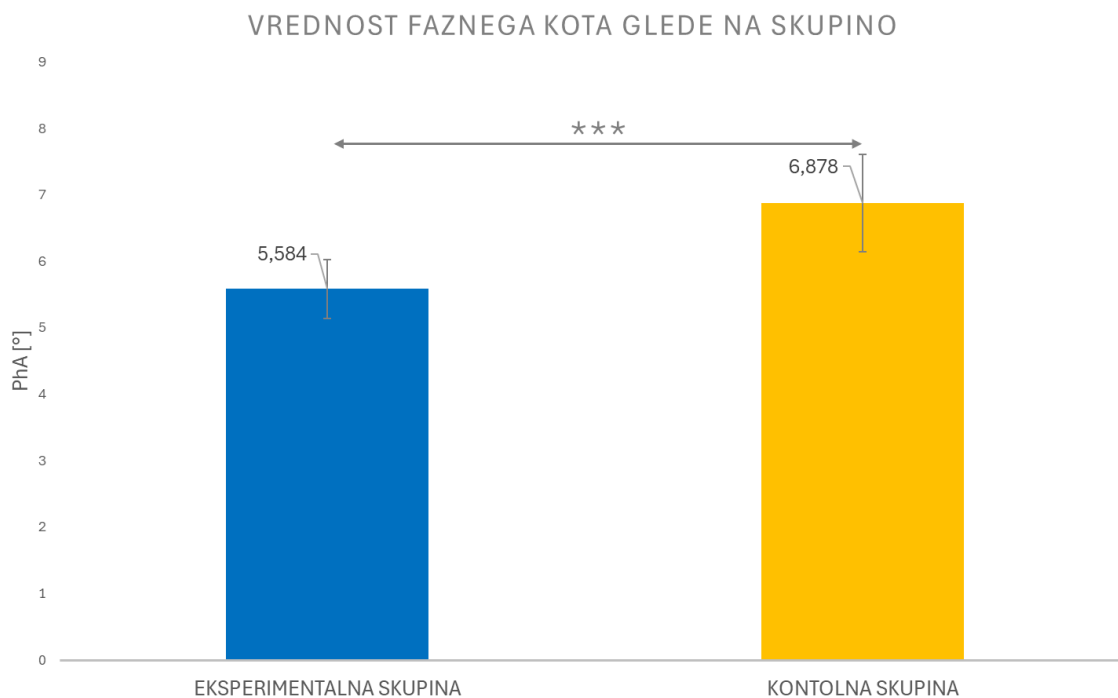
Graf 1: Vrednost RST seštevka glede na skupino

Ciljna skupina so bili mladi športniki, med katerimi je bilo 67% žensk in 33% moških. Povprečna starost respondentov je znašala 16,7 leta.

5.2 FAZNI KOT

Hipoteza 1. : “Osebe z visoko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs bodo imele nižji fazni kot kot osebe z nizko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs.”

Hipotezo 1 »Osebe z visoko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs bodo imele nižji fazni kot kot osebe z nizko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs« sva potrdili, saj sva ugotovili, da je pri manj ogroženih športnikih vrednost faznega kota znašala $6,88^{\circ} \pm 0,74^{\circ}$ (Graf 2), pri višje ogroženih športnikih pa $5,58^{\circ} \pm 0,44^{\circ}$. Razlika med opazovanima skupinama je statistično značilna ($p < 0,001$).



Graf 2: Vrednost faznega kota (PhA) glede na skupino

5.2.1 RAZLAGA UGOTOVITVE

Športniki, uvrščeni v kontrolno skupino, imajo značilno višji fazni kot v primerjavi z respondenti, uvrščeni v eksperimentalno skupino. Razlogov za takšne ugotovitve je več. Prvič, beljakovinska ter kalorična podhranjenost povzročata izgubo somatskih beljakovin, kar povzroči zmanjšanje puste telesne mase (vsota mase metabolno aktivnih celic ter zunajcelične vode). Natančneje, zmanjša se masa metabolno aktivnih celic (BCM), čemur sledi kompenzacijski premik znotrajcelične v zunajcelično vodo, kar poviša ECW:ICW razmerje. Z nižanjem puste telesne mase oziroma BMC ter spremembo v porazdelitvi tekočin v tkivih (spremembo ICW:ECW razmerja) se zmanjša X_c , kar zniža PhA (Stobäus idr., 2011; Christina idr., 2016; Izikler idr., 1999).

LEA v organizmu povzroča stres, zaradi česar nadledvična žleza sprošča stresni hormon, kortizol. Posledično imajo osebe z LEA povišane ravni kortizola, kar so ugotovili tudi v raziskavi z amenoreičnimi športnicami, ki so imele povišane vrednosti kortizola v krvi (Dave idr., 2022). Kortizol v telesu sproži različne procese. Spodbuja proizvodnjo reaktivnih oblik kisika, tvorbo superoksidnih anionov in peroksidacijo lipidov, kar inducira oksidativni stres, prav tako pa kortizol tudi zmanjša vsebnost GSH in membranskih SH-skupin, s čimer izčrpa antioksidativno obrambo. Vse to pripomore k oksidativnem stresu v telesu (Signorello idr., 2024). Oksidativni stres nato povzroči poškodbe celičnih membran ter poruši ICW:ECW razmerje. S tem se zniža kapacitivnost celičnih membran X_c ter posledično tudi fazni kot (Silva idr., 2022).

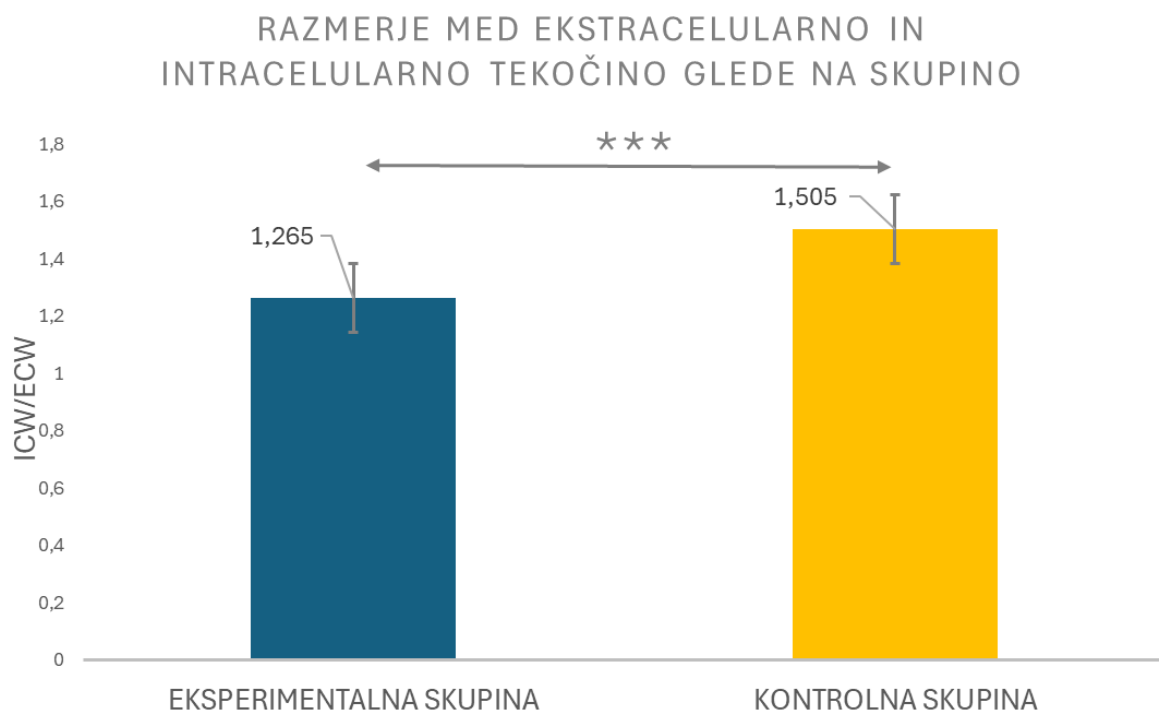
Kortizol pa ni edini povzročitelj oksidativnega stresa v telesu. Pomembno nanj vpliva tudi vnetje, ki se pojavi v mišicah kot ena izmed faz regeneracije poškodovanih mišic. LEA povzroči, da je vnetna faza intenzivnejša. To so dokazali tudi Pertille in sodelavci (2017), ko so primerjali regeneracijo poškodovanih mišic podhranjenih podgan ter zadostno hranjenih podgan. Podhranjene podgane so

imele intenzivnejšo vnetno fazo kot zadostno hranjene podgane. Močnejše vnetje v mišicah športnikov z LEA povzroči, da se sprošča več reaktivnih oblik kisika (Gonzalez idr., 2024), ki, kot že zgoraj omenjeno, povzročajo oksidativni stres ter tako znižujejo Xc ter PhA.

5.3 RAZMERJE ICW:ECW

Hipoteza 2: “Osebe z visoko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs bodo imele nižje razmerje ICW:ECW kot osebe z nizko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs.”

Hipotezo 2 sva potrdili, saj sva ugotovili, da imajo osebe z visoko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs statistično značilno nižje razmerje ECW:ICW kot osebe z nizko stopnjo ogroženosti ($p < 0,01$). Razmerje v kontrolni skupini je znašalo $1,51 \pm 0,28$, razmerje v eksperimentalni skupini pa $1,23 \pm 0,16$ (Graf 3).



Graf 3: Razmerje med ekstracelularno in intracelularno tekočino (ICW:ECW) glede na skupino

5.3.1 RAZLAGA UGOTOVITVE

Dobljeni rezultati se skladajo s teoretičnim pregledom, saj so že Serra-Pratt in sodelavci (2019) v raziskavi, kjer so ugotavljali povezavo med mišično močjo, šibkostjo in funkcionalno zmogljivostjo ter znorajcelično in celotno telesno vodo pri starejši populaciji dokazali, da voda, ki se veže na glikogen, zagotavlja dobro razpoložljivost hranil in optimalno porabo energetskih virov ter ima anabolični učinek. Medtem izčrpavanje ICW ovira razpoložljivost hranil in lahko povzroči znotrajcelični katabolični učinek,

ki je tudi simptom sindroma REDs. Kot rezultat sva dobili razmerje, ki ustreza pričakovanemu, saj naj bi pričakovano razmerje ICW:ECW znašalo 3:2. Iz dobljenih podatkov lahko torej opazimo, da je pri osebah v eksperimentalni skupini prišlo do povečanja izvencelične tekočine in zmanjšanja znotrajcelične tekočine izven obsega pričakovanih vrednosti, v kontrolni skupini pa so bile vrednosti znotraj pričakovanih.

Razmerje ECW:ICW nam prikaže porazdeljenost tekočine in stopnjo podhranjenosti. Slednja je lahko indikator beljakovinsko-energijske izgube in mišične izgube (simptoma sindroma REDs). Znana je tudi povezava med ECW:ICW in poenostavljenim kreatininskim indeksom, ki prav tako služi kot označevalec beljakovinsko-energijske izgube in mišične izgube (sarkopenija). Povišan ECW prikazuje tudi višjo stopnjo vnetij. To bi lahko kazalo na višjo dovzetnost za sindrom REDs, saj oboleli športniki svojih mišic ne zmorejo ustrezno regenerirati, zato pride tudi do vnetij. Povečanje količine ECW, ki otežuje tudi regeneracijo je lahko vzrok katabolizma beljakovin in propadanja mišic. Prav tako povišana ECW poslabša absorpcijo črevesnih hranil, kot so beljakovine in vitamin D, kar sekundarno lahko povzroči zmanjšanje mišične mase in delovanja. Pojavijo se tudi motnje v delovanju osi HPA, kar lahko vodi v zmanjšano gostoto kosti in neravnovesja v hormonskem stanju. Poleg tega lahko samo zmanjšanje ICW neposredno odraža zmanjšanje mišične mase. Vse to pa so tudi simptomi sindroma REDs (Yajima idr., 2023).

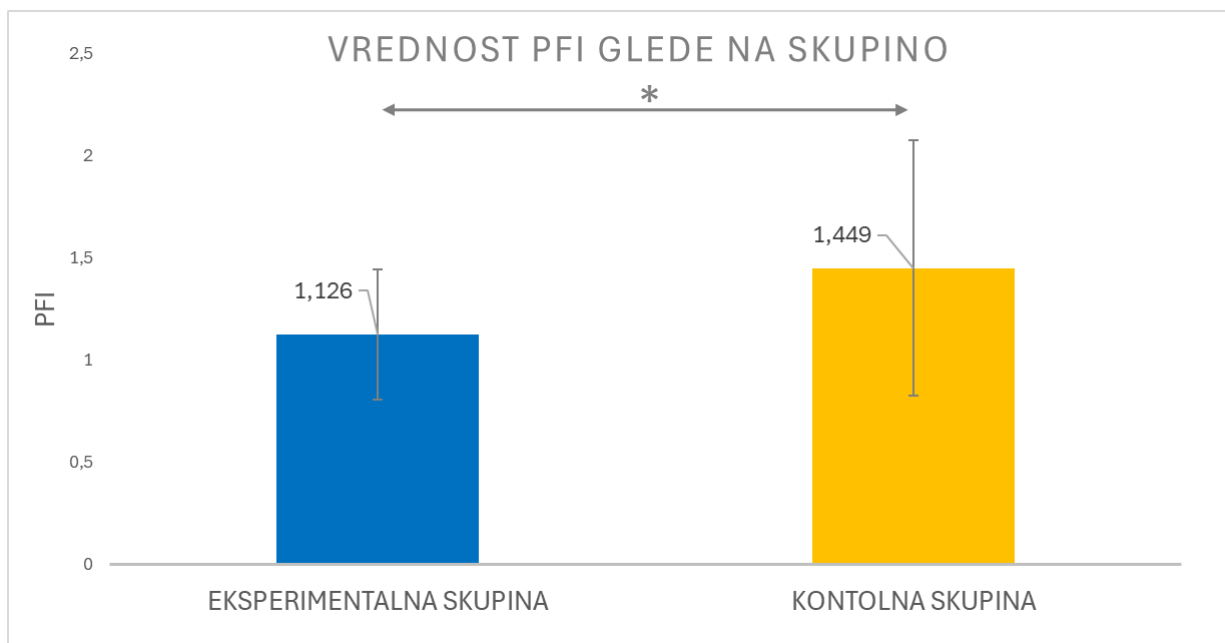
Na razmerje ECW:ICW pa vpliva tudi količina glikogena, saj se voda veže na glikogen, na 1g glikogena so vezani 3-4 g vode. V obdobju diete (npr. obdobje prenizkega energijskega vnosa pri sindromu REDs) glikogen vpliva na nihanje teže in posledično povzroči znižanje ICW. Voda, ki je vezana na glikogen, zagotavlja dobro razpoložljivost hranilnih snovi, optimizira porabo energijskih virov in spodbuja anabolizem. Pomanjkanje vode oz. ICW pa negativno vpliva na razpoložljivost hranil in lahko povzroči znotrajcelični katabolični učinek (Silva idr., 2011).

Te teorije potrjuje tudi raziskava Lorenza in sodelavcev (2019), kjer so opazovali, kako spremembe v celotni telesni vodi vplivajo na maksimalno moč podlahti. Rezultati so pokazali, da so športniki, ki so doživeli padec ICW, imeli tudi nižjo FMS. Raziskovalci sklepajo, da je padec ICW povzročil katabolne učinke (glede na teorijo otekanja celic), kar je na koncu povzročilo manjšo sposobnost proizvodnje moči. Sklepajo pa, da je ICW upadel tistim športnikom, ki niso zaužili zadosti hrane ter so imeli neustrezne strategije rehidracije (količina in sestava pijače). Tako niso mogli hitro napolniti zalog glikogena (zlasti v 2 urah po vadbi), kar zniža ICW. Ne zadostno polnjenje zalog glikogena po treningu pa je že dokazano tudi eden glavnih vzrokov za razvoj sindroma REDs. Znano je tudi, da podhranjenost povzroči ekstracelularno ekspanzijo in krčenje ICW.

5.4 PFI

Hipoteza 3: “ Osebe z visoko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs bodo imele višje beljakovinsko maščobno razmerje (PFI) kot osebe z nizko stopnjo ogroženosti.”

Hipoteze 3 nisva potrdili, saj sva ugotovili, da imajo osebe z visoko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs nižje razmerje med mišično in maščobno maso kot osebe z nizko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs. Povprečna vrednost PFI v kontrolni skupini je znašala $1,44 \pm 0,62$, v eksperimentalni skupini pa $1,13 \pm 0,32$ (Graf 4). Razlika med opazovanima skupinama se značilno razlikuje ($p < 0,036$).



Graf 4: Vrednost beljakovinsko maščobnega razmerja (PFI) glede na skupino

5.4.1 RAZLAGA UGOTOVITVE

Ob pregledu literature sva zaznali, da naj bi imele ženske z amenorejo nižji delež maščobne mase (Sepaher, 2009), iz česar sva predpostavili, da naj bi imele osebe z visoko ogroženostjo za sindrom REDs višjo vrednost PFI, česar pa v najini raziskavi nisva potrdili.

Ugotovili sva, da imajo osebe z visoko stopnjo ogroženosti za sindrom REDs nižje razmerje PFI od oseb z nizko stopnjo ogroženosti, za kar sva po kasnejšem pregledu teorije našli tudi logično razlago. V primeru relativnega nezadostnega vnosa hrane bo višje razmerje med kortizolom in inzulinom, povezano z nižjimi ravnmi IGF-1, povzročilo manjše pridobivanje mišic, oslABLJENO lipolizo in oksidacijo maščob. Ko je telo v stanju sindroma REDs, pa ob kritičnem pomanjkanju energije pride do zmanjšanja mišične mase, ki jo telo razgrajuje za potrebe energije, ki ni bila vnešena s hrano. Ta proces imenujemo glukoneogeneza. Z zmanjšanjem mišične mase pa se bo zmanjšala tudi naša potreba po energiji, kar lahko privede do dodatnega kopičenja maščobne mase in s tem posledično nizkega razmerja PFI (Moulder idr., 2022).

To teorijo podpira tudi raziskava Oxfeldta in sodelavcev (2023), kjer so dnevno integrirano sintezo mišičnih beljakovin merili s porabo devterijevega oksida (D2O) skupaj s spremembami v telesni sestavi, hitrosti presnove v mirovanju, biomarkerjih v krvi in 24-urnem ravnovesju dušika. Ugotovili so, da je LEA zmanjšala dnevno integrirano sintezo miofibrilarnih in sarkoplazemskih mišičnih beljakovin v primerjavi z optimalno energijsko razpoložljivostjo. Po LEA so opazili sočasno zmanjšanje puste mase, ravnovesja dušika v urinu, indeksa prostega androgena, koncentracije ščitničnega hormona, hitrosti presnove v mirovanju in dvig maščobne mase. Ti rezultati poudarjajo, da lahko LEA negativno vpliva na telesno sestavo, s tem na razmerje PFI in sintezo mišičnih beljakovin.

5.5 EVALVACIJA METOD DELA

V raziskavi sva uporabili raziskovalni metodi anketiranja ter bioimpedančno meritev telesne sestave. Metoda anketiranja je bila za najino raziskavo najbolj primerna, saj je omogočala učinkovito in hkrati poglobljeno pridobivanje podatkov, ki sva jih potrebovali. Prednost metode anketiranja je, da lahko pridobimo velik vzorec respondentov v kratkem času. Pridobivanje zadostnega števila respondentov se je izkazalo za zahtevno, saj mnogi kljub prošnji anketnega vprašalnika niso rešili. Težavo sva rešili z še intenzivnejšim razširjanjem anketnega vprašalnika in spodbujanjem oseb k reševanju. Še ena prednost metode je ta, da sva lahko že vnaprej določili možne odgovore, kar je pospešilo analizo ter olajšalo beleženje rezultatov. Slabost raziskovalne metode anketnega vprašalnika pa je ta, da je pri vprašanih odprtega tipa v nekaterih primerih prišlo do nejasnih odgovorov. Težavo bi sicer lahko rešili z uporabo izključno vprašanj zaprtega tipa ali postavljanjem natančnejših vprašanj, a tega nisva mogli storiti, saj je uporabljen RST vprašalnik že validiran. Tudi naslednja raziskovalna metoda, bioimpedančna meritev telesne sestave, se je izkazala za ustrezno. Bioimpedančna tehtnica namreč omogoča preprosto in hitro izvedbo meritve (trajanje 1 min) ter zagotavlja natančne rezultate meritev. Izziv nama je predstavljalo predvsem iskanje bioimpedančne tehtnice, potrebno pa je bilo paziti tudi, da so se merjenci držali vseh predhodnih navodil. Pri analizi podatkov nama je oviro predstavljalo zamudno povezovanje rezultatov meritve telesne sestave vsakega posameznika z njegovim RST seštevkom zaradi velikega števila anketirancev ter merjencev.

V raziskavo je bilo vključenih le 40 merjencev, 20 v eksperimentalni in 20 v kontrolni skupini. Relativno majhna velikost vzorca je posledica razširjanja anketnega vprašalnika med splošno populacijo, ki po večini ni redno športno aktivna. V raziskavo sva vključili le redno športno aktivne posameznike, zato se je velik delež respondentov izkazal za neustrezne. Vzorec bi lahko povečali z anketiranjem večjih skupin športnikov, kot so na primer dijaki športnih gimnazij ali člani športnih klubov. Prav tako je bilo v raziskavo vključenih več športnic kot športnikov, saj se sindrom pri ženskah razvije hitreje kot pri moških. Ustrežneje bi bilo, da bi bilo razmerje med spoloma znotraj skupin enako, saj bi tako lahko primerjali tudi rezultate meritev med spoloma ter dosegli bolj reprezentativne ugotovitve. To bi lahko dosegli z intenzivnejšim razširjanjem vprašalnika med moškimi športniki, še posebej tistimi, ki se ukvarjajo z športi, bolj dovzetnimi za sindrom.

Za še natančnejše odkrivanje ogroženih športnikov bi lahko v anketni vprašalnik namesto enega vključili več presejalnih vprašalnikov, ki se uporabljajo pri diagnosticiranju sindroma REDs. To so na primer vprašalniki o prisotnosti nizke energijske razpoložljivosti pri športnikih ali vprašalniki o prehranjevalnih navadah ter motnjah.

6.0 ZAKLJUČEK

Sindrom REDs je pogosto spregledana past, v katero se ujamejo mnogi športniki. Razvije se zaradi prenizkega energijskega vnosa, ki privede do energijskega primanjkljaja v organizmu. Ta povzroči različne motnje v delovanju organskih sistemov ter tako škoduje zdravju športnika. Povzroči motnje delovanja endokrinega sistema, reproduktivne funkcije, mineralizacije kosti itd. (Mountjoy idr., 2018). Prav tako sindrom zniža tudi športno uspešnost, saj znižuje vzdržljivost, koordinacijo in eksplozivnost ter poveča verjetnost poškodb (Gallant idr., 2024). Kljub velikemu pomenu čim zgodnejše diagnostike sindroma za hitrejše okrevanje športnika trenutno ni razvitih veliko diagnostičnih orodij za sindrom (Mountjoy idr., 2018). V tej raziskovalni nalogi sva s postavitvijo smernic za diagnostiko sindroma z meritvami telesne sestave želeli spodbuditi raziskovanje ter uveljavljavitev meritev telesne sestave kot novega diagnostičnega orodja za sindrom REDs. Gre namreč za ugodno in hitro meritev, ki bi lahko omogočila številčnejše in zgodnejše diagnosticiranje sindroma REDs pri športnikih, saj meritev mnogi že izvajajo na rednih zdravstvenih pregledih.

V nalogi sva ugotavljali vpliv sindroma REDs na telesno sestavo športnikov, s pomočjo ugotovitev pa postavili smernice za diagnostiko sindroma. Izmed treh zastavljenih hipotez o vplivu sindroma na telesno sestavo sva potrdili dve, eno pa ovrgli. Ustrezno sva predvidevali, da bodo imeli športniki z višjo stopnjo ogroženosti za sindrom nižje vrednosti faznega kota in razmerja ICW:ECW. Nasprotno od najinih pričakovanj pa sva ugotovili, da imajo športniki z višjo stopnjo ogroženosti tudi višje vrednosti razmerja PFI, imajo torej več maščobne mase in manj mišične mase. Vse ugotovitve so bile statistično značilne.

S pomočjo potrjenih in ovrženih hipotez sva postavili sledeče smernice za diagnostiko REDs sindroma s pomočjo meritve telesne sestave:

- Športniki, ki so za sindrom REDs višje ogroženi, bodo imeli nižji fazni kot v primerjavi z nizko ogroženimi športniki.
- Športniki, ki so za sindrom REDs višje ogroženi, bodo imeli nižje razmerje med mišično in maščobno maso kot nizko ogroženi športniki; višje ogroženi športniki bodo imeli manjšo mišično maso ter višjo maščobno maso kot nizko ogroženi športniki.
- Športniki, ki so za sindrom REDs višje ogroženi, bodo imeli nižje razmerje med znotraj- in zunajcelično vodo kot nizko ogroženi športniki; višje ogroženi športniki bodo imeli manj znotrajcelične vode in več zunajcelične vode kot nizko ogroženi športniki.

S pomočjo zgornjih smernic lahko v rezultatih meritev telesne sestave pri športniku prepoznamo prisotnost sindroma REDs in ga usmerimo na nadaljne preiskave ogroženosti za sindrom. V kolikor je pri njem potrjeno energijsko pomanjkanje, mora takoj pričeti z zdravljenjem. Kot diagnostično orodje bi bile meritve telesne sestave priročne ravno zaradi dejstva, da jih športniki (v druge namene) že opravljajo na rednih zdravstvenih pregledih. Tako bi lahko mnogi prejeli ustrezno testiranje za sindrom brez potrebe, da bi pri njih že obstajal sum na sindrom. Simptomov sindroma namreč veliko trenerjev in športnikov ne zna prepoznati, dokler se ti resno ne poslabšajo. Prav zgodnja diagnoza in pričetek zdravljenja pa sta ključnega pomena za čimprejšnje okrevanje športnika, saj zdravljenje s trajanjem sindroma postaja vedno dolgotrajnejše in zahtevnejše (Mountjoy idr., 2018).

Sindrom REDs predstavlja v športni medicini še skoraj povsem neraziskano področje, zato je za zaščito zdravja športnikov pomembno, da spodbujamo njegovo nadaljnjo raziskovanje. Ob prebiranju literature sva opazili še posebej veliko potrebo po raziskavah, ki bi podrobno analizirale raznovrstne mehanizme, ki se v telesu sprožijo ob energijskem primanjkljaju. S poglobljenim poznavanjem teh mehanizmov bi namreč lahko še boljše razumeli vpliv sindroma na telesno sestavo ter razvili tudi nova diagnostična orodja, ki bi temeljila na zaznavanju aktivnosti teh mehanizmov. Za nadaljnji razvoj meritev telesne sestave kot diagnostičnega orodja pa bi bilo nujno izvesti raziskave, ki bi za različne

parametre meritev telesne sestave določile mejne vrednosti za ogroženost za sindrom. Ne gre spregledati pomena izobraževanja in ozaveščanja športnikov ter vseh, ki z njimi sodelujejo, o sindromu REDs in ustrezni športni prehrani. Tako lahko preprečimo razvoj sindroma pri mnogih športnikih. Potrebno pa je razviti tudi boljšo oskrbo športnikov, ki se sindromu niso uspeli izogniti. Pri tem bi ključno vlogo lahko odigrala ambulanta, specializirana za oskrbo športnikov s sindromom REDs (Mountjoy idr., 2018).

7.0 VIRI IN LITERATURA

- Akimoto idr. (15. 6 2024). *MDPI*. Pridobljeno iz Association of Body Water Balance, Nutritional Risk, and Sarcopenia with Outcome in Patients with Acute Ischemic Stroke: A Single-Center Prospective Study: <https://www.mdpi.com/2072-6643/16/13/2165>
- Barrea idr. (30. 3 2021). *MDPI*. Pridobljeno iz Phase Angle as an Easy Diagnostic Tool of Meta-Inflammation for the Nutritionist: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/5/1446>
- Bomba idr. (27.. 3. 2006). *ScienceDirect*. Pridobljeno iz Endocrine profiles and neuropsychologic correlates of functional hypothalamic amenorrhea in adolescents: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0015028206044293>
- British Journal of Sports Medicine. (30. 5. 2018). *British journal of Sports Medicine blog*. Pridobljeno iz 2018 UPDATE: Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): <https://blogs.bmj.com/bjbm/2018/05/30/2018-update-relative-energy-deficiency-in-sport-red-s/>
- Budhiwianto idr. (15.. 5. 2023). *PubMed*. Pridobljeno iz Global Prevalence of Eating Disorders in Nutrition and Dietetic University Students: A Systematic Scoping Review: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37242199/>
- Cabre idr. (11. 2022). *National Library of Medicine*. Pridobljeno iz Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): Scientific, Clinical, and Practical Implications for the Female Athlete: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9724109/>
- Cabre idr. (1. 11 2022). *PubMed*. Pridobljeno iz Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): Scientific, Clinical, and Practical Implications for the Female Athlete: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9724109/>
- Camaschella, C. (2019). *blood*. Pridobljeno iz Iron deficiency: <https://ashpublications.org/blood/article/133/1/30/6613/Iron-deficiency>
- Christina idr. (3 2016). *ScienceDirect*. Pridobljeno iz Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body composition: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002916522065558>
- Curry idr. (2015). *Springer Nature Link*. Pridobljeno iz Female Athlete Triad Awareness Among Multispecialty Physicians: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40798-015-0037-5>

- Dave idr. (2022). *ScienceDirect*. Pridobljeno iz Relative energy deficiency in sport (RED – S): <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1538544222001110>
- Davelaar idr. (2020). *PubMed*. Pridobljeno iz Validation of an Age-Appropriate Screening Tool for Female Athlete Triad and Relative Energy Deficiency in Sport in Young Athletes: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7358951/>
- Dopsaj idr. (9 2018). *Researchgate*. Pridobljeno iz PROTEIN, BODY FAT AND PROTEIN FAT INDEX (PFI): MODEL CHARACTERISTICS AND DIFFERENCES BETWEEN ATHLETES AND NON-ATHLETES OF BOTH GENDERS ESTIMATED USING MULTICHANNEL BIOELECTRIC IMPEDANCE: https://www.researchgate.net/publication/327630676_PROTEIN_BODY_FAT_AND_PROTEIN_FAT_INDEX_PFI_MODEL_CHARACTERISTICS_AND_DIFFERENCES_BETWEEN_ATHLETES_AND_NON-ATHLETES_OF_BOTH_GENDERS_ESTIMATED_USING_MULTICHANNEL_BIOELECTRIC_IMPEDANCE
- Dvorakova idr. (2024). *frontiers*. Pridobljeno iz A literature review of biomarkers used for diagnosis of relative energy deficiency in sport: <https://www.frontiersin.org/journals/sports-and-active-living/articles/10.3389/fspor.2024.1375740/full>
- Elliot-Sale idr. (2018). *Human Kinetics Journal*. Pridobljeno iz Endocrine effects of Relative Energy Deficiency in Sport: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsnem/28/4/article-p335.xml?content=contributor-notes>
- Gallant idr. (1.. 10. 2024). *Sports Medicine*. Pridobljeno iz Low Energy Availability and Relative Energy Deficiency in Sport: A Systematic Review and Meta-analysis: <https://www.fisiologiadelejercicio.com/wp-content/uploads/2024/11/Low-Energy-Availability-and-Relative-Energy-Deficiency-in-Sport.pdf>
- Gonzalez idr. (3.. 2. 2016). *NAtional Library of Medicine*. Pridobljeno iz Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body composition: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6546229/>
- Gonzalez idr. (2024). *Science Direct*. Pridobljeno iz Relationship between inflammation and oxidative stress and its effect on multiple sclerosis: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213485321002632#:~:text=However%2C%20there%20is%20much%20evidence,ROS%20leading%20to%20oxidative%20stress>
- Gould idr. (2023). *Thieme*. Pridobljeno iz Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S) in Adolescents – A Practical Review: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/a-1947-3174#N10D47>
- Hamer idr. (27. 2 2021). *Humankinetics*. Pridobljeno iz Are Coaches of Female Athletes Informed of Relative Energy Deficiency in Sport? A Scoping Review: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/wspaj/29/1/article-p38.xml>
- Iorga idr. (9.. 10. 2017). *National Libraray of Medicine*. Pridobljeno iz The protective role of estrogen and estrogen receptors in cardiovascular disease and the controversial use of estrogen therapy: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5655818/>
- Izikler idr. (1999). *ScienceDirect*. Pridobljeno iz Association of morbidity with markers of nutrition and inflammation in chronic hemodialysis patients: A prospective study: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0085253815461514>

- Jeukendrup idr. (17.. 9. 2024). *Springer Nature Link*. Pridobljeno iz Does Relative Energy Deficiency in Sport (REDs) Syndrome Exist?: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-024-02108-y>
- Kim idr. (25. 3 2020). *PubMed*. Pridobljeno iz Impact of Skeletal Muscle Mass on Metabolic Health: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32207258/>
- Łagowska, K. (11.. 11. 2018). *NAtional Library of Medicine*. Pridobljeno iz The Relationship between Vitamin D Status and the Menstrual Cycle in Young Women: A Preliminary Study: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6265788/#:~:text=It%20has%20been%20reported%20that,than%20women%20with%20regular%20cycles>
- Lorenzo idr. (2019). *MDPI*. Pridobljeno iz The Role of Water Homeostasis in Muscle Function and Frailty: A Review: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/8/1857#B79-nutrients-11-01857%20>
- Magee idr. (15. 6 2023). *MDPI*. Pridobljeno iz Body Composition, Energy Availability, Risk of Eating Disorder, and Sport Nutrition Knowledge in Young Athletes: <https://www.mdpi.com/2072-6643/15/6/1502>
- Martin, M. (2024). *University Pittsburgh*. Pridobljeno iz Abstract Examining RED-S Knowledge & Current Practices in Athletic Trainers and Coaches of Adolescent Female Athletes: <https://d-scholarship.pitt.edu/46012/>
- Maver, N. (2020). *Repozitorij Univerze v Ljubljani*. Pridobljeno iz Analiza razvoja sindroma relativnega energijskega primanjkljaja s študijo primera: <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=131354&lang=slv#page=14&zoom=100,90,557>
- Miller idr. (1.. 6. 1999). *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. Pridobljeno iz Amenorrheic Bone Loss: <https://academic.oup.com/jcem/article-abstract/84/6/1775/2864158>
- MOK. (28.. 9. 2023). *IOC*. Pridobljeno iz IOC publishes new Consensus Statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs) to protect athlete health: <https://www.olympics.com/ioc/news/ioc-publishes-new-consensus-statement-on-relative-energy-deficiency-in-sport-reds-to-protect-athlete-health>
- Moulder idr. (5. 2022). *NUTRITION ISSUES IN GASTROENTEROLOGY*.
- Mountjoy idr. (12 2018). *Briticsh Medicine Journal*. Pridobljeno iz IOC consensus statement on relative energy: <https://bjsm.bmj.com/content/bjsports/52/11/687.full.pdf>
- Mountjoy idr. (2018). *Human Kinetics Journal*. Pridobljeno iz International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): 2018 Update: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsnem/28/4/article-p316.xml>
- Mountjoy idr. (2023). *British Medical Journal Journals*. Pridobljeno iz 023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs): <https://bjsm.bmj.com/content/57/17/1073>
- Mountjoy idr. (1. 2. 2024). *British Journal of Sports Medicine*. Pridobljeno iz 2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs): <https://bjsm.bmj.com/content/57/17/1073>

- Norman, E. (8.. 3. 2023). Pridobljeno iz IDEAL BODY WEIGHT AND BODY FAT PERCENTAGE PREDICT RELATIVE ENERGY DEFICIENCY IN SPORT (RED-S) SCORES IN COLLEGIATE: https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1108&context=foodsci_etds
- Norris idr. (26.. 9. 2015). *International journal of eating disorders*. Pridobljeno iz Gastrointestinal complications associated with anorexia nervosa: A systematic review: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/eat.22462>
- O'Donnell idr. (16.. 3. 2015). *AHA/ASA journals*. Pridobljeno iz Discordant Orthostatic Reflex Renin–Angiotensin and Sympathoneural Responses in Premenopausal Exercising-Hypoestrogenic Women: <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/HYPERTENSIONAHA.114.04976>
- Ogrin, J. (2021). Repozitorij univerze v Ljubljani. Ljubljana, Slovenija. Pridobljeno iz <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=140671&lang=slv>
- Oxfeldt idr. (29.. 6 2023). *Low energy availability reduces myofibrillar and sarcoplasmic muscle protein synthesis in trained females*. Pridobljeno iz National library of medicine: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37329147/>
- Papageorgiou idr. (12. 2017). *Science Direct*. Pridobljeno iz Effects of reduced energy availability on bone metabolism in women and men: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S8756328217303137>
- Pertille idr. (2017). *Scielo Brazil*. Pridobljeno iz Evaluation of skeletal muscle regeneration in experimental model after malnutrition: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/LRrpwBjpnhwvmN58dFvjrYR/?lang=en>
- Podvršnik, S. (15.. 10. 2021). *Repozitorij Univerze na Primorskem*. Pridobljeno iz Sindrom relativnega energijskega pomanjkanja (RED-s) in sestava telesa pri rekreativnih športnikih: <https://repozitorij.upr.si/Dokument.php?id=26176&lang=slv>
- Riviere idr. (13. 6 2021). *MDPI*. Pridobljeno iz Nutrition Knowledge of Collegiate Athletes in the United States and the Impact of Sports Dietitians on Related Outcomes: A Narrative Review: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/6/1772>
- Schulz idr. (19. 12 2024). *Sage Journals*. Pridobljeno iz Mapping the gap: A study on the confidence in knowledge and reporting of relative energy deficiency in sport (REDs) in Canadian University cross-country coaches and athletes: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/17479541241305389>
- Sepaher, K. (2009). *Univerza v Ljubljani: Fakulteta za šport*. Pridobljeno iz problem motenj hranjenja, prezgodnje osteoporoze in amenoreje pri ženskah v športu: <https://www.fsp.uni-lj.si/cobiss/diplome/Diploma22052450SepaherKristina.pdf>
- Serra-Prat idr. (2019). *Science Direct*. Pridobljeno iz Total Body Water and Intracellular Water Relationships with Muscle Strength, Frailty and Functional Performance in an Elderly Population. A Cross-Sectional Study: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1279770723010436>
- Shimizu idr. (5. 2012). *Official Journal of the National Strength and Conditioning Association*. Pridobljeno iz Mucosal Immune Function Comparison Between Amenorrheic and Eumenorrheic Distance Runners: <https://journals.lww.com/nsca-jscr/pages/articleviewer.aspx?year=2012&issue=05000&article=00032&type=Fulltext>

- Signorello idr. (25. 7 2024). *MDPI*. Pridobljeno iz Oxidative Stress Induced by Cortisol in Human Platelets: <https://www.mdpi.com/1422-0067/25/7/3776>
- Silva idr. (2010). *National Library of Medicine*. Pridobljeno iz Relationship between changes in total-body water and fluid distribution with maximal forearm strength in elite judo athletes: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21869630/>
- Silva idr. (29. 6 2011). *Journal of Strength and Conditioning Research*. Pridobljeno iz Relationship Between Changes in Total-Body Water and Fluid Distribution With Maximal Forearm Strength in Elite Judo Athletes: https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2011/09000/Relationship_Between_Changes_in_Total_Body_Water.18.aspx
- Silva idr. (1. 2022). *Science Direct*. Pridobljeno iz Exploring the potential role of phase angle as a marker of oxidative stress: A narrative review: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0899900721003555>
- Silva idr. (2022). *Springer Nature Link*. Pridobljeno iz Phase angle and cellular health: inflammation and oxidative damage: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11154-022-09775-0>
- Stellingwerff idr. (28.. 6. 2021). *Springer Nature Link*. Pridobljeno iz Overtraining Syndrome (OTS) and Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): Shared Pathways, Symptoms and Complexities: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-021-01491-0>
- Stellingwerff idr. (26. 9 2024). *British Journal of Sports Medicine*. Pridobljeno iz Review of the scientific rationale, development and validation of the International Olympic Committee Relative Energy Deficiency in Sport Clinical Assessment Tool: V.2 (IOC REDs CAT2)—by a subgroup of the IOC consensus on REDs : <https://bjsm.bmj.com/content/57/17/1109>
- Stobäus idr. (28. 9 2011). *Cambridge University Press*. Pridobljeno iz Determinants of bioelectrical phase angle in disease: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/determinants-of-bioelectrical-phase-angle-in-disease/10375A71B8E3799058281BC2D58E7671>
- Todd idr. (27. 5 2022). *PubMed*. Pridobljeno iz Relative energy deficiency in sport (RED-S): <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9172228/#sec6>
- Torstveit idr. (2023). *British Journal of sports Medicine*. Pridobljeno iz Primary, secondary and tertiary prevention of Relative Energy Deficiency in Sport (REDs): a narrative review by a subgroup of the IOC consensus on REDs: <https://bjsm.bmj.com/content/bjsports/57/17/1119.full.pdf>
- Torstveit, M. K. (25. 9 2023). *British Journal of sports medicine*. Pridobljeno iz Primary, secondary and tertiary prevention of Relative Energy Deficiency in Sport (REDs): a narrative review by a subgroup of the IOC consensus on REDs: <https://bjsm.bmj.com/content/bjsports/57/17/1119.full.pdf>
- Vanheest idr. (2013). Pridobljeno iz Ovarian Suppression Impairs Sport Performance in Junior Elite Female Swimmers: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/105478616/MSS.0b013e3182a32b7220230903-1-5pdqp1-libre.pdf?1693751951=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DOvarian_Suppression_Impairs_Sport_Perfor.pdf&Expires=1740947959&Signature=N69E8yTU0xNLjggEZbB-dp5

- Varðardóttir idr. (9. 2020). *The icelandic medical journal*. Pridobljeno iz Þegar orkuna skortir - áhrif hlutfallslegs orkuskorts í íþróttum (RED-s) á heilsu og árangur: <https://www.laeknabladid.is/tolublod/2020/09/nr/7435>
- Visser idr. (12. 2012). *ScienceDirect*. Pridobljeno iz The bioelectrical impedance phase angle as an indicator of undernutrition and adverse clinical outcome in cardiac surgical patients: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261561412001021>
- Yajima idr. (10. 3 2023). *Plos one*. Pridobljeno iz Ratio of extracellular water to intracellular water and simplified creatinine index as predictors of all-cause mortality for patients receiving hemodialysis: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0282864>
- Yamada idr. (11. 4 2022). *Nature*. Pridobljeno iz Phase angle obtained via bioelectrical impedance analysis and objectively measured physical activity or exercise habits: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21095-6>
- Zanker idr. (11. 2000). *Springer Nature Link*. Pridobljeno iz Responses of bone turnover markers to repeated endurance running in humans under conditions of energy balance or energy restriction: <https://link.springer.com/article/10.1007/s004210000293>
- Zupančič, Ž. (27. 5. 2019). *SpoznajPrehrano*. Pridobljeno iz Trening visok vnos ogljikovih hidratov: <https://www.spoznajprehrano.com/post/trening-visok-vnos-ogljikovih-hidratov>

8.0 PRILOGE

8.1 PRILOGA A

ANKETNI VPRAŠALNIK

Q1 - Zapiši svojo starost v letih. _____

Q2 - Zapiši svojo telesno višino v enoti cm. _____

Q3 - Zapiši svojo telesno maso v enoti kilogram. _____

Q4 - Izberi trditev, ki najbolj velja zate.

- Moja telesna masa se v zadnjem času ni spremenila.
- V zadnjem času sem izgubil telesno maso.
- V zadnjem času sem pridobil telesno maso.

Q5 - Si bil kdaj slabokrven?

- Da.
- Ne.
- Ne vem.

Q6 - Si se kdaj zdravil zaradi pomanjkanja železa (nizek feritin)?

Možnih je več odgovorov

- Da, z infuzijo železa.
- Da, s tabletami na recept.
- Da, s prehranskimi dopolnili (tablete/sirup brez recepta).
- Ne.

Q7 - Ali si kdaj opazil spremembo v barvi kože? Če si spremembo opazil, jo opiši.

- Spremembe nisem opazil.

Q8 - Ali si redno telesno aktiven? Če si na vprašanje odgovoril z da, aktivnost opiši. Če treniraš kakšen šport, ga prosim navedi.

- Nisem telesno aktiven.

Q9 - V tabeli označi trditev, ki najbolj velja zate.

	0-1 ura	1-2 uri	2-5 ur	Več kot 5 ur	Nisem telesno dejaven.
Koliko ur dnevno si telesno dejaven?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q10 - V tabeli označi trditev, ki najbolj velja zate.

	0-2 dneva/teden	2-3 dni/teden	3-5 dni/teden	6-7 dni/teden	Nisem telesno dejaven.
Koliko dni na teden treniraš/si telesno dejaven?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q11 - Si imel pri vadbi kdaj občutek, da boš izgubil zavest?

- Da.
- Ne.

Q12 - Imaš občutek, da se je tvoja sposobnost za izvajanje športa spremenila (npr. občutek nespretnosti, šibkosti, hitrejša utrujenosti)?

- Da.

Ne.

Q13 - Kako pogosto te je strah, da imaš prekomerno telesno maso?

- Vedno.
- Običajno.
- Včasih.
- Redko.
- Nikoli.

Q14 - Si bil v zadnjem času bolj utrujen?

- Da.
- Ne.

Q15 - Koliko si bila stara, ko si dobila prvo menstruacijo? _____

Nisem še dobila prve menstruacije.

Q16 - Koliko dni traja tvoja menstruacija? _____

Nimam menstruacije.

Q17 - Kako pogosto dobiš menstruacijo?

- Več kot enkrat mesečno.
- Enkrat mesečno.
- Enkrat na vsake 1-3 mesece.
- Manj kot na vsake 3 mesece.
- Nimam menstruacije.

Q18 - Ali si bila že kdaj več kot 3 mesece brez menstruacije?

- Da.
- Ne.
- Nimam menstruacije.

Q20 - Ali jemlješ kakšna zdravila na recept, ki so ti bila predpisana za uravnavanje hormonov (npr. kontracepcijske tablete)?

- Da.
- Ne.

Q21 - Kako pogosto si zaskrbljen glede tega, kar ješ?

- Vedno.
- Običajno.
- Včasih.
- Redko.
- Nikoli.

Q22 - Kako pogosto imaš občutek, da ne moreš nehati jesti čeprav si sit?

- Vedno.
- Redko.
- Nikoli.

Q23 - Ali si kdaj utrpel stresni zlom? (Pozor: stresni zlom se zgodi pri ponavljajočih manjših obremenitvah (npr. pri teku, skoku) in ne zaradi delovanja velike sile, npr. pri padcu, ob nesreči ali ob udarcu oz. trku z drugim predmetom ali osebo)

- Da.
- Ne.

Q24 - Koliko ur dnevno si bil telesno dejaven v času poškodbe?

- 0-1 ura/dan
- 1-2 uri/dan
- 2-5 ur/dan

- Več kot 5 ur/dan
- Nisem bil telesno dejaven.

Q25 - Koliko dni na teden si bil telesno dejaven v času poškodbe?

- 0-2 dneva/teden
- 2-3 dni/teden
- 3-5 dni/teden
- 6-7 dni/teden
- V času poškodbe nisem bil telesno dejaven.

Q26 - Ali si imela v času stresnega zloma menstruacijo?

- Da.
- Ne.
- Ne spomnim se.

Q27 - Kako pogosto po obroku namenoma bruhaš?

- Vedno.
- Redko.
- Nikoli.

Q28 - Ali si imel vročino/prebolel okužbo v zadnjih 6 mesecih? Če da, zapiši trajanje bolezni, če bolezen še ni končana zapiši, kdaj se je vročina začela.

- Nisem prebolel okužbe/vročine.

Q29 - Označi odgovor na vprašanje.

	Vedno.	Običajno.	Včasih.	Redko.	Nikoli.
Kako pogosto piješ mleko (katera koli vrsta)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ali občutiš hud občutek krivde po obroku?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q30 - Ali jemlješ prehranske dodatke s kalcijem?

- Da.
- Ne.

Q31 - Kako pogosto si želiš, da bi bil bolj vitek?

- Vedno.
- Običajno.
- Včasih.
- Redko.
- Nikoli.

Q32 - Označi, katere od naslednjih občutkov/čustev si občutil v zadnjih 6 mesecih:

	Da.	Ne.
Lahko razdražljiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Neprestano žalosten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Težave s koncentracijo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Težave s sprejemanjem odločitev	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pod pritiskom/stresom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q33 - Kako pogosto med telesno aktivnostjo razmišljaš o porabi kalorij.

- Vedno.
- Običajno.
- Včasih.
- Redko.
- Nikoli.

Q34 - Ali imaš bolezn srca?

- Da.
- Ne.

Q35 - Označi, kako pogosto:

	Vedno oz. skoraj vedno	Pogosto	Včasih	Redko	Nikoli
Te obremenjuje misel, da imaš na telesu maščobo?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Čutiš, da tvoji prijatelji, starši ali trenerji pritiskajo nate, da moraš zmanjšati telesno maso?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q36 - Kateri od spodaj naštetih diet slediš?

Možnih je več odgovorov

- Ne sledim nobeni dieti.
- Brez glutenska
- Brez mleka
- Veganska
- Vegetarijanska
- Brez oreščkov
- Paleo
- Visoko beljakovinska
- Z malo sladkorji
- Z malo ogljikovimi hidrati
- Z malo maščob

8.2 PRILOGA B

PRIVOLITVENI OBRAZEC ZA UDELEŽBO NA MERITVI TELESNE SESTAVE IN SODELOVANJE V RAZISKAVE:

Spoštovani!

Sva Vesna Potočnik in Neža Botica, dijakinji Gimnazije Kranj. V okviru ZOTKS srečanja mladih raziskovalcev ter Krkinih nagrad piševa raziskovalno nalogo, kjer raziskujeva sindrom relativnega energijskega primanjkljaja oz. sindroma REDs. Sindrom relativnega energijskega primanjkljaja je bolezensko stanje, ki se razvije kot posledica prenizkega energijskega vnosa pri športnikih in ima lahko zelo hude ter dolgoročne posledice. Odločili sva se poiskati način, kako ga hitreje prepoznati, saj je hitra diagnostika ključna pri uspešnem zdravljenju sindroma. Najino pozornost je pritegnil vpliv sindroma REDs na telesno sestavo. Želiva ugotoviti, kako sindrom vpliva na telesno sestavo, da bi s tem določili smernice za hitrejšo diagnostiko.

Zahvaljujemo se vam za udeležbo v prvem delu raziskave, kjer ste rešili anketni vprašalnik. Vabiva vas, da se udeležite še drugega dela raziskave, bioimpedančne meritve telesne sestave. Gre za popolnoma neinvazivno meritev, ki temelji na električnih lastnostih telesnih tkiv. Traja nekaj sekund in poteka v oblačilih. Meritev se **ne izvaja na osebah s srčnimi spodbujevalniki ali drugimi elektronskimi vsadki**. Vljudno prosiva, da vi oz. vaš zakoniti zastopnik (če ste mlajši od 15 let) izpolnite spodnji obrazec za privolitev v udeležbo na meritvi ter s tem sodelovanje v tej raziskavi.

V raziskavi se bodo zbirali le tisti osebni podatki, ki so za raziskavo nujno potrebni. To so e-naslov, rezultati meritve telesne sestave ter nekateri odgovori v anketnem vprašalniku. Osebni podatki bodo varno shranjeni ter v najkrajšem možnem času tudi izbrisani. Identiteta udeležencev raziskave v nobenem primeru ne bo razkrita, raziskovalni podatki, ki bodo od udeležencev pridobljeni, pa bodo šifrirani (psevdonimizirani) in hranjeni ločeno od osebnih podatkov oseb, od katerih so bili pridobljeni. Na ta način podatki, pridobljeni iz anketnega vprašalnika in meritev, ne bodo povezani s posameznikom. Raziskovalni podatki bodo varno hranjeni do končanja naloge, nato bodo izbrisani. Javno bodo predstavljeni izključno skupinski rezultati raziskave. Skrbnika zbirke podatkov sva Vesna Potočnik in Neža Botica. Privolitev za udeležbo v raziskavi lahko kadarkoli prekličete brez utemeljitve in ne da bi to na vas kakorkoli vplivalo. Preklic ima za posledico izbris podatkov, ki so bili pridobljeni tekom raziskave, če je to mogoče. Prosiva, upoštevajte, da po objavi izsledkov raziskave (predvidoma marec 2025), izbris podatkov, pridobljenih tekom raziskave, ne bo več mogoč.

Raziskavo izvajava pod vodstvom prof. Katarine Frelih in dr. Roka Bavdka. Meritve telesne sestave bodo potekale od 29.1. do 7.2. 2025.

Za kakršnakoli vprašanja sva vam z veseljem na voljo na e-naslova: vesna.potocnik@dijak.gimkr.si (Vesna Potočnik) ali neza.botica@dijak.gimkr.si (Neža Botica)

Privolitveni obrazec za udeležbo na meritvi telesne sestave in sodelovanje v raziskavi:

_____ (ime in priimek udeleženca/ke) privoljujem v udeležbo na popolnoma neinvazivni meritvi telesne sestave ter tako zavestno in prostovoljno sodelujem v raziskavi z naslovom »Vpliv sindroma REDs na telesno sestavo«. Strinjamo se, da se rezultati meritve do dokončanja raziskovalne naloge shranjujejo in izključno v obliki skupinskih rezultatov uporabijo v raziskovalne namene. S podpisom jamčim, da sem zgornjo izjavo prebral in razumel ter da sem dobil priložnost za postavitev vprašanj v zvezi z raziskavo.

Kraj in datum:

Podpis udeleženca/ke oz. starša/zakonitega zastopnika (za mlajše od 15 let):

8.3 PRILOGA C

NAVODILA UDELEŽENCEM V MERITVI TELESNE SESTAVE:

Navodila, ki jih upoštevajte, preden se udeležite meritve telesne sestave:

- 1) Na meritev ne prihajajte, v kolikor ste bili v preteklih 3 tednih bolni.
- 2) Ne izvajate visokointenzivne telesne vadbe na dan pred meritvijo.
- 3) Meritve se ne udeležite, v kolikor imate srčni spodbujevalnik ali druge elektronske vsadke.