



PREHRAMBENI UNOS ŽELJEZA U ODNOSU NA UČESTALOST TRENINGA I KARAKTERISTIKE MENSTRUALNOG CIKLUSA KOD SPORTAŠICA TAEKWONDOA

DIETARY IRON INTAKE IN RELATION TO TRAINING FREQUENCY AND MENSTRUAL CYCLE IN FEMALE TAEKWONDO ATHLETES

Andrea Begić¹, Sara Galić², Jelena Balkić Widmann¹, Dragan Novosel³, Ines Banjari^{1,2}

¹Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, Hrvatska

²Sveučilište u Mostaru Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Mostar, Mostar, Bosna i Hercegovina

³Poliklinika Osijek, Osijek, Hrvatska

⁴Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Medicinski fakultet, Katedra za internu medicinu, Osijek, Hrvatska

⁵Europski univerzitet u Brčkom, Brčko, Bosna i Hercegovina

Cite as: Begić A, Galić S, Balkić Wildman J, Novosel D, Banjari I. Prehrambeni unos željeza u odnosu na učestalost treninga i karakteristike menstrualnog ciklusa kod sportašica taekwondo. *Croat Sports Med J.* 2026; 41(1):64-72.

Corresponding author: Ines Banjari, ibanjari@ptfos.hr

DOI: 10.69589/hsv.41.1.7

SAŽETAK

Željezo je jedan od fiziološki najvažnijih minerala, esencijalan za više stotina bioloških funkcija, a njegova homeostaza jedna je od najkompleksnijih i najstrože kontroliranih u tijelu, jer i deficit i suficit željeza imaju negativan učinak na zdravlje. Prehrana (i suplementacija) je glavni izvor željeza za organizam, a adekvatan unos posebice je važan za žene reproduktivne dobi jer se menstrualnim krvarenjem gube značajne količine željeza. Ovo je dodatno naglašeno kod sportašica, jer veliki gubitci željeza negativno utječu na izvedbu i oporavak sportašica, posebice za one koje se natječu u težinskim kategorijama.

Provedeno je presječno istraživanje na 33 taekwondo sportašice u dobi od 12 do 24 godine kako bi se utvrdio njihov prehrambeni unos željeza i prehrambeni izvori u odnosu na broj natjecanja i nepravilnosti menstrualnog ciklusa. Provedena su osnovna antropometrijska mjerenja i ispitanice su ispunile opći upitnik i semi kvantitativni upitnik o učestalosti konzumacije hrane (sFFQ) bogate željezom.

Sideropeniju je prijavilo 15,2 % sportašica, nepravilnosti menstrualnog ciklusa 15,2 % i amenoreju 33,3 %. Sportašice koje sudjeluju u većem broju natjecanja (8–12 godišnje) imaju niži prosječni prehrambeni unos željeza u odnosu na one s manjim brojem natjecanja ili se ne natječu, pri čemu većinu željeza unose iz biljnih izvora, dok doprinos hem-željeza iz

ABSTRACT

Iron is one of the most physiologically important minerals, essential for hundreds of biological functions. Its homeostasis is among the most complex and tightly controlled in the body, as both iron deficiency and iron excess have negative effects on health. Diet (and supplementation) is the main source of iron for the body, and adequate intake is especially important for women of reproductive age, as significant amounts of iron are lost through menstrual bleeding. This is further emphasized in female athletes, as large iron losses negatively affect performance and recovery, especially among those competing in weight categories.

A cross-sectional study on 33 female taekwondo athletes aged 12 to 24 years examined dietary iron intake and its food sources in relation to competition frequency and menstrual irregularities. Along with anthropometric measurements, female athletes completed a general questionnaire and a semi-quantitative food frequency questionnaire (sFFQ) of dietary sources of iron.

Iron deficiency was reported by 15.2% of female athletes, menstrual irregularities by 15.2%, and amenorrhea by 33.3%. Athletes participating in more competitions (8–12 per year) had lower average dietary iron intake in comparison to those with fewer or no competitions, with most iron coming from plant-based sources, while the contribution of heme-iron from meat remained limited. Athletes with

mesa ostaje ograničen. Sportašice s amenorejom pokazale su niže prosječne prehrambene unose željeza iz gotovo svih izvora, ali nije utvrđena statistički značajna razlike u odnosu na sportašice bez amenoreje. Trajanje treninga >1 sata, broj treninga tjedno i korištenje dodataka prehrani pokazuju povezanost s manjom učestalošću nepravilnosti menstrualnog ciklusa, no zbog malog broja ispitanica, rezultati zahtijevaju opreznu interpretaciju.

Rezultati istraživanja ukazuju na restrikcije u prehrani i nepovoljan profil prehrane s aspekta unosa željeza što se može negativno manifestirati i na zdravlje sportašica i na njihovu sportsku izvedbu.

Ključne riječi: željezo, menstrualni ciklus, sportašice, taekwondo, prehrambeni unos

amenorrhea had lower average iron intake across nearly all food categories, but no statistically significant differences were found in comparison to athletes without amenorrhea. Training for >1 h, the number of training sessions per week, and the use of dietary supplements are associated with a lower frequency of menstrual cycle irregularities, but given the small number of women surveyed, the results require cautious interpretation.

The results indicate dietary restrictions and an unfavorable dietary profile for iron intake, which can negatively affect the health of female athletes and their athletic performance.

Keywords: iron, menstrual cycle, female athletes, taekwondo, dietary intake

UVOD

Željezo je jedan od fiziološki najvažnijih minerala, esencijalan za više stotina bioloških funkcija, među kojima su transport kisika preko hemoglobina, stanično disanje, sudjelovanje u sintezi DNA i funkcioniranje imunološkog sustava.²² Homeostaza željeza jedna je od najkompleksnijih i najstrože kontroliranih u tijelu, jer i deficit i suficit željeza imaju negativan učinak na zdravlje.⁷ Prehrana je, uz suplementaciju glavni izvor željeza za organizam, a adekvatan unos posebice je važan za žene reproduktivne dobi jer se menstrualnim krvarenjem gube značajne količine željeza.⁶ Ovo je dodatno naglašeno kod sportašica, jer veliki gubici željeza negativno utječu na izvedbu i oporavak sportašica, posebice ako se sportašice natječu u težinskim kategorijama.²⁴ Osim toga, kod profesionalnih sportaša zabilježene su promjene na razini hepcidina, ključnog regulatora metabolizma željeza, i feritina.²⁰ Drugim riječima, prema do sada objavljenim istraživanjima, ključna determinanta sportske izvedbe je metabolizam željeza,²⁰ a za to je neophodno adekvatno planiranje prehrane.⁶

Taekwondo (TKD) je moderni sport iz dvadesetog stoljeća.¹⁹ Jedna je od najsistematičnijih korejskih tradicionalnih borilačkih vještina, koje uče više od samih fizičkih borbenih sposobnosti. To je disciplina koja pokazuje načine kako unaprijediti naš duh i život kroz trening tijela i uma. Danas je postao globalni sport koji je stekao međunarodnu reputaciju i spada među službene sportove na Olimpijskim igrama.²⁷

Prehrana, zdravstveno stanje i tjelesna kompozicija sportaša TKD-a ključni su za njihovu fizičku izvedbu i opću kondiciju.¹⁷ Sportaši koji često ograničavaju energetske unose, koji izbacuju jednu ili više skupina namirnica iz prehrane ili im je prehrana nutritivno siromašna u riziku su od unosa nedovoljno mikronutrijenata.¹⁵ Kao i u općoj populaciji, nedostatak željeza čest je i u populaciji sportaša.¹⁹ Posebna pažnja posvećuje se sportašicama

koje prakticiraju navedene restrikcije u prehrani, koje u kombinaciji s menstrualnim krvarenjima mogu rezultirati anemijom zbog deficita željeza (sideropenijom) što zatim negativno utječe na sportsku izvedbu. Nedostatak željeza, s anemijom ili bez nje, može narušiti funkciju i ograničiti radni kapacitet mišića,²¹ što može utjecati na karakteristike menstrualnog ciklusa te smanjiti učinkovitost treninga i sportsku izvedbu. Najprikladniji način za sprječavanje nedostataka mikronutrijenata, uključujući i željezo je održavanje zdravih prehrambenih navika, uključujući izbjegavanje pretjeranog ograničavanja hrane i isključivanja cijelih skupina namirnica.³ U slučaju željeza, važno je pratiti njegov status kod sportaša iz rizičnih skupina, poput žena, adolescenata i sportaša u disciplinama s težinskim kategorijama.¹¹

Cilj ovog istraživanja bio je analizirati prehrambeni unos željeza kod sportašica TKD-a i procijeniti rizik od sideropenične anemije, uzimajući pritom u obzir njihov nutritivni status, menstrualni ciklus te specifične zahtjeve treninga i natjecanja, uključujući kontrolu tjelesne mase zbog težinskih kategorija karakterističnih za ovaj sport.

ISPITANICI I METODE

Ispitanici

U istraživanju su sudjelovale 33 ispitanice u dobi od 12 do 24 godina, pri čemu je osnovni kriterij za sudjelovanje bila prisutnost menstrualnog ciklusa. Rekrutacija je provedena izravnim kontaktom u četiri TKD kluba u Bosni i Hercegovini te jednom TKD klubu u Hrvatskoj: Taekwondo klub Poskok Posušje, Taekwondo klub Poskok Kočerin, Taekwondo klub Student Mostar, Taekwondo klub Magone Livno i Taekwondo klub Osijek.

Za maloljetne ispitanice (mlađe od 18 godina) prikupljena je pisana suglasnost roditelja/skrbnika, dok su punoljetne ispitanice potpisale suglasnost samostalno.

Istraživanje je odobrilo Etičko povjerenstvo za istraživanje na ljudima Prehrambeno-tehnološkog fakulteta u Osijeku (mišljenje o zahtjevu 002-04/21).

Metode

Ispitanice su ispunile opći upitnik i semi kvantitativni upitnik o učestalosti konzumacije hrane (sFFQ) bogate željezom. Za ispunjavanje općeg upitnika bilo je potrebno 5–10 minuta, dok je za sFFQ bilo potrebno oko 20 minuta.

Opći upitnik obuhatio je pitanja o općim sociodemografskim karakteristikama (dob, obrazovanje, zaposlenje), pitanja o taekwondou (trajanje bavljenja sportom, intenzitet treninga, učestalost natjecanja), edukacija o prehrani, prehrambene navike i korištenje dodataka prehrani, redukcijske dijete i njihov utjecaj na izvedbu, o menstrualnom ciklusu (dob menarhe, redovitost i trajanje ciklusa, amenoreja i njezini uzroci, korištenje kontraceptiva, obilnost krvarenja) te o sideropeničnoj anemiji (prethodna dijagnoza, terapija, utjecaj na sportsku izvedbu i promjene prehrambenih navika u svrhu liječenja).

sFFQ se odnosio na prehranu u prethodna tri mjeseca i obuhvatio je 120 namirnica podijeljenih u šest skupina: kruh, tijesto i žitarice; meso, mesne prerađevine i riba; mlijeko, mliječni proizvodi i jaja; povrće i prerađevine; voće i prerađevine; te sokove i napitke. Za svaku namirnicu navedena je prosječna porcija, a ispitanice su označavale količinu konzumacije kao malu (½ porcije), srednju (1 porcija) ili veliku (2 porcije), te učestalost konzumacije (više od jednom dnevno, jednom dnevno, 4–6 puta tjedno, 2–3 puta tjedno, jednom tjedno, 2–3 puta mjesečno, jednom mjesečno ili nikada). Analiza nutritivnog unosa provedena je softverom MeDietetic (MeDietetic d.o.o., Osijek).

Ispitanicama su izmjerene tjelesna masa, visina, opseg struka i bokova. Tjelesna masa mjerena je digitalnom vagom do 180 kg (TEFAL BM9620), a visina bez obuće uz zid u frankfurtskoj ravnini. Opseg struka i bokova mjerio se neelastičnom mjernom vrpcom.

Na temelju mase i visine izračunat je indeks tjelesne mase (eng. *Body Mass Index*, BMI), a ispitanice su klasificirane kao pothranjene, normalno uhranjene ili s povećanom tjelesnom masom. Omjer struk–bokovi (eng. *Waist-to-hip ratio*, WHR) korišten je za procjenu kardiovaskularnog rizika kao nizak, umjeren, visok ili vrlo visok. Omjer struk–visina (eng. *Waist-to-height ratio*, WHtR) korišten je za procjenu kardiometaboličkog rizika (eng. *Cardiometabolic risk*, CMR) kao nizak, povećan ili visok, primjenjivo i na djecu i odrasle.⁴

Statistička analiza

Za nominalne varijable prikazane su frekvencije. Za analizu normalne distribucije varijabli korišten je Shapiro-Wilkov test. Za normalnu distribuciju kontinuiranih varijabli korištene su aritmetička sredina i standardna devijacija, a parametrijski testovi su korišteni za usporedbe. Ako distribucija kontinuiranih varijabli nije bila normalna, za prikaz su korišteni medijan i raspon, a za usporedbu neparametarski testovi. Za procjenu čimbenika povezanih s nepravilnostima menstrualnog ciklusa primijenjena je **logistička regresija**. U model su uključene varijable potencijalno povezane s ishodom, uključujući trajanje i učestalost treninga, prehrambene navike i korištenje dodataka prehrani. Rezultati logističke regresije izraženi su kao omjeri šansi (OR) s 95% intervalima pouzdanosti, pri čemu je $p < 0,05$ smatran statistički značajnim. Statistička analiza i grafički prikaz podataka provedeni su korištenjem softverskog sustava R Core Team (2023) i Microsoft Excela za Microsoft 365 MSO (verzija 2111. Microsoft Corporation, Redmond, WA, SAD).

REZULTATI

Prosječna dob ispitanica iznosila je $17,5 \pm 3,5$ godina (Tablica 1) među kojima je njih 14 bilo punoljetno, 15 ispitanica je pohađalo osnovnu školu, osam srednju

Tablica 1. Dob i antropometrijski pokazatelji ispitanica (N=33)

Table 1. Age and anthropometric characteristics of study participants (N=33)

	M	SD	Min	Max
Dob (godine)	17,5	3,5	12	24
Tjelesna masa (kg)	60,5	8,4	48,5	82,5
Tjelesna visina (cm)	169,0	6,6	159,0	186,0
BMI (kg/m ²)	21,12	2,38	17,30	26,60
Opseg struka (cm)	71,2	5,9	64,0	86,0
Opseg bokova (cm)	85,4	7,2	73,0	104,0
WHtR	0,42	0,04	0,36	0,51
WHR	0,83	0,04	0,77	0,95

Napomene: M – srednja vrijednost, SD – standardna devijacija, Min – minimalna vrijednost, Max – maksimalna vrijednost, BMI – indeks tjelesne mase, WHR – omjer struk-bokovi, WHtR – omjer struk-visina

školu, osam fakultet, a dvije imaju završeno fakultetsko obrazovanje. Shodno tome, 94 % ispitanica je nezaposleno, a 6 % zaposleno.

Antropometrijski pokazatelji ukazuju na relativno nisku kardiometaboličku opterećenost u većine ispitanica. Prosječni WHR od 0,83 sugerira blago povišen rizik po nekim klasifikacijama za žensku populaciju,¹² dok prosječni WHtR od 0,42 ukazuje na nizak kardiometabolički rizik.² Raspon vrijednosti pokazuje određenu varijabilnost među ispitanicama, što je važno za interpretaciju individualnih rizika i moguće korelacije s prehrambenim navikama i/ili menstrualnim ciklusom.

Njih 5/33 je prijavilo da im je dijagnosticirana sideropenična anemija i one su bile starije i imale su značajno niži omjer struk/visina i struk/bokovi u odnosu na sportašice bez dijagnoze (Tablica 2).

U Tablici 3 vidljivo je kako sportašice koje ne sudjeluju na natjecanjima ostvaruju prosječan unos željeza od 37,56 mg, dok se kod onih koje sudjeluju na 1–4 natjecanja godišnje prosječan unos povećava na 46,44 mg. U skupini od 5–7 natjecanja unos pada na 30,86 mg, dok je kod sportašica s 8–12 natjecanja prosjek još niži (16,53 mg). Varijabilnost unosa bila je najveća u skupini bez natjecanja (SD = 46,31), dok je najmanja u skupini s 8–12 natjecanja (SD = 6,91). Test normalnosti (Shapiro-Wilk) ukazao je na odstupanja od normalne distribucije u nekoliko skupina ($p < 0,05$), pa je za usporedbu korišten Kruskal-Wallis test.

Kruskal-Wallis test (Tablica 3) je pokazao postojanje statistički značajnih razlika u unosu željeza između skupina ($\chi^2 = 9,78$, $df = 3$, $p = 0,02$). Post-hoc Dunnova analiza pokazala je da značajna razlika postoji između skupina koje odlaze na 1–4 natjecanja godišnje i onih koje odlaze na 8–12 natjecanja ($Z = 2,85$, $p = 0,03$). Niti jedna druga usporedba nije postigla statističku značajnost nakon korekcije za višestruke testove. Drugim riječima, sportašice koje sudjeluju na manjem broju natjecanja (1–4 godišnje) ostvaruju značajno viši unos željeza u usporedbi s onima koje odlaze na veliki broj natjecanja (8–12 godišnje).

Dodatnom analizom ispitan je izvor željeza, odnosno, kojim skupinama namirnica pojedine grupe sportašica unose najviše željeza. Analiza izvora željeza (Slika 1) pokazala je da dominantan doprinos unosu željeza dolazi iz povrća, i to u svim skupinama (od 25,7 % kod 5–7 natjecanja do 37,5 % kod 8–12 natjecanja). Voće i sokovi također predstavljaju značajan udio, pri čemu je posebno uočljiv visok doprinos iz sokova kod skupine s 5–7 natjecanja (26,5 %). Kruh je predstavljao stabilan izvor željeza u svim skupinama (13,5–22,6 %), dok je unos putem mesa i mliječnih proizvoda bio relativno nizak, osobito mlijeka u skupini s 5–7 natjecanja (3,5 %).

Amenoreju je prijavilo 11 sportašica (33,3 %). Sve sportašice, neovisno o prisutnosti amenoreje su najveći dnevni unos željeza osiguravale unosom povrća, dok je doprinos mlijeka i mesa bio najniži (Slika 2). Kod sportašica

Tablica 2. Dob i odabrana antropometrijska mjerenja s obzirom na dijagnozu sideropenične anemije među ispitanicama
Table 2. Age and selected anthropometric measurements with regard to diagnosis of sideropenia in female athletes

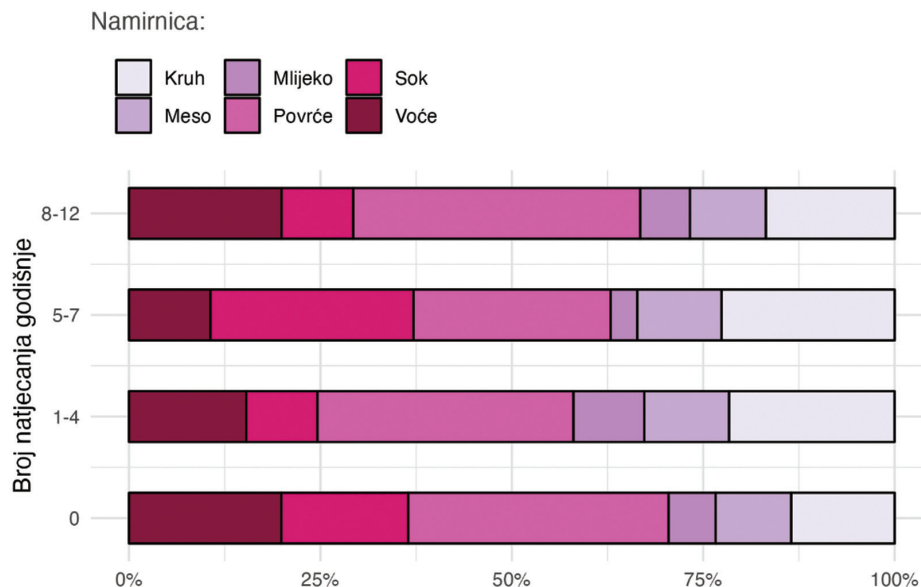
	Sideropenična anemija	M	SD	p
Dob (godine)	Ne	16,9	3,4	0,002
	Da	20,8	1,6	
WHtR	Ne	0,43	0,04	0,025
	Da	0,40	0,02	
WHR	Ne	0,84	0,04	0,010
	Da	0,80	0,02	

Napomene: M – srednja vrijednost, SD – standardna devijacija, WHR – omjer struk-bokovi, WHtR – omjer struk-visina

Tablica 3. Osnovne deskriptivne vrijednosti unosa željeza obzirom na grupe sportašica
Table 3. Basic descriptive values of iron intake according to athlete groups

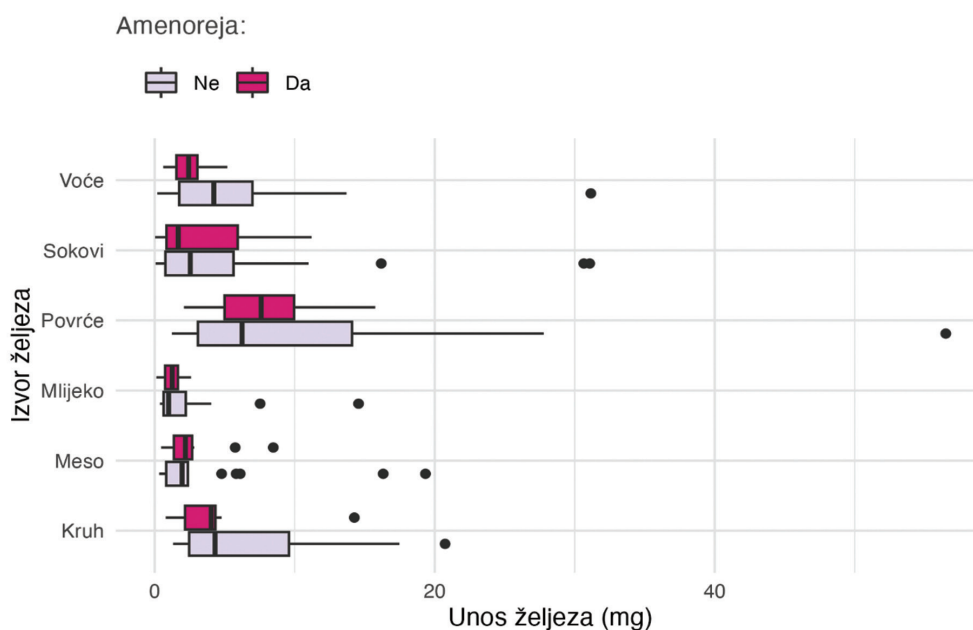
Broj natjecanja godišnje	n	M	Min	Max	Q1	C	Q3	SD	Shapiro - Wilk p
0	8	37,56	11,18	151,43	19,14	22,8	19,14	46,31	0
1-4	5	46,44	18,54	80,64	28,62	33,35	28,62	27,58	0,28
5-7	10	30,86	13,17	75,58	20,14	27,36	20,14	17,78	0,02
8-12	10	16,53	7,08	26,32	10,29	18,11	10,29	6,91	0,41

Napomene: n – broj sportašica, M – srednja vrijednosti, Q – kvartila, SD – standardna devijacija, C – medijan



Slika 1. Doprinos ukupnom unosu željeza iz pojedinih skupina hrane s obzirom na broj natjecanja godišnje među sportašicama (N=33)

Figure 1. Contribution to the total dietary iron intake through food groups based on the number of competitions per year among female athletes (N=33)



Slika 2. Unos željeza kroz promatrane skupine namirnica s obzirom na to je li sportašica imala amenoreju ili ne (N=33)

Figure 2. Iron intake from observed food groups according to amenorrhea presence in female athletes (N=33)

s amenorejom vidljiv je nešto veći doprinos sokova, dok sportašice bez amenoreje pokazuju veća individualna odstupanja u unosima po promatranim skupinama hrane, osobito kod povrća i kruha. Ovi rezultati sugeriraju da prehrambeni obrasci, odnosno izbor izvora željeza, mogli biti povezani s pojavom amenoreje, primarno kroz dostatnost energetskog unosa i unosa proteina.

Sportašice s amenorejom imaju niži prosječni unos željeza iz gotovo svih kategorija namirnica u odnosu na

sportašice bez amenoreje (Tablica 4). Ova razlika je posebno za voće i kruh. Sportašice bez amenoreje pokazuju veću varijabilnost u unosu željeza. Ovo je vidljivo po znatno većim vrijednostima standardne devijacije (SD) i maksimalnim vrijednostima (Max) za gotovo sve kategorije. To sugerira da su unosi unutar grupe s amenorejom homogeniji, dok se u grupi bez amenoreje nalaze sportašice s izrazito niskim i izrazito visokim unosima.

Tablica 4. Osnovne deskriptivne vrijednosti za skupine prehrambenih izvora željeza s obzirom na to je li sportašica imala amenoreju
 Table 4. Basic descriptive values for food groups sources of iron according to whether the athlete had amenorhea

	Amenoreja	n	M	Min	Q1	Medijan	Q3	Max	SD	Shapiro-Wilk p
Kruh	Ne	22	6,55	1,32	2,46	4,31	2,46	20,74	5,5	< 0,01
	Da	11	4,04	0,79	2,17	4,04	2,17	14,26	3,67	< 0,01
Meso	Ne	22	3,47	0,33	0,82	1,96	0,82	19,34	4,95	< 0,01
	Da	11	2,67	0,46	1,38	2,19	1,38	8,47	2,4	0,01
Mlijeko	Ne	22	2,18	0,38	0,64	1	0,64	14,56	3,2	< 0,01
	Da	11	1,23	0,12	0,75	1,25	0,75	2,6	0,72	0,98
Povrće	Ne	22	10,75	1,23	3,09	6,24	3,09	56,5	12,62	< 0,01
	Da	11	7,7	2,09	4,99	7,61	4,99	15,75	4,13	0,57
Sokovi	Ne	22	5,89	0,07	0,77	2,54	0,77	31,07	9	< 0,01
	Da	11	3,54	0,04	0,84	1,68	0,84	11,2	3,68	0,04
Voće	Ne	22	6,08	0,19	1,76	4,23	1,76	31,15	6,81	< 0,01
	Da	11	2,49	0,61	1,56	2,43	1,56	5,19	1,41	0,57

Napomene: n – broj sportašica, M – srednja vrijednost, Q – kvartila, SD – standardna devijacija

Tablica 5. Rezultati modela logističke regresije

Table 5. Results of the logistic regression model

	Koeficijent	OR	CI (95%)	p
(Intercept)	1,07	2,91	(0,81 - 10,39)	0,114
Željezo	0,01	1,01	(1 - 1,02)	0,323
Vitamin C	0	1	(1 - 1)	0,115
Dob	-0,02	0,98	(0,94 - 1,02)	0,295
Broj treninga tjedno	-0,15	0,86	(0,74 - 1,01)	0,07
Vremensko trajanje				
Više od 1h	-0,49	0,61	(0,43 - 0,89)	0,016
Broj obroka na dan treninga				
2 ili više obroka	0,4	1,5	(0,7 - 3,22)	0,313
Dodaci prehrani				
Da	0,28	1,33	(0,99 - 1,79)	0,075
Practiciranje redukcijske dijeta				
Da	0,02	1,02	(0,78 - 1,33)	0,905

Uredan menstrualni ciklus važan je pokazatelj zdravlja i energetske ravnoteže kod sportašica. Drugom hipotezom se htjelo ispitati postoji li povezanost između specifičnih nutritivnih i karakteristika treninga te pojave nepravilnog menstrualnog ciklusa. Svi ciklusi čije je trajanje bilo kraće od 25 dana ili dulje od 31 dana su označeni kao nepravilni ciklusi. Kako je ishod binaran (redovan ciklus / nepravilan ciklus), korištena je metoda logističke regresije

koja omogućava procjenu vjerojatnosti nastanka ishoda na temelju jednog ili više prediktorskih varijabli. U model su uključeni sljedeći potencijalni prediktori: razine unosa željeza i vitamina C, dob sportašice, broj tjednih treninga, trajanje pojedinačnog treninga, broj obroka na dan treninga te navike korištenja dodatka prehrani i prakticiranja redukcijskih dijeta (Tablica 5).

Ključni nalazi ukazuju da je vremensko trajanje treninga jedini statistički značajan prediktor u modelu ($p = 0,016$). Omjer izgleda (OR) od 0,61 pokazuje da sportašice koje treniraju duže od sat vremena imaju 39 % manju šansu za nastanak nepravilnog ciklusa u odnosu na one koje treniraju kraće. Ovaj nalaz je vrlo zanimljiv i suprotstavlja se uobičajenoj pretpostavci da dugotrajni trening pogoršava menstrualne nepravilnosti.

Ostali čimbenici koji su bili značajni na razini značajnosti manjoj od 10% su broj treninga dnevno te korištenje dodatka prehrani. Naime, broj treninga tjedno s razinom vrijednosti od $p = 0,07$ nije dosegao konvencionalnu razinu značajnosti, ali pokazuje zaštitni učinak (OR = 0,86), što sugerira da veći broj treninga tjedno blago smanjuje vjerojatnost nepravilnog ciklusa. Također, korištenje dodatka prehrani čija je razina značajnosti bila ispod konvencionalne razine, $p = 0,075$, pokazalo je trend prema povećanju vjerojatnosti nepravilnog ciklusa (OR = 1,33). Sportašice koje su koristile dodatke prehrani su imale 33% veću šansu za nepravilni ciklus u odnosu na sportašice koje ih nisu koristile.

Unatoč ograničenjima, model je pokazao iznimno dobro pristajanje podacima (McFadden $R^2 = 0,69$). Klinički gledano, model je postigao osjetljivost od 60%, što znači da je uspio prepoznati tri od pet sportašica s nepravilnim ciklusima.

RASPRAVA

Dobro je poznato da vrhunski sport, posebice sportovi izdržljivosti, može dovesti do deficita željeza i sideropenične anemije. Kod sportašica se prevalencija sideropenične anemije kreće između 15% i 35% dok je kod sportaša prisutna u rasponu od 3% do 11%,⁵ a interesantno je kako nije opažena značajna razlika u prevalenciji među različitim sportovima.¹⁸ Prevalencija sideropenije među sportašicama je niža nego u općoj populaciji žena reproduktivne dobi koja, prema procjenama Svjetske zdravstvene organizacije za 2025. godinu, iznosi 30,7 %.²⁸ U ovom istraživanju, pet sportašica (15,2 %; Tablica 1) imalo je dijagnozu sideropenične anemije što je unutar prethodno zabilježenih prevalencija. Sideropenična anemija zahtijeva kontinuirano kliničko praćenje jer negativno utječe na cijeli niz kardioloških aspekata, od smanjenog minutnog volumena srca, smanjenja maksimalnog aerobnog kapaciteta, do disfunkcije miokarda.²⁵

Mogući razlog niže prevalencije sideropenične anemije kod sportaša je viši prehrambeni unos proteina, što je zabilježeno u sustavnom narativnom pregledu 18 studija kojima je ispitivana kvaliteta prehrana sportaša.¹³ Iako je željezo prisutno u velikom broju namirnica, upravo su proteini, posebice oni životinjskog podrijetla najbolji prehrambeni izvor željeza.⁶ Ujedno, energetska unos i unos željeza su u direktnoj vezi⁶ pa su restrikcije u prehrani često povezane i s nedovoljnim unosom željeza. Sama apsorpcija željeza iz hrane je pod utjecajem brojnih (anti)nutrijenata,

od vitamina C, kalcija, fitata do alkohola pa se u konačnici, od ukupno unesenog željeza apsorbira prosječno oko 20 %, ovisno o raznolikosti prehrane i zastupljenosti pojedinih namirnica. Potrebe za željezom se kreću između 6 i 16 mg/dan,¹⁴ a dodatno su povećane zbog samih zahtjeva pojedinog sporta no preporučeni unosi željeza nisu posebno definirani za sportaše.

Prosječne vrijednosti unosa željeza kod sportašica (Tablica 3) pokazuju više unose u odnosu na preporučene, koji bi trebali biti dostatni za zadovoljenje potreba. Međutim, kada se pogleda doprinos pojedinih skupina namirnica u ukupnom dnevnom unosu željeza (Slika 1) jasno je da prevladava hrana biljnog podrijetla iz kojih je apsorpcija željeza izrazito niska zbog prisutnosti cijelog niza čimbenika koji smanjuju apsorpciju željeza.⁶

Kruskal-Wallis test (Tablica 3) je pokazao postojanje statistički značajnih razlika u unosu željeza s obzirom na broj natjecanja godišnje ($\chi^2 = 9,78$, $df = 3$, $p = 0,02$). Post-hoc Dunnova analiza pokazala je da značajna razlika postoji između skupina koje odlaze na 1–4 natjecanja godišnje i onih koje odlaze na 8–12 natjecanja ($Z = 2,85$, $p = 0,03$). Drugim riječima, sportašice koje sudjeluju na manjem broju natjecanja (1–4 godišnje) ostvaruju značajno viši unos željeza u usporedbi s onima koje odlaze na veliki broj natjecanja (8–12 godišnje). Ovi podatci idu u prilog ograničenjima u prehrani zbog natjecanja odnosno kontrole tjelesne mase zbog težinskih kategorija,²⁴ što je slučaj kod u TKD-a.

Autori³ ističu da sportaši u težinskim kategorijama često izbacuju čitave skupine namirnica (poput crvenog mesa) kako bi postigli ciljanu tjelesnu masu. To se vidi i u prehrambenim navikama sportašica u ovom istraživanju, osobito u skupini s najvećim brojem natjecanja, kod kojih najveći dio željeza dolazi gotovo isključivo iz biljnih izvora (povrće, voće, kruh), dok je doprinos namirnica bogatih hem-željezom, poput mesa i mliječnih proizvoda, relativno nizak. Takav obrazac prehrane rezultira niskom apsorpcijom željeza i povećava rizik od narušavanja statusa u organizmu te potencijalno vodi k razvoju sideropenične anemije. Analiza izvora željeza (Slika 1) pokazala je da povrće dominira u svim skupinama (25,7 % kod 5–7 natjecanja do 37,5 % kod 8–12 natjecanja), dok su voće i kruh također značajni izvori, a unos mesa i mliječnih proizvoda ostaje nizak, osobito mlijeka u skupini s 5–7 natjecanja (3,5 %).

Poremećaji ciklusa česti su u populaciji sportašica, a najčešći je uzrok neravnoteža između energetske unosa i utroška (broja i/ili intenziteta treninga). Ovi poremećaji mogu imati ozbiljne posljedice po zdravlje koštane mase i kardiovaskularnog sustava, što ističe važnost njihove pravovremene identifikacije i prevencije.^{8,26} Amenoreja, koja pogađa i do 69 % sportašica, ovisno o tipu sporta, direktno je povezana s restrikcijama u prehrani i nedovoljnim energetske unosom, a veliku ulogu u pojavi amenoreje, ali i drugih nepravilnosti menstrualnog ciklusa ima dob sportašica, odnosno vrijeme kada se započelo

s restrikcijama u prehrani zbog natjecanja.¹⁶ U ovom istraživanju su sportašice s amenorejom imale manji unos željeza iz gotovo svih promatranih skupina hrane (Slika 2, Tablica 4). Međutim, ukupni prehrambeni unos željeza se nije pokazalo značajnim prediktorom za nepravilnosti menstrualnog ciklusa (Tablica 5). No, trajanje treninga dulje od 1 h kao i primjena suplementacije su se u modelu logističke regresije pokazali kao zaštitni čimbenici za nepravilnosti menstrualnog ciklusa.

U ovom istraživanju se nije ispitalo koju su suplementaciju sportašice koristile, pa se isto ne može detaljnije analizirati. No treba spomenuti kako npr. primjena kreatina u količini od ≥ 13 mg/kg tjelesne mase/dan rezultira značajno manjim rizikom od nerepravilnosti menstrualnog ciklusa, drugih obstetričkih stanja i patologija zdjelice.²³ Što se tiče duljine treninga i utjecaja na menstrualni ciklus, trenutni dokazi ne govore u prilog tome da bi određena duljina treninga mogla imati pozitivan utjecaj.¹⁰ Naprotiv, treninzi visokog intenziteta i duljeg trajanja predstavljaju značajan čimbenik rizika za nepravilnosti menstrualnog ciklusa, posebice među adolescenticama.⁹ S obzirom da u ovom istraživanju nije mjeren intenzitet treninga, ove rezultate bi trebalo uzeti s dozom opreza jer trening trajanja dulje od 1 h ne znači nužno i veći intenzitet.

Buduća istraživanja trebala bi uključiti veći broj ispitanica, uključujući sportašice koje sudjeluju na velikom broju natjecanja, te kombinirati prehrambeni unos željeza s analizom krvne slike kako bi se utvrdio stvarni status željeza u organizmu i omogućila detaljnija procjena apsorpcije željeza. Ujedno, pregledi ginekologa i kardiologa dali bi potpunu sliku o promatranim ishodima povezanim s reproduktivnim i kardiološkim zdravljem sportašica. Provedena logistička regresijska analiza predstavlja vrijedan preliminarni pokušaj identifikacije čimbenika povezanih s nepravilnostima menstrualnog ciklusa kod sportašica TKD-a. Ipak, mali broj ispitanica je nedovoljan za robusnu procjenu osam prediktora uključenih u model logističke regresije. Visoka vrijednost McFadden R^2 logističke regresije vjerojatno reflektira prenamjerenost modela (overfitting) na specifične podatke, umjesto općenite primjenjivosti.

Do danas nisu pronađeni drugi radovi koji su analizirali prehranu sportašica na razini Hrvatske, kako opće prehrambene navike tako ni prehrambeni unos željeza. Prema do sada provedenim istraživanjima na sportašicama, kojih je malo i koje su poglavito bile intervencije u vidu suplementacije i provedene na malom broju ispitanica, varijabilnog trajanja, utvrđeno je da prehrana koja uključuje meso ima veći učinak na status željeza od suplementiranja željeza kroz dodatke prehrani.¹ Dobiveni rezultati jasno pokazuju da su restrikcije u prehrani kod sportašica TKD-a prisutne i kod jednog dijela sportašica rezultirale su i nepovoljnim ishodima, od sideropenične anemije, amenoreje do drugih nepravilnosti menstrualnog ciklusa. Kako bi se zadovoljili zahtjevi sporta a istovremeno očuvao zdravstveni status sportašica neophodno je uključiti nutricionistu koji bi planirao i adaptirao prehranu prema tjelesnim, zdravstvenim i zahtjevima pojedinog sporta.

ZAKLJUČAK

Istraživanje je pokazalo da sportašice s najvećim brojem natjecanja unose znatno manje željeza, pri čemu prehrana ovisi gotovo isključivo o biljnim izvorima, što se dugoročno može manifestirati sideropenijom. Analiza doprinosa pojedinih skupina hrane ukupnom unosu željeza pokazala je da su povrće i kruh dominantni prehrambeni izvori. Bioraspoloživost željeza iz tih skupina hrane je mala te se u kombinaciji s restrikcijom unosa ahrane općenito, a kao potreba priprema za natjecanja, može negativno očitovati u vidu sideropenije, lošije sportske izvedbe, nepravilnostima menstrualnog ciklusa uključujući amenoreju i zdravljem kostiju i kardiovaskularnog sustava. Ovome u prilog idu rezultati smanjenja unosa željeza s povećanim brojem natjecanja kao i niži unos željeza kod sportašica koje su prijavile amenoreju. Neočekivano, dulje trajanje treninga (>1 h) identificirano je kao značajan zaštitni faktor za nepravilne menstrualne cikluse, dok broj treninga tjedno i korištenje podataka prehrani pokazuju trendove mogućeg utjecaja.

Dobiveni rezultati naglašavaju važnost kvalitete prehrane, raznolikosti izvora željeza te pravilnog planiranja treninga za sportsku izvedbu ali i dugoročno zdravlje sportašica, no ujedno ukazuju na potrebu daljnjih istraživanja na većem broju sportašica.

Literatura

1. Alaunyte I, Stojceska V, Plunkett A. Iron and the female athlete: a review of dietary treatment methods for improving iron status and exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015;12:38.
2. Armano G, Šakić D, Jovančević M, Školnik Popović V, Jurin I, Šakić Z, i sur. Procjena debljine djece i rizika od nastanka kardiovaskularnih bolesti s pomoću omjera opsega struka i tjelesne visine. *Lijec Vjesn.* 2023;145(suppl 5):320.
3. Artioli GG, Solis MY, Tritto AC, i sur. Nutrition in combat sports. U: *Nutrition and enhanced sports performance.* London; San Diego: Academic Press; 2019. p. 109–22.
4. Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2012;13:275–86.
5. Badenhorst CE, Goto K, O'Brien WJ, Sims S. Iron status in athletic females, a shift in perspective on an old paradigm. *J Sports Sci.* 2021;39(14):1565-75.
6. Banjari I. Iron Deficiency Anemia and Pregnancy. U: Khan J, ur. *Current Topics in Anemia.* InTech Open, 2017; doi: 10.5772/intechopen.69114 p.
7. Banjari I, Hjartåker A. Dietary sources of iron and vitamin B12: Is this the missing link in colorectal carcinogenesis? *Med Hypotheses.* 2018;116:105-10.
8. Burt LA, Wyatt PM, Morrison A, Boyd SK. Bone quality in competitive athletes: A systematic review. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2023;23(4):456-70.
9. Calcaterra V, Vandoni M, Bianchi A, Pirazzi A, Tiranini L, Baldassarre P, i sur. Menstrual dysfunction in adolescent female athletes. *Sports (Basel).* 2024;12(9):245.
10. Colenso-Semple LM, D'Souza AC, Elliott-Sale KJ, Phillips SM. Current evidence shows no influence of women's menstrual cycle phase on acute strength performance or adaptations to resistance exercise training. *Front Sports Act Living.* 2023;5:1054542.
11. Damian MT, Vulturar R, Login CC, Damian L, Chis A, Bojan A. Anemia in sports: A narrative review. *Life (Basel).* 2021;11(9):987.
12. Dubravac S. Pretilost odraslih osoba kao javnozdravstveni problem [disertacija]. Bjelovar: Bjelovar University of Applied Sciences, Department of Nursing; 2024.
13. Dion S, Walker G, Lambert K, Stefoska-Needham A, Craddock JC. The diet quality of athletes as measured by diet quality indices: A scoping review. *Nutrients.* 2024;17(1):89.
14. EFSA, European Food Safety Authority. DRV Finder, 2025 <https://multimedia.efsa.europa.eu/drvs/index.htm> (pristupljeno: 15.04.2026.)
15. Farajian P, Kavouras SA, Yannakoulia M, Sidossis LS. Dietary intake and nutritional practices of elite Greek aquatic athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2004;14(5):574-85.
16. Gimunová M, Paulínyová A, Bernaciková M, Paludo AC. The prevalence of menstrual cycle disorders in female athletes from different sports disciplines: A rapid review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(21):14243.
17. Hoteit M, Khattar M, Derassoyan J, Abou Khalil Y, Haidar A, Baroud R, et al. Assessment of nutritional status, health parameters, body composition, and their predictors in Lebanese taekwondo athletes: A cross-sectional study. *Sports (Basel).* 2025;13(8):264.
18. Jukić T, Babić Z, Mišigoj-Duraković M. Zdravstveni rizici u vrhunskom sportu – kardiološki i internistički aspekti. *Croat Sports Med J.* 2019;34(1):14-22.
19. Kordi R, Maffulli N, Wroble RR, Wallace WA, ur. *Combat sports medicine.* New York: Springer Science & Business Media; 2009.
20. Liu SY, Ruan L, Wang GH, Li SB, You K, Chen ML, et al. Effects of exercise on the hepcidin inflammatory status and markers of iron metabolism: A meta-analysis. *Science & Sports;* 2025;40(3):196-211.
21. Lukaski HC. Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition.* 2004;20:632–44.
22. Obeagu EI. Iron homeostasis and health: understanding its role beyond blood health - a narrative review. *Ann Med Surg (Lond).* 2025;87(6):3362-71.
23. Ostojic SM, Stea TH, Ellery SJ, Smith-Ryan AE. Association between dietary intake of creatine and female reproductive health: Evidence from NHANES 2017-2020. *Food Sci Nutr.* 2024;12(7):4893-8.
24. Pengelly M, Pumpa K, Pyne DB, Etxebarria N. Iron deficiency, supplementation, and sports performance in female athletes: A systematic review. *J Sport Health Sci.* 2025;14:101009.
25. Solberg A, Reikvam H. Iron status and physical performance in athletes. *Life (Basel).* 2023;13(10):2007.
26. Taim BC, Ó Catháin C, Renard M, Elliott-Sale KJ, Madigan S, Ní Chéilleachair N. The prevalence of menstrual cycle disorders and menstrual cycle-related symptoms in female athletes: A systematic literature review. *Sports Med.* 2023;53(10):1963-84.
27. World Taekwondo. 2020. <https://www.worldtaekwondo.org/index.html> (pristupljeno: 25.09.2025.)
28. World Health Organization: *Anemia in women and children.* The Global Health https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/anaemia_in_women_and_children (pristupljeno: 14.01.2026).