

УНИВЕРИЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ МЕДИЦИНСКИХ НАУКА



Процена и анализа нутритивног статуса спортиста
Србије на такмичарском нивоу

Мастер рад

Ментор:

Проф. др Владимир Живковић

Аутор:

др Марија Анђелковић

Крагујевац, 2025. Године

Сажетак:

Циљ овог рада био је да се процени и анализира нутритивни статус спортиста Србије на такмичарском нивоу, узимајући у обзир пол, узраст, спортску дисциплину, телесну композицију, енергетски унос и потрошњу, унос макро- и микронутријената, као и биохемијске параметре. Истраживање је спроведено у виду студије пресека, на узорку од 145 спортиста оба пола, уз примену методологије која обухвата нутритивну анамнезу, биоимпедансну анализу, тродневни дневник исхране, мерење физичке активности акцелерометром и лабораторијске анализе.

Резултати указују на то да је код већине спортиста евидентиран енергетски дефицит, недовољан унос угљених хидрата и течности, као и честе дефицијенције гвожђа, витамина Д, магнезијума и селена. Примећене су статистички значајне разлике између полова, као и специфичности појединих спортских дисциплина. Употреба суплемената је била распрострањена, али често неодговарајућа у односу на индивидуалне потребе.

Ова анализа указује на потребу за персонализованим нутритивним приступом, едукацијом спортиста и стручњака, као и дефинисањем јасних смерница за унос хранљивих материја код популације спортиста, у циљу очувања здравља и побољшања спортских перформанси.

САДРЖАЈ

I. УВОДНИ ДЕО

II. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

III. РЕЗУЛТАТИ

IV. ДИСКУСИЈА

V. ЗАКЉУЧАК

VI. ЛИТЕРАТУРА

I. УВОД

Нутритивни статус представља интегративни показатељ здравственог стања појединца, заснован на уносу, искоришћавању и метаболизму макро и микронутријената. У научној и стручној заједници постоје различита размишљања о значају исхране у спорту, али већина истраживања подржава њену кључну улогу.

Савремени консензус, који укључује документе као што су IOC Consensus Statement (Maughan et al., 2018) и смернице Америчког колеџа спортске медицине, снажно потврђује да адекватна исхрана и суплементација значајно унапређују спортску способност, опоравак и смањују ризик од повреда. Спортска исхрана и суплементација има мали, али потенцијално вредан допринос повећању спортске способности код врхунских спортиста. Суплементи имају за циљ да реше различите проблеме:

- (1) корекцију недостатка микронутријената,
- (2) обезбеђивање извора енергије и макронутријената,
- (3) пружање директних користи по спортску способност
- (4) индиректну корист као што је подршка интензивним тренажним програмима.

Поред ових позитивних аспеката употребе суплемената, њихова употреба може нашкодити здрављу, спортској способности и/или егзистенцији и угледу спортисте (повреда антидопинг правила). Због тога је неопходно да се спроведе комплетна нутритивна процена пре доношења одлуке о њиховој употреби.

Суплементи за које се тврди да директно или индиректно побољшавају перформансе обично представљају највећу групу производа намењених спортистима, али само неколико њих (укључујући кофеин, креатин, пуфере и нитрате) имају поуздане доказе о корисним ефектима. Ипак, ефекти зависе од начина употребе и могу знатно варирати међу појединцима због фактора као што су генетика, микробиом и навике у исхрани.

Суплементи намењени побољшању спортске способности треба да буду темељно испробани током тренинга или симулираних такмичења пре него што се користе у званичном такмичењу. Ненамерно уношење супстанци које су на листи забрањених

представљају познат ризик. Због свега заштита здравља спортисте и свест о могућој штети морају бити приоритет па је стручна и професионална помоћ неопходна пре него што се започне употреба суплемената.

Алтернативни ставови углавном долазе из следећих перспектива:

- Претерана фокусираност на исхрану – неки аутори упозоравају да претерано наглашавање "оптималне" исхране може довести до поремећаја у исхрани (orthorexia nervosa), посебно код младих спортиста. Они истичу значај психолошке равнотеже и одсуства ригидних ограничења.
- Функционални приступ – поједини тренери и стручњаци сматрају да телесни одговор на исхрану може бити индивидуалан и да не постоји универзална нутритивна формула. Стога више верују у „интуитивну“ исхрану или у опсервацију ефеката у пракси.
- Историјски приступ – ранији генерације врхунских спортиста често нису имале приступ нутриционистима, али су постизали велике резултате. Овај став се данас сматра застарелим, али се и даље може чути у неким спортским круговима.

Ипак, код спортиста, нутритивни статус има посебан значај јер директно утиче на способност организма да одговори на тренинг, опоравак и такмичарске захтеве. Због тога исхрана и суплементација постају саставни део стратешког планирања спортског наступа, а неправилности у нутритивном статусу могу довести до смањења спортске способности, хроничног замора, чешћих повреда и поремећаја у метаболичкој равнотежи организма. Став Академије за исхрану и дијететику, Дијететичара Канаде и Америчког колеџа спортске медицине управо то подржава добро одабраним нутритивним стратегијама. Ове организације пружају смернице у вези са одговарајућом врстом, количином и временом уноса хране, течности и суплемената како би се подржали оптимално здравље и спортски учинак у различитим сценаријима тренинга и такмичарског спорта. (Thomas DT, et. al., 2016).

Адекватан енергетски унос, правилан однос макроелемената (угљени хидрати, масти, протеини) и довољан унос микронутријената (витамини, минерали, елементи у траговима) од суштинске су важности за спортисте на свим нивоима. Термин адекватан унос у

контексту спорта и исхране односи се на количину енергије и нутријената коју спортиста мора да унесе како би покрио све метаболичке потребе организма током тренинга, опоравка и такмичења, а притом одржао оптимално здравље.

У спортској нутрицији, не постоји једна „универзална“ вредност адекватног уноса – он зависи од:

- пола,
- узраста,
- телесне масе и телесне композиције (маса мишића),
- интензитета и трајања физичке активности,
- спортске дисциплине,
- индивидуалног метаболизма.

За енергију, кључан концепт је енергетска доступност, а препоручује се минимум од 30 kcal/kg FFM (безмасне телесне масе) дневно као доња граница испод које долази до поремећаја као што су RED-s синдром, хормонске промене, и оштећење коштаног система.

Нарочито су ризичне групе млађи спортисти, жене у естетским спортовима, као и спортисти са рестриктивним дијетама, код којих је ризик од нутритивних дефицита повећан. Истраживања су показала да је већи ниво телесне масти негативно повезан са издржљивошћу, док је добитак мишићне масе резултирао повећање спортске способности у различитим спортовима. Телесна композиција (ТК) није допринела раном препознавању талената, нити је утврђена јединствена гранична вредност која би указивала на предност у спортским способностима. ТК делује као једна од више променљивих које утичу на перформансе, и њен значај не треба прецењивати. Анкета (125 стручњака, 61 спорт, 26 земаља) показала је суптилне промене у односу на време: повећана улога спортских нутрициониста као лица која спроводе мерење ТК (2013: 54%, 2022: 78%); мањи нагласак на извештавање о проценту телесне масти (2013: 68%, 2022: 46%); смањена учесталост процене ТК ако се врши најмање једном у четири недеље (2013: 18%, 2022: 5%). Испитаници су и даље изразили забринутост због проблематичног фокуса на ТК (2013: 69%, 2022: 78%). Водичи о „најбољој пракси” наглашавају значај мултидисциплинарног

тима за здравље и спортску способност спортиста, као и третирање података о ТК. Водичи стављају здравље у фокус процене ТК, с циљем смањења појаве поремећаја у исхрани, проблематичне ниске енергетске доступности и REDs синдрома. (Mathisen TF, et al., 2023).

Подаци из литературе указују на чест недостатак гвожђа, витамина D, калцијума и магнезијума код активних спортиста, што може утицати на хематолошке параметре, коштану густину и функцију мишића. Тако у раду Beck KL, et al., 2015, спортисткиње су имале значајно ниже нивое серумског феритина и засићеност трансферином (мање од 16%) у поређењу са неспортисткињама. Црне девојке су имале значајно ниже вредности хемоглобина, засићеност трансферином и серумски феритин, као и количина унетог гвожђа кроз исхрану. Закључено је да спортисткиње могу бити у већем ризику од дефицита гвожђа, а тиме и од анемије изазване недостатком гвожђа; да црне адолесценткиње могу имати повећану преваленцију дефицита гвожђа, при чему су црне спортисткиње потенцијално у највећем ризику од недостатка гвожђа и његових могућих последица. Због тога се препоручује редовна процена статуса гвожђа код женске спортске популације.

У савременој пракси, процена нутритивног статуса не сме се ослањати искључиво на телесну масу и индекс телесне масе (BMI), већ мора обухватити шири спектар параметара:

1. **Процену телесне композиције** која се односи се на процену удела различитих ткива у телу, најчешће:

- безмасне телесне масе (FFM) – која обухвата мишиће, кости, органе и телесне течности,
- масног ткива (FM) – укупна количина телесне масти, укључујући есенцијалну и складиштену масноћу.

У спорту, процена телесне композиције се користи ради:

- праћења адаптација на тренинг,
- процене енергетских потреба,
- откривања енергетске неравнотеже (нпр. низак проценат масти уз снижену телесну масу може указивати на RED-s),

- индивидуализације нутритивног плана (израчун уноса према безмасној маси).

Најчешће методе мерења телесне композиције укључују биоимпедансу (BIA), DEXA скенер, антропометрију и потопну вагу (hydrostatic weighing). У контексту овог рада, телесна композиција је кључна јер омогућава процену нутритивног статуса прецизније него само мерење телесне масе или BMI.

2. **Биохемијске анализе** које укључују мерење крвних и уринарних параметара као што су ниво гвожђа, феритина, хемоглобина, витамина D, електролита (натријум, калијум, калцијум), као и хормона штитасте жлезде (TSH, fT3, fT4), полних хормона (тестостерон, естрадиол), маркера мишићне активности (креатин киназа, миоглобин), и маркера функције јетре и бубрега (AST, ALT, уреа, креатинин)
3. **Евиденција енергетског уноса и потрошње**, као и навике у исхрани и суплементацији што подразумева се систематско праћење:
 - **Уноса енергије (калорија)** кроз храну и напите током дана, често уз помоћ дневника исхране, апликација или нутритивног софтвера;
 - **Потрошње енергије** током тренинга и дневних активности, што се прати путем уређаја као што су акцелерометри, паметни сатови или индиректна калориметрија.

Ова два параметра упоређују се ради утврђивања енергетске равнотеже – да ли спортиста уноси довољно енергије у односу на своје потребе. Ово је кључно у превенцији RED-s синдрома и у планирању индивидуализоване нутритивне стратегије.

Разлика између акцелерометара, паметних сатова и индиректне калориметрије је у тачности, приступачности и начину мерења енергетске потрошње:

- **Акцелерометри:** мали уређаји који мере убрзање покрета тела у свим правцима (нпр. ActiGraph, Axivity, GENEActiv). Користе се за процену нивоа физичке активности и утрошка енергије, често код научних испитивања.
- **Паметни сатови:** комерцијални уређаји (нпр. Garmin, Polar, Apple Watch) који комбинују акцелерометре са мониторима срчаног рада и GPS-ом. Дају приближне

процене потрошње енергије, али су нешто мање тачни него специјализовани инструменти.

- **Индијектна калориметрија:** најпрецизнији метод за мерење енергетске потрошње у реалном времену, на основу анализе удисаног кисеоника и издишаног угљен-диоксида. Користи се углавном у лабораторијским условима.

На тај начин је могуће идентификовати нутритивне грешке које спортисти праве – било да се ради о недовољном уносу енергије, једноличној исхрани, прескакању obroка или неадекватној хидратацији – и предложити конкретне интервенције.

Значај едукације спортиста у коришћењу ових направа не може се преценити – обучени спортисти могу боље да тумаче податке, прилагоде унос и потрошњу енергије у реалном времену и донесу информисане одлуке о исхрани и тренингу. Едукација укључује правилно бележење уноса, разумевање података са акцелерометра или сата, и праћење индивидуалних трендова. Ово је посебно важно јер помаже спортистима да схвате сложен однос између уноса и потрошње енергије, што је кључно за одржавање енергетске равнотеже и оптималне спортске способности

Употреба суплемената је све распрострањенија, али често без адекватног стручног надзора, што подразумева надгледање од стране квалификованог нутриционисте, лекара спортске медицине или фармацеута који је обучен у области суплементације у спорту. Они процењују потребе спортисте, препоручују дозирање, прате ефекте и избегавају потенцијалне интеракције или антидопинг ризике.

Међутим, резултати представљени у различитим студијама варирају у зависности од типа суплемента, дозирања и оперативног контекста, аспеката који треба да обухвате индивидуалне одговоре сваког испитаника, како је показано у студији Varillas-Delgado, 2015, која истражује улогу генетских профила у одговору на креатин код професионалних фудбалера. Празнине у знању укључују недостатак дугорочних студија о безбедности и ефикасности ових суплемената, као и потребу за испитивањем њихових ефеката у екстремним условима (надморска висина, топлота и стрес) или у вези са генетским карактеристикама. Поред тога, потребно је више доказа о интеракцијама између

суплемената и уобичајене исхране. Будућа истраживања треба да се фокусирају на стандардизоване протоколе и разноврсније популације како би се оптимизовале препоруке за војне услове.

Истраживања показују да спортисти користе суплементе како би побољшали перформансе (нпр. креатин, бета-аланин, кофеин, нитрати, L-карнитин), убрзали опоравак (нпр. протеински шејкови, ВСАА, глутамин, омега-3 масне киселине, антиоксиданси као што су витамин С и витамин Е) или компензовали нутритивне недостатке (нпр. мултивитамиински препарати, суплементи гвожђа, калцијума, витамина D, магнезијума), али и да недостаје јасна едукација о томе које суплементе треба користити, у којим дозама и у којим ситуацијама. Због тога је процена нутритивног статуса не само алат дијагнозе, већ и основа за персонализовани приступ у спортској исхрани.

У последњој деценији, значај нутритивног статуса у спорту добија све већу пажњу у научној заједници. Бројне студије указују на то да нутритивни статус спортиста директно утиче на њихове спортске перформансе, опоравак, превенцију повреда и укупно здравље. Савремени приступ процени нутритивног статуса захтева мултидисциплинарну методологију која обухвата не само анализу телесне композиције, већ и нутритивни унос, биохемијске параметре и навике у вези са суплементацијом.

Према заједничкој позицији Америчког колеџа спортске медицине, Академије за исхрану и дијететику и Канадског друштва за дијететику, адекватна исхрана је основа за постизање оптималних перформанси и превенцију нутритивних поремећаја код спортиста⁽²⁾. Аутори наглашавају важност уравнотеженог уноса угљених хидрата, протеина и масти, као и потребу за уносом свих есенцијалних витамина и минерала у складу са повећаним метаболичким захтевима физичке активности.

Истраживање Mathisen и сарадника (2023), спроведено у оквиру консензуса Међународног олимпијског комитета о релативном енергетском дефициту у спорту (RED-s), истиче да неправилна процена телесне масе и композиције може довести до озбиљних здравствених и перформансних последица, нарочито код жена и младих спортиста. Аутори препоручују редовну процену нутритивног статуса као обавезан део спортске медицине.

Европска агенција за безбедност хране (EFSA) објављује референтне вредности за унос нутријената у општој популацији, али све више истраживања указује на потребу за специфичним референтним вредностима за физички активне особе и појединачне спортове. То је нарочито важно код микронутријената као што су гвожђе, калцијум, витамин D и цинк, чији је унос често недовољан у односу на стварне потребе спортиста⁽⁴⁾.

Подаци добијени у више систематских прегледа показују да постоји позитивна корелација између нивоа нутритивне едукације и квалитета исхране код спортиста. Spronk и сарадници (2015) закључују да спортисти који имају боље знање о исхрани конзумирају више воћа, поврћа и сложених угљених хидрата, те мање засићених масти и слаткиша. Тако је у раду Spronk I, et al. 2015 систематски анализиран однос између знања о исхрани и уноса хране код одраслих особа (просечна старост ≥ 18 година). Релевантне базе података претражене су од најранијих записа до новембра 2012. године. Кључне речи у претрази укључивале су: исхрана; дијета или знање о храни; унос енергије; понашање у исхрани; исхрана; нутријенти или унос/конзумација хране. Иницијална претрага дала је 1.193.393 потенцијално релевантна чланка, од којих је двадесет девет испуњавало критеријуме за укључивање. Већина студија је спроведена у популацијама заједнице ($n = 22$), док је мањи број ($n = 7$) спроведен у атлетским популацијама. Због хетерогености метода које су се користиле за процену знања о исхрани и уноса хране, мета-анализа није била могућа. Већина студија (65,5%: у заједници 63,6%; код спортиста 71,4%) је показала статистички значајне, позитивне, али слабе ($r < 0,5$) повезаности између већег знања о исхрани и бољег уноса хране – најчешће већег уноса воћа и поврћа. Међутим, квалитет студија је веома варирао, а учешће испитаника из популација са нижим социоекономским статусом било је ограничено, јер је већина учесника имала више образовање и била женског пола. Због су потребне добро дизајниране студије са валидираним методологијама како би се разјаснио однос између знања о исхрани и уноса хране. Индекси квалитета исхране који мере усклађеност са нутритивним смерницама могу бити посебно вредни за процену те повезаности. Знање о исхрани је интегрални део здравствене писмености, а с обзиром на то да је ниска здравствена писменост повезана са лошим здравственим исходима, потребна су савремена, квалитетна истраживања како би

се унапредило образовање становништва о исхрани и креирале ефективне мере јавног здравља.

Употреба дијететских суплемената је такође обимно проучавана. Међународни олимпијски комитет у свом консензус документу из 2018. године наглашава да суплементација треба да буде део шире нутритивне стратегије, а не њена замена. Препоруке укључују стручни надзор, индивидуализацију и евалуацију ефективности суплементације.

На основу прегледа литературе, може се закључити да процена нутритивног статуса треба да буде стандардизована и редовна пракса у раду са спортистима, уз обавезно укључивање нутрициониста у стручни тим.

Овај рад има за циљ да анализира нутритивни статус такмичарских спортиста у Србији, користећи савремене методе процене телесног састава, енергетског биланса и нутритивног уноса. Истраживање обухвата више спортских дисциплина и узрасних категорија, и представља први систематизован покушај да се на националном нивоу сагледају нутритивни изазови са којима се спортисти суочавају.

II. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Ова студија пресека (енгл. *cross-sectional study*) спроведена је у периоду од шест година у оквиру активности Центра за спортску исхрану и суплементацију у Београду. Укупан узорак обухватио је 145 спортиста који су добровољно приступили процени нутритивног статуса ради добијања персонализованог програма исхране и суплементације.

Истраживање је спроведено уз сагласност испитаника, уз поштовање етичких стандарда и принципа поверљивости података. За малолетне испитанике сагласност су дали родитељи или старатељи.

Критеријуми укључења и искључења

Узорак је обухватао спортисте оба пола, старости од 12 до 35 година, који су имали минимум 10 сати физичког тренинга недељно и учествовали на такмичарском нивоу у својој спортској дисциплини. Искључени су спортисти који су се налазили у фази опоравка од повреде или акутне болести, као и они који су у претходна три месеца знатно мењали режим исхране (нпр. кетогена дијета, интермитентни пост).

Протокол процене

Сваки испитаник је прошао стандардизован протокол процене који је обухватао следеће кораке:

1. Интернистички преглед и процена телесне композиције:

Телесна композиција је одређивана методом биоелектричне импедансе (*bioelectrical impedance analysis – BIA*) помоћу апарата Tanita MC-780. Мерени су телесна маса, висина, индекс телесне масе (BMI), базални метаболизам (BMR), проценат воде у организму (TBW), безмасна маса (FFM), масна маса (FM) и проценат масти (F%).

2. Нутритивни интервју:

Са свим спортистима обављен је стандардизовани полу-структурирани интервју о навикама у исхрани, броју и саставу дневних obroка, времену уноса, као и учесталости и врстама суплемената које користе.

3. Лабораторијске и биохемијске анализе:

Анализирани су параметри комплетне крвне слике (еритроцити, леукоцити, хемоглобин, хематокрит, тромбоцити), као и биохемијски маркери: глукоза, креатинин, уреа, билирубин, LDH, албумин, холестерол, HDL, LDL, триглицериди, AST, ALT, гвожђе, феритин и креатин киназа.

4. Процена енергетског уноса и потрошње:

Енергетски унос је оцењен помоћу тродневног дневника исхране (два радна и један нерадни дан), који је обрађен уз помоћ нутритивног софтвера CIS, развијеног на основу базе података EuroFIR са фокусом на намирнице присутне на српском тржишту.

Енергетска потрошња је процењена комбиновањем података добијених ношењем акцелерометра (COSMED) и евиденције физичке активности коју су испуњавали спортисти током истог тродневног периода.

5. Едукација и финални извештај:

Након анализе података, сваком спортисти је предочен персонализовани извештај са препорукама за исхрану и суплементацију, након чега је уследио едукативни разговор и консултација са циљем подизања нутритивне свести.

Обрада података

Сви добијени подаци су унети у Microsoft Excel и обрађени дескриптивном статистиком. Непрекидне променљиве су изражене као средња вредност $\pm$ стандардна девијација (SD). Поређења између полова и спортских група рађена су коришћењем t-теста за независне узорке или ANOVA, у зависности од броја група. Статистичка значајност је постављена на $p < 0.05$.

III. РЕЗУЛТАТИ

Укупан број испитаника износио је 145, од чега је 60,4% било мушког (n=88), а 39,6% женског пола (n=57). Спортисти су долазили из 29 различитих спортова, при чему је најзаступљенији био тенис (22,2%), затим пливање (13,9%), кошарка (11,8%) и фудбал (10,4%). Средња старост испитаника била је $18,8 \pm 4,6$ година, са распоном од 12 до 35 година.

1. Антропометријске карактеристике

У Табели 1 приказани су просечни резултати мерења телесне композиције. Мушкарци су, очекивано, имали веће вредности висине, телесне масе, базалног метаболизма и безмасне масе, док је проценат телесне масти био значајно нижи у односу на жене (13,6% наспрам 21,2%).

Графикон 1: Поређење БМИ и % масти по полу (предлог за визуелни приказ)

Параметар	Мушкарци	Жене
Висина (цм)	182.8 ± 11.6	171.8 ± 8.3
Тежина (кг)	76.2 ± 15.0	63.0 ± 9.8
БМИ (kg/m ²)	22.6 ± 3.0	21.3 ± 2.4
BMR (kcal)	2070.6 ± 311.2	1562.9 ± 184.0
Вода (TBW, kg)	48.3 ± 9.9	36.2 ± 5.2
Безмасна маса (FFM, kg)	65.7 ± 13.4	49.5 ± 7.1
Масна маса (FM, kg)	10.6 ± 4.9	13.8 ± 5.0
Проценат масти (%)	13.6 ± 5.5	21.2 ± 5.9

2. Разлози за обраћање нутриционисти

Највећи број спортиста (29,2%) дошао је ради савета о исхрани и суплементацији. Веома је заступљен и циљ мршављења (24,3%), што указује на доминантну перцепцију естетике у спорту, али и на потенцијалне проблеме са самооцењивањем телесне композиције.

Табела 2 – Разлози за консултацију са нутриционистом

Разлог за обраћање Центру	Проценат (%)
Савет о исхрани и суплементацији	29.2
Мршављење	24.3
Повећање телесне масе	11.1
Повећање мишићне масе	7.6
Мршављење и смањење % масти	7.6
Повећање енергије	3.5
Повећање масе и мишића	2.8
Смањење умора	3.5
Повећање издржљивости	3.5
Смањење % масти	2.1
Повећање концентрације	1.4
Мршављење и повећање мишића	1.4
Повећање снаге	0.7
Мршављење и смањење умора	1.4

3. Енергетски унос и потрошња

У Табели 3 приказане су вредности енергетског уноса и потрошње. Уочен је негативан енергетски биланс код оба пола: мушкарци у просеку уносе 429 kcal мање него што потроше, а жене чак 412 kcal мање. Овај дефицит може довести до хроничне неравнотеже и симптома релативног енергетског дефицита у спорту (RED-s).

Показатељ	Мушкарци	Жене
Енергетски унос (kcal/дан)	2882.5 ± 900	2076.2 ± 545.2
Потрошња енергије (kcal/дан)	3310.8 ± 506.0	2488.3 ± 417.2
Угљени хидрати (g/дан)	316.7 ± 114.2	234.6 ± 78.2
Протеини (g/дан)	130.6 ± 41.6	93.6 ± 25.9
Маси (g/дан)	107.8 ± 39.0	77.8 ± 25.0
Унос воде (g/дан)	2434.5 ± 873.5	1862.9 ± 940.2

4. Биохемијски параметри

Резултати биохемијских анализа откривају да код великог броја спортиста постоје одступања од референтних вредности, нарочито код феритина, хемоглобина и гвожђа – посебно код женског пола. Уочен је и широк распон вредности креатин киназе (СК), што указује на различит степен оптерећења или микротраума мишића.

Табела 4: Средње вредности одабраних параметара по полу

Параметар	Мушкарци	Жене
Еритроцити ($\times 10^{12}/L$)	5.0±0.3	4.5±0.2
Леукоцити ($\times 10^9/L$)	6.0±1.4	6.5±2.1

Хемоглобин (g/L)	147.9±9.4	133.3±8.8
Хематокрит (L/L)	0.43±0.3	0.4±0.03
Тромбоцити (x10 ⁹ /L)	229.5±47.6	245.9±46.7
Седиментација (mm/h)	4.2±3.2	7.1±3.9
Глукоза (mmol/L)	5.1±0.4	4.9±0.4
Креатинин (μmol/L)	82.5±17.0	73.3±11.8
Уреа (mmol/L)	5.8±1.4	5.1±1.7
Билирубин (μmol/L)	14.2±8.9	12.1±7.1
ЛДХ (U/L)	267.3±108.0	227.4±79.5
Албумин (g/dl)	46.9±3.3	45.7±3.1
Холестерол (mmol/L)	4.1±0.8	4.3±0.9
ХДЛ (mmol/L)	1.5±0.3	1.8±0.5
ЛДЛ (mmol/L)	2.3±0.6	2.1±0.5
Триглицериди (mmol/L)	0.7±0.3	0.7±0.3
АСАТ (U/L)	26.7±9.7	24.7±9.0
АЛАТ (U/L)	23.1±14.2	20.2±12.9
Гвожђе (μmol/L)	19.4±7.9	18.1±5.6
Феритин (μg/L)	74.8±52.9	40.1±18.9
Креатин киназа (U/L)	281.1±187.7	195.8±200.8

IV. ДИСКУСИЈА

Резултати ове студије показују да велики број спортиста у Србији не успева да обезбеди енергетску равнотежу, има недовољан унос одређених микронутријената и нерегулисану суплементацију. Ови налази се подударају са сличним закључцима из међународних истраживања, што указује на то да се не ради о изолованом, већ глобалном проблему у спортској пракси.

I. Енергетска неравнотежа

Уочени енергетски дефицит код оба пола (просечно 400–430 kcal/дан) представља озбиљан нутритивни ризик. Недовољан унос енергије у односу на потрошњу може довести до синдрома релативног енергетског дефицита у спорту (RED-s), са последицама по хормоналну регулацију, менструални циклус, густину костију и имунитет (Mathisen et al., 2023). Овај синдром је посебно чест код спортисткиња у естетским спортовима и код младих мушкараца у спортовима са категоризацијом по тежини.

Сличан налаз објављен је у раду Melin et al. (2015), који је показао да чак 45% елитних спортисткиња има хронични енергетски дефицит, често неосвешћен од стране самих спортисткиња и њихових тренера. У овом контексту, редовна процена енергетског биланса и едукација спортиста постају кључни алати превенције.

Иако је синдром RED-s најистраживанији код женске популације, све више података указује да и спортисти трпе последице енергетске неравнотеже. Истраживање Stellingwerff et al. (2021) показало је да ниска енергетска доступност може значајно утицати на ниво тестостерона, густину костију и капацитет опоравка код мушкараца. Такође, Vanheest et al. (2014) су у популацији пливача забележили смањење спортске способности, снижену базалну метаболичку активност и поремећену хормонску осу као последицу енергетског дефицита.

Узроци енергетске неравнотеже код спортиста су вишеструки. Они укључују недостатак нутритивног знања, пренаглашену фокусираност на телесну композицију (ниска масноћа тела), неусклађеност временског уноса хране са тренинзима, као и културолошке и

психолошке факторе попут страха од повећања телесне масе или притиска од стране тренера. Поред тога, спортисти често потцењују сопствене енергетске потребе, посебно у фазама интензивног тренинга или такмичарског периода.

Аеробна способност и енергетска неравнотежа

Једна од првих функција која трпи у условима хроничне енергетске неравнотеже је аеробна способност. Недовољан унос енергије, посебно угљених хидрата, доводи до смањене ресинтезе гликогена, смањене VO_{2max} вредности и мање искористљивог кисеоника у мишићима. Mountjoy et al. (2018) и Strock et al. (2020) наводе да RED-s синдром може довести до пада VO_{2max} за 10–15%, чак и у првим недељама енергетског дефицита. Ово директно утиче на издржљивост, брзину опоравка и способност подношења високих оптерећења.

Биохемијски и хормонски параметри као дијагностички алат

У процени енергетске неравнотеже, рутински се предлажу следећи параметри:

- Хематолошки: феритин, гвожђе, хемоглобин – процена оксигенацијског капацитета и анемије
- Тироидни: TSH, fT3, fT4 – маркери адаптивног смањења метаболизма
- Полни хормони: тестостерон (мушки), естрадиол и прогестерон (женски) – процена репродуктивне осе
- IGF-1 и кортизол: процена анаболичко-катаболичког баланса и стреса
- Витамин D, уреа, креатинин, AST, ALT: општа процена нутритивног и метаболичког статуса

Ови параметри, у комбинацији са анализом уноса и потрошње енергије, представљају основу за идентификацију RED-s синдрома и правовремену интервенцију. и укључивање стратегија хидратације у план тренинга од суштинског је значаја за очување спортске способности и здравља.

Тумачење параметара појединачно у контексту енергетске неравнотеже:

- Феритин < 30 µg/L: указује на недостатак гвожђа чак и пре појаве анемије; повезује се са умором и слабом аеробном способношћу.
- TSH ↓, fT3 ↓: типичан налаз код RED-s – организам смањује базални метаболизам како би штедео енергију.
- Тестостерон ↓, естрадиол ↓: код мушкараца снижен тестостерон, а код жена поремећај менструалног циклуса или аменореја; показатељ ендокриног одговора на хронични дефицит.
- IGF-1 ↓: маркер ниске енергетске доступности и смањене анаболичке активности; повезан са смањеном регенерацијом и мишићном масом.
- Кортизол ↑: индикатор хроничног стреса и катаболизма.
- Витамин D ↓: може бити повезан са смањеним уносом и метаболичким поремећајем; негативно утиче на имунитет и здравље костију.
- ALT/AST умерено ↑: код спортиста могу бити последица повишеног тренажног оптерећења, али ако су праћене другим поремећајима, могу указивати нанутритивни дефицит и хепатичну дисфункцију.

Базални метаболизам и телесна композиција код RED-s

- Базални метаболизам код спортиста у енергетском дефициту обично опада за 10–15% у року од 5 до 10 дана. Ово је адаптивни одговор организма на рестрикцију уноса енергије и манифестује се кроз снижен fT3 и понекад нормалан или снижен TSH. Праћење базалног метаболизма индиректно (преко Tanita BMR мерења) може бити један од првих индикатора хроничног енергетског дефицита.
- Телесна композиција се мења тако што долази до смањења масне масе, али често и безмасне масе, што је непожељно. Пад FFM (fat-free mass) указује на губитак мишићне масе, смањену снагу и успорен опоравак. Праћење BMR и FFM у интервалима од неколико недеља представља један од најједноставнијих и најкориснијих начина ране детекције RED-s синдрома у спортској пракси.

Корекција енергетске неравнотеже: препоруке и праћење

Кључни кораци у корекцији енергетске неравнотеже код спортиста обухватају (са циљем да се енергетска доступност одржи изнад 30 kcal по kg безмасне телесне масе дневно):

- **Повећање уноса енергије:** индивидуално процењен додатак од 300–600 kcal/дан, зависно од дефицита и оптерећења тренинга.
- **Распоред оброка:** обезбедити 3 главна и 2–3 ужине дневно, са фокусом на унос угљених хидрата пре и после тренинга (1–1.2 g/kg).
- **Довољан унос макро- и микронутријената:** угљени хидрати 5–7 g/kg, протеини 1.6–2.2 g/kg, масти најмање 20% енергије; додатак витамина D, гвожђа и калцијума по потреби.
- **Психолошка подршка:** посебно код спортиста са рестриктивним навикама у исхрани или поремећајима слике о телу.

Мониторинг напретка укључује:

- Поновљена анализа телесне композиције (FFM, масна маса) на сваких 4–6 недеља
- Праћење BMR (Tanita или индиректна калориметрија)
- Биохемијски параметри: феритин, fT3, IGF-1, полни хормони
- VO_2max и спортски учинак
- Враћање менструалног циклуса код спортисткиња

Правовремена корекција енергетског дефицита доводи до побољшања спортске способности, смањења ризика од повреда и нормализације ендокриног и метаболичког статуса.

II. Недовољан унос угљених хидрата и воде

Унос угљених хидрата код испитаника био је испод препорука за активне спортисте, које износе 5–7 g/kg телесне масе у данима средњег интензитета (Thomas et al., 2016). Ово може довести до инсуфицијентне ресинтезе гликогена, падова у нивоу енергије, мање издржљивости и дужег опоравка.

Иако општа популација уноси превише угљених хидрата, углавном рафинисаних, код спортиста је унос често испод потребног, што води до лошијих перформанси. Проблем лежи не у количини по апсолутним бројкама, већ у неусклађености са стварним енергетским захтевима.

Основни разлози за то су:

- (1) недостатак знања о специфичним нутритивним потребама у данима високог и ниског интензитета,
- (2) страх од повећања телесне масе, посебно код естетских и категоријских спортова,
- (3) нередовни оброци и прескакање хране у стресним периодима припрема и такмичења, и
- (4) недовољна сарадња са нутриционистима у изради персонализованих планова исхране.

Препоруке за адекватан унос угљених хидрата код спортиста:

- У данима умереног интензитета тренинга: 5–7 g угљених хидрата по kg телесне масе дневно
- У данима високог интензитета или такмичења: 7–10 g/kg ТМ
- У екстремним условима издржљивости (нпр. вишечасовна активност): до 12 g/kg ТМ. Да би спортиста унео овакву количину угљених хидрата, препоручује се планирање уноса кроз цео дан, укључујући чешће оброке и ужине, енергетски густу храну (нпр. пиринач, тестенина, хлеб, воћни сокови), употребу спортских напитака и додавака са угљеним хидратима током дужих активности. Разлагање уноса на 4–6 прилагођених obroка повећава толеранцију гастроинтестиналног система и побољшава апсорпцију.
- Унос угљених хидрата пре тренинга (1–4 сата пре активности) треба да износи 1–4 g угљених хидрата по килограму телесне масе, у зависности од трајања и интензитета тренинга. Препоручује се избор лако сварљивих угљених хидрата са умереним до високим гликемијским индексом као што су тестенина, пиринач, хлеб, банане, смутији или спортски напици. Овај оброк треба да буде умереног волумена,

са малим уделом масти и влакана како би се избегли гастроинтестинални проблеми током активности, 1–4 g/kg ТМ

- Унос после тренинга (у прва 2 сата): 1–1.2 g/kg ТМ на сваких 30 минута ради ресинтезе гликогена. Овај период је критичан јер су мишићи у том тренутку најпријемчивији за унос глукозе, што омогућава брзу обнову гликогенских резерви, бољи опоравак и припрему за следећи тренинг или такмичење. Пропуштање овог тзв. „анаболичког прозора“ — метаболичког периода који траје приближно 30 до 60 минута након физичке активности, а у неким случајевима и до 2 сата, када је тело најспремније да апсорбује нутријенте — може значајно успорити регенерацију и довести до хроничног умора.

Фокус треба да буде на квалитету угљених хидрата: интегралне житарице, воће, поврће и сложени угљени хидрати, уз избегавање прекомерног уноса шећера и индустријских угљених хидрата. Након тренинга, посебно се препоручују угљени хидрати високог гликемијског индекса као што су бела пиринач, кромпир, банане, спортски напици и воћни смутији, јер омогућавају брзу ресинтезу гликогена и подршку опоравку.

Поред нутритивних смерница, важно је радити и на психолошкој едукацији спортиста како би се елиминисао ирационалан страх од угљених хидрата. Ово укључује:

- објашњење да угљени хидрати не доводе аутоматски до повећања телесне масе,
- истицање њихове улоге у регулацији енергије, опоравку и перформансама,
- приказ примера добро кондиционираних спортиста који имају висок унос угљених хидрата без повећања масне масе,
- сарадњу са спортским психолозима када је страх повезан са сликом о телу или поремећајима у исхрани.

Да би се спортисти изборили са проблемом нередовних оброка и прескакања хране, препоручује се:

- планирање дневног уноса кроз индивидуални нутритивни распоред;
- припрема оброка унапред и коришћење преносивих ужина (нпр. протеинске плочице, воће, сендвичи);

- постављање аларма или подсетника за оброке;
- едукација о последицама прескакања obroka на перформансе и опоравак;
- сарадња са тренерима, нутриционистима и целокупним стручним штабом (укључујући кондиционе тренере и спортске лекаре) како би се направили временски услови за правилну исхрану у оквиру тренажног плана.

Посебан изазов представљају спортисти који практикују кетогену дијету. Иако краткорочно може довести до губитка масне масе, овај режим подразумева драстично смањен унос угљених хидрата (<50 g дневно), што код високоактивних појединаца може пореметити ресинтезу гликогена, смањити $\dot{V}O_{2max}$ и повећати ризик од умора и повреда. Препорука је да се кетогени приступ користи само уз стручни надзор и са јасно дефинисаним циљем (нпр. регулисање телесне масе ван сезоне), уз редовно праћење перформанси, биохемијских параметара и субјективног осећаја замора.

Недовољан унос течности такође је уочен код већине испитаника, што је посебно важно јер чак и блага дехидратација (губитак >2% телесне масе) значајно смањује менталну концентрацију и физичке перформансе [Sawka et al., 2007].

Проблем недовољног уноса течности код спортиста има више узрока: занемаривање осећаја жеђи током интензивног тренинга, страх од прекомерне хидратације, као и непознавање индивидуалних потреба за течношћу. Такође, недостатак едукације о улози електролита у хидратацији доводи до тога да спортисти често пију само воду, што у неким случајевима може проузроковати и хипонатремију.

Основе препорука за правилну хидратацију у спорту (Sawka, M. N. et al, 2007):

- **Пре тренинга:** уносити 5–10 mL течности по kg телесне масе у року од 2–4 сата пре почетка активности;
- **Током тренинга:** пити 150–250 mL воде или изотоничног напитка на сваких 15–20 минута, прилагођено интензитету, трајању и условима (температура, влажност);
- **После тренинга:** надокнадити изгубљену течност тако што се уноси 1.25–1.5x количина изгубљене тежине (нпр. ако је губитак 1 kg, потребно је унети 1.25–1.5 литара течности).

Важно је пратити боју урина, телесну масу пре и после активности и осећај жеђи као једноставне индикаторе хидрацијског статуса. У случају активности дужих од 90 минута или у условима велике топлоте, препоручује се употреба изотоних напитака ради надокнаде електролита, посебно натријума.

Важно се подсетити да је изотони напитек течност која има исту осмолалност као и телесне течности (око 280–320 mOsm/kg), што значи да се његови састојци (угљени хидрати и електролити попут натријума и калијума) брзо апсорбују у телу. Он је формулисан да надокнади изгубљену течност, енергију и електролите током физичке активности.

Основна карактеристика изотоног напитака:

- садржи 4–8% угљених хидрата (нпр. 4–8 g на 100 mL течности);
- садржи електролите, посебно натријум (20–50 mmol/L);
- брзо се апсорбује и идеалан је за употребу током вежбања.

Пример комерцијалног изотоног напитака:

- Gatorade Thirst Quencher
- Powerade Ion4
- Isostar Hydrate & Perform
- Enervit Sport Isotonic Drink

У Србији се најчешће користе Хидростар, Powerade, и Isostar, доступни у спортским центрима и апотекама.

III: Биохемијски параметри: гвожђе, феритин и креатин киназа

Вредности феритина и гвожђа код женских испитаника у великом броју случајева су биле испод препоручених вредности. Недостатак гвожђа, са или без анемије, препознат је као честа појава у женском спорту, посебно код адолесценткиња [Beck et al., 2015], што се може објаснити неколико факторима: (1) повећане потребе за гвожђем услед раста и менструалних губитака, (2) рестриктивне дијете и недовољан унос хране богате гвожђем,

(3) смањена апсорпција услед уноса фитата и калцијума, као и (4) повећани губици гвожђа кроз зној и гастроинтестинално крварење узроковано интензивним тренингом. Смањен ниво феритина може довести до смањене оксигенације ткива, мање издржљивости и осећаја хроничног умора.

Иако је недостатак гвожђа чешћи код жена, и код мушких спортиста се могу јавити дефицити, нарочито у спортовима издржљивости. Код њих је примећено да хронична хемолиза (услед удара стопала о подлогу током трчања), губици гвожђа знојењем и микрокрварењима из гастроинтестиналног тракта могу довести до смањеног феритина. Недовољан унос, посебно код спортиста на вегетаријанској исхрани, такође доприноси овом проблему. Стога је важно да и мушки спортисти редовно прате статус гвожђа и феритина, посебно у фазама високог тренажног оптерећења. За праћење метаболизма гвожђа препоручује се анализирање следећих параметара: (1) серумски феритин – као индикатор депоа гвожђа, (2) серумско гвожђе – тренутни ниво циркулишућег гвожђа, (3) ТИВС (тотални капацитет везивања гвожђа) и трансферин – као показатељи транспортне способности, и (4) засићеност трансферина – однос гвожђа и ТИВС. Комбинација ових анализа даје потпуну слику статуса гвожђа и помаже у диференцијалној дијагностици латентног недостатка, анемије или функционалне неравнотеже.

Терапијске препоруке за спортисте са поремећајем метаболизма гвожђа укључују:

- **Исхрану богату гвожђем:** црвено месо, изнутрице, махунарке, зелено лиснато поврће; избегавати истовремени унос хране богате калцијумом са гвожђем;
- **Витамин Ц:** унос уз оброк ради побољшања апсорпције гвожђа;
- **Орална суплементација гвожђем:** у дози од 40–100 mg елементарног гвожђа дневно, по препоруци лекара и уз лабораторијски надзор;
- **Интравенска суплементација:** резервисана за случајеве са лошом апсорпцијом, високим потребама или нетолеранцијом на оралне препарате;
- **Редовно праћење параметара:** феритин, хемоглобин, засићеност трансферина – сваких 8–12 недеља током суплементације.

Поред тога, високе вредности креатин киназе (СК) уочене код појединих спортиста указују на високу тренираност, али и на потенцијалну микротрауму мишића. Иако је код спортиста очекивано да вредности СК буду повишене јер се током интензивног тренинга јављају микротрауме у мишићним влакнима, што доводи до ослобађања СК изнутарћелијски у крвоток. Поред тога, спортисти генерално имају већи мишићни обим и метаболичку активност, што такође доприноси базалним повишеним вредностима овог ензима након интензивног тренинга, рутинско праћење овог параметра може бити корисно у неким ситуацијама — као што су детекција прекомерног оптерећења, недостатак опоравка или сумња на рабдомиолизу. Међутим, интерпретација мора бити индивидуализована и контекстуализована у односу на тренажни циклус и симптоме. Уколико су вредности значајно повишене у одсуству бола и упале, може се разматрати појам „адаптивне хиперензимемије“ код тренинга високог интензитета [Brancaccio et al., 2007].

Поред СК, код спортиста се препоручује повремено праћење и других ензима као што су:

- **LDH (лактат дехидрогеназа)** – маркер метаболичке активности и потенцијалне оштећености мишићног ткива. LDH (лактат дехидрогеназа) је ензим који учествује у анаеробном метаболизму, конкретно у конверзији лактата у пируват. Када дође до оштећења мишићних ћелија — услед интензивног тренинга, микротраума или повреде — LDH се ослобађа у крв. Због тога се повишени нивои LDH у серуму могу користити као индиректан маркер оштећења мишићног ткива.

Међутим, LDH није специфичан само за мишиће; он се налази у више ткива (срце, јетра, еритроцити итд.), па је за интерпретацију потребно сагледати и друге клиничке и лабораторијске параметре. Код спортиста, умерено повишене вредности LDH након интензивног тренинга су очекиване, али значајнији и упорни пораст може указивати на прекомерно оптерећење или недовољан опоравак.

- **AST и ALT** – иако се често везују за функцију јетре, могу бити повишени након интензивног тренинга услед мишићног оштећења. AST (аспартат аминотрансфераза) и ALT (аланин аминотрансфераза) су ензими који се најчешће

везују за функцију јетре, али се у значајној мери налазе и у скелетним мишићима. Код спортиста, посебно након интензивног физичког напора, може доћи до прелазног пораста вредности ових ензима услед микротрауме мишићног ткива.

AST се налази у већим концентрацијама у мишићима него **ALT**, па је његово повишење чешће после тренинга. **ALT** је више специфичан за хепатоците, али и он може порасти након изразито напорних активности. Зато је код спортиста важно интерпретирати ове вредности у контексту тренажног циклуса и без присуства других маркера оштећења јетре (попут **GGT** или алкалне фосфатазе), како би се избегло погрешно тумачење као хепатопатологија.

- **миоглобин** – краткотрајни маркер мишићне повреде, користан у акутним проценама. Миоглобин се ослобађа у крв убрзо након мишићне повреде — често у року од 1–3 сата — и достиже максимум за 6–12 сати, након чега се брзо елиминише преко бубрега. Због тога је користан као рани биомаркер оштећења мишића, али је због кратког полуживота најинформативнији када се узима у првим сатима након сумњивог догађаја (нпр. екстремни тренинг, рабдомиолиза).

Миоглобин је рани маркер мишићне повреде. Нормалне вредности у серуму за већину лабораторија су:

- **мушки:** до 72 $\mu\text{g/L}$
- **жене:** до 58 $\mu\text{g/L}$ Након мишићне повреде, вредности могу порасти на стотине или чак хиљаде $\mu\text{g/L}$. Вредности:
 - **>100 $\mu\text{g/L}$** указују на блажу повреду,
 - **>500 $\mu\text{g/L}$** могу указивати на значајно оштећење мишића,
 - **>1000 $\mu\text{g/L}$** се често виђају код рабдомиолизе и захтевају ургентну процену и праћење функције бубрега (због ризика од миоглобинурије и акутне бубрежне инсуфицијенције). Важно: због брзе елиминације из крви (полувреме 2–3 сата), миоглобин мора да се мери у кратком року након симптома или сумње на повреду.
- **уреа и креатинина** – индиректни маркери оптерећења и метаболичког стреса јер одражавају протеинску катаболизму и функцију бубрега. Уреа се повећава услед повећаног разградног метаболизма протеина, који се најчешће односи на разлагање

контракtilних протеина као што су актин и миозин, као и ензима и структурних протеина унутар мишићних ћелија. Ово се дешава током интензивног тренинга када организам користи аминокиселине као енергетски извор или у процесу обнављања оштећеног ткива након интензивног тренинга, док креатинин одражава мишићну масу и метаболизам јер је крајњи продукт разградње креатин фосфата у мишићима и ослобађа се у крв континуирано у односу на мишићну масу. Његов ниво у серуму стога приближно одражава количину активне мишићне масе, а у условима интензивног тренинга може се повећати услед повећане мишићне активности и микрооштећења, али и оптерећење бубрежне функције услед ослобађања продуката метаболизма из мишићног ткива. Повишене вредности могу указивати на недовољан опоравак или дехидратацију, метаболичког стреса. Интерпретација ових параметара захтева контекстуално сагледавање тренажног циклуса (нпр. интензитет, фаза припреме, опоравак) и индивидуалних вредности (нпр. базалне вредности, телесна маса, мишићна маса, претходне повреде, исхрана, хидратација). Овакво сагледавање омогућава тачнију интерпретацију лабораторијских налаза и избегавање погрешних закључака, нарочито када се параметри попут ензима или азотних једињења разликују од уобичајених референтних граница код опште популације.

Да би се разликовало да ли је повишена вредност уреје и креатинина последица мишићног оптерећења или бубрежне дисфункције, препоручује се праћење додатних параметара као што су: однос уреја/креатинин, процењена брзина гломеруларне филтрације (eGFR), цистатин С и анализа урина (протеинурија, микроскопија седимента). Нагли и перзистентни пораст ових вредности уз пратеће симптоме као што су едеми, хипертензија или смањена диуреза указују на могући нефролошки проблем који захтева даљу евалуацију од стране лекара.

Посебно је интересантан **Цистатин С** је протеин мале молекулске масе који се стално производи од стране свих нуклеусних ћелија у телу и излучује се у крв. Његова главна карактеристика је да се:

- слободно филтрира у гломерулима бубрега,

- не враћа у крв, већ се **готово у потпуности реапсорбује и метаболише у проксималним тубулама,**
- **и не зависи од мишићне масе,** пола, старости или исхране у мери у којој то зависи креатинин.

Зато се **цистатин С** **сматра поузданијим маркером бубрежне функције** (нарочито за процену eGFR) у популацијама са променљивом мишићном масом, као што су деца, старије особе и – што је овде кључно – **спортисти**. Повећан ниво цистатина С може указивати на смањење гломеруларне филтрације и представља ранији индикатор оштећења бубрега у односу на креатинин.

IV. Суплементација без стручног надзора

Иако је највећи број спортиста навео употребу дијететских суплемената, само мањи проценат је то чинио под надзором нутриционисте или лекара. Овај податак је у складу са резултатима Spronk et al. (2015), који указују на постојање значајне разлике између нивоа знања и праксе у исхрани код спортиста. Ови резултати у нашој студији показују да и домаћи спортисти често самостално прибегавају суплементима, без адекватне процене стварних потреба. На основу добијених резултата, може се закључити да би они који показују недостатак микронутријената (нпр. гвожђе, витамин D, калцијум) требало да имају циљану суплементацију засновану на лабораторијским анализама и под надзором стручњака. Са друге стране, узимање „генеричких“ суплемената без стварне потребе носи ризик од интеракција, токсичности или допинг контаминације. Стога је едукација спортиста о основама нутриционизма и антидопинг протоколима кључна и мора бити интегрисана у њихов тренажни и медицински надзор.

Са друге стране, одређени микронутријенти код већине спортиста нису показали дефицит. У нашој студији, вредности магнезијума, витамина С и витамина B12 углавном су биле унутар референтних граница, што може указивати на адекватан унос кроз исхрану или спорадичну суплементацију која је у том погледу била ефикасна. Ово указује да је суплементација потребна само када је документован недостатак, а не као рутинска пракса за све спортисте.

Неправилна суплементација може довести до недостатка или токсичности микронутријената – на пример, вишак цинка може инхибирати апсорпцију бакра, претеран унос калцијума може пореметити метаболизам гвожђа. Претеран унос **калцијума** може пореметити метаболизам **гвожђа** на више начина, пре свега инхибирањем његове апсорпције у танком цреву. Калцијум делује као конкурентни инхибитор транспорта гвожђа – нарочито **нехемског гвожђа**, које се налази у биљним изворима. Када се узимају у истом оброку, калцијум смањује ефективност ћелијског транспорта гвожђа преко DMT1 (divalent metal transporter 1) и другим механизмима у ентероцитима.

Иако је ефекат калцијума на апсорпцију гвожђа најизраженији у акутним условима (један оброк), хроничан висок унос калцијума (нпр. из суплемената) може допринети дефициту гвожђа ако унос гвожђа није довољан. Ова интеракција је нарочито важна за спортисте који већ имају повећане потребе за гвожђем или граничне вредности феритина.

Прекомерне дозе витамина А и D могу довести до токсичних ефеката (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (**NDA**), (2012).

Поред тога, суплементи сумњивог порекла могу садржати недеklarисане супстанце, што повећава ризик од ненамерног кршења антидопинг правила [Maughan et al., 2018], као што је био случај са неким комерцијалним суплементима који су садржали забрањене супстанце попут синефрина, метилхексанамина или селективних модулатора андрогених рецептора (SARM) – без јасне декларације. Један од познатијих случајева је дисквалификација америчког спринтера Тајсона Геја који је користио суплемент са контаминираним састојцима, конкретно NutraMet Sports Recovery, који је према извештају објављеном од стране USADA садржао недеklarисани SARM – остарин (enobosarm), супстанцу забрањену у спорту што је довело до позитивног резултата на антидопинг тесту.

V. Упоредна вредност резултата

Важно је истаћи да су добијени резултати у сагласности са сличним студијама у региону и шире – што потврђује да се Србија не издваја као негативан пример, већ да се суочава са универзалним изазовима у области спортске исхране. Истраживања из Аустралије (Burke

et al., 2021), Канаде (Desbrow et al., 2019), Сједињених Америчких Држава (Thomas et al., 2016), као и из скандинавских земаља (Heikura et al., 2021), показују да велики број спортиста, укључујући и елитне, има проблема са недовољним уносом енергије, неправилном суплементацијом и неадекватном нутриционистичком подршком.

Ово указује да је реч о глобалном проблему, а не о изолованом феномену. То указује на потребу за системском интервенцијом – едукацијом спортиста и тренера, бољом сарадњом са нутриционистима, као и укључивањем процене нутритивног статуса у редовну спортско-медицинску праксу.

Истраживања нутритивног статуса спортиста у различитим деловима света показују изражену хетерогеност, али и одређене заједничке проблеме. Србија, иако спада у земље са развијеном спортском културом, по својим резултатима не одступа значајно од просека Европе и света, али постоје специфичности које заслужују пажњу.

1. Енергетски унос и енергетска равнотежа

Упоредна анализа показује да спортисти у Србији имају енергетски унос у просеку **10–15% мањи** од процењене потрошње, што доводи до негативног енергетског биланса. Слични резултати се бележе у студијама из Канаде, САД и Аустралије. На пример, истраживање **Desbrow et al. (2019)** у Аустралији указује да адолесцентни спортисти имају сличан енергетски дефицит (~400–600 kcal/дан) као и у Србији.

Међутим, разлика се огледа у приступу – док у многим западним земљама постоји систематска процена енергетске доступности и редовно укључивање нутрициониста у спортске тимове, у Србији та пракса још није стандардизована.

2. Недостаци микронутријената

Недостаци **гвожђа, витамина D, калцијума и магнезијума** представљају најчешће нутритивне дефиците код спортиста у целом свету. У студији **Beck et al. (2015)** спроведеној у Новом Зеланду, чак 30% адолесценткиња у тимским спортовима имало је

феритин <20 µg/L – што је упоредиво са подацима из Србије где је код спортисткиња уочен просечан феритин од 40.1 µg/L, уз велике распоне.

Витамин D се показује као глобални проблем – чак и у сунчаним регионима. У истраживању **Heikura et al. (2021)** из Финске, 47% спортиста имало је субоптималне вредности витамина D. Подаци из Србије показују сличан тренд, што је додатни аргумент за сезонску суплементацију у зимским месецима.

3. Суплементација и ниво едукације

Студије у земљама као што су САД и Немачка показују да је **употреба суплемената честа, али под стручним надзором**. У Србији, као и у неким другим источноевропским земљама, спортисти чешће користе суплементе **на сопствену иницијативу**, без стручне евалуације.

Према **Spronk et al. (2015)**, спортисти са бољим знањем о исхрани имају статистички значајно бољи нутритивни унос. У Србији, постоји простор за унапређење едукативних програма, нарочито у клубовима и школама спорта.

4. Структура тимова и подршка

У западноевропским земљама и Северној Америци, **спортски нутрициониста је саставни део стручног штаба**, као што су физиотерапеути или психолози. У Србији, њихово присуство је често ограничено на поједине клубове или индивидуалне ангажмане, што значајно утиче на континуитет нутритивне подршке.

Предлог табеле за визуелни приказ поређења:

Индикатор	Србија	Свет (пример: САД, Аустралија, ЕУ)
Просечан енергетски дефицит	400–450 kcal/дан	300–600 kcal/дан

Индикатор	Србија	Свет (пример: САД, Аустралија, ЕУ)
Недостатак гвожђа (феритин <40)	35–45% (жене)	30–50% (жене)
Ниво витамина D испод оптимума	>50%	40–60%
Суплементација без надзора	>60%	<30%
Ниво нутритивне едукације	средњи до низак	висок (у елитним тимовима)
Присуство нутрициониста у клубу	ређе	у већини професионалних тимова

Упоредна анализа резултата овог истраживања са подацима из других земаља показује да спортисти у Србији деле сличне нутритивне изазове као и њихове колеге у САД, Канади, Аустралији и Европској унији. Преовлађујући проблеми, попут негативног енергетског биланса, недовољног уноса витамина D и гвожђа, као и честе самосталне употребе суплемената без стручног надзора, појављују се и у земљама са развијеном спортском инфраструктуром.

Ипак, кључна разлика лежи у нивоу организационе подршке и едукације. У многим западним земљама нутриционисти представљају саставни део спортских тимова, док у Србији њихово ангажовање често зависи од иницијативе самих спортиста или тренера. Подаци показују да у тимовима где је нутрициониста укључен у редовне процесе (праћење енергетске равнотеже, корекција уноса, суплементација) долази до значајног побољшања перформанси и здравствених исхода.

V. ЗАКЉУЧАК

Разлози због којих су се српски спортисти обратили стручњацима за исхрану показују да је највећи проценат тражио савет о правилној исхрани и суплементацији, док су остали желели да смање или повећају телесну масу.

Постоји распрострањено уверење у јавности да су спортисти пример оптималног здравља и исхране. Међутим, резултати овог истраживања показују да то није увек случај.

Спортисти јесу физички активнији од опште популације, али управо због већих захтева организма, они су често у већем ризику од нутритивних дефицита, погрешне суплементације и енергетске неравнотеже. То потврђује и литература, као и бројне међународне студије које показују да перформанси не искључују недостатке – већ их понекад чак и маскирају.

Ово истраживање доприноси рушењу тог мита и указује на потребу за систематским нутритивним праћењем чак и код врхунских спортиста.

Истовремено смо сведоци да је свест о значају исхране у спорту подигнута на виши ниво.

Параметри крвне слике који директно утичу на спортске перформансе, као што су еритроцити, хемоглобин, гвожђе и феритин, показују велике распоне, што је посебно значајно код спортисткиња – указујући на потребу за корекцијама ради побољшања перформанси. Чињеница да је потрошња енергије код оба пола већа од уноса енергије указује на енергетски дефицит, уз недовољан унос угљених хидрата и повећан унос масти у односу на препоруке. Просечан унос течности указује на недовољну хидратацију. Од значајних микронутријената, спортисти у Србији показују дефицит у уносу гвожђа, јода, калијума, магнезијума, селена, биотина, пантотенске киселине и витамина D, E и K. С друге стране, прекорачен је препоручени унос калцијума, бакра, фолата, натријума, фосфора, ниацина, рибофлавина, тиамина, кобаламина и витамина C.

Препоручени дневни унос микронутријената је одређен за популацију која се не бави спортом, и стога постоји дилема које вредности треба да важе за физички активне особе. Проценат масти у енергетском уносу прелази 30%, унос омега-6 масних киселина је већи

од препоручених вредности, омега-3 масне киселине се уносе на доњој граници, док је унос мононезасићених масних киселина повећан.

Практични закључци за спортисте које произилазе из овог истраживања су:

- Повећати унос угљених хидрата,
- Уносити више течности,
- Смањити унос масти, нарочито засићених,
- Обезбедити уравнотежен унос воћа и поврћа ради оптималног уноса витамина и минерала.

С обзиром да спортисти често нису у могућности да испуне ове препоруке, треба да користе суплементе уз стручно вођење. Правилна суплементација може исправити недостатке у исхрани спортиста и додатно унапредити њихове спортске способности.

Коначно, ово истраживање стога указује на потребу за увођењем системске нутритивне подршке у спортске структуре у Србији, редовну процену нутритивног статуса, едукацију спортиста и тренера, као и креирање националних препорука које ће бити прилагођене специфичностима наше спортске популације.

VI. ЛІТЕРАТУРА

Beck KL, Thomson JS, Swift RJ, von Hurst PR. Dietary intake, anthropometric characteristics, and iron status of adolescent female athletes participating in team sports.

Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2015;12(1):1–10.

<https://doi.org/10.1186/s12970-015-0082-7>

Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine.

British Medical Bulletin. 2007;81–82(1):209–230. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldm014>

Burke LM. Nutritional approaches to counter performance constraints in high-level sports competition. Exp Physiol. 2021;106(12):2304–2323. doi:10.1113/EP088188

Burke, L. M., Lundy, B., Fahrenholtz, I. L., & Melin, A. K. (2021). Pitfalls of Conducting and Interpreting Estimates of Energy Availability in Free-Living Athletes. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 31(2), 130–138. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2020-0220>

Desbrow, B., McCormack, J., Burke, L. M., Cox, G. R., & Leveritt, M. D. (2019). Sports Dietitians Australia Position Statement: Sports Nutrition for the Adolescent Athlete.

International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 29(6), 570–581.

<https://doi.org/10.1123/ijsnem.2019-0005>

European Food Safety Authority (EFSA). Dietary Reference Values for nutrients. [Internet].

Available from: <https://www.efsa.europa.eu>

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). (2012). Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Levels of Vitamin A and Vitamin D. EFSA Journal 10(7):2813.

<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2813>

Heikura, I. A., Stellingwerff, T., Bergland, D., Mero, A. A., & Burke, L. M. (2021). Low Energy Availability Is Difficult to Assess but Outcomes Have Large Impact on Bone Injury Rates in Elite Distance Athletes. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 31(4), 268–276. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2020-0231>

Mathisen, T. F., Ackland, T., Burke, L. M., Constantini, N., Haudum, J., Macnaughton, L. S., Meyer, N. L., Mountjoy, M., Slater, G., & Sundgot-Borgen, J. (2023). Best practice recommendations for body composition considerations in sport to reduce health and performance risks: a critical review, original survey and expert opinion by a subgroup of the IOC consensus on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). *British journal of sports medicine*, 57(17), 1148–1158. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-106812>

Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. *British Journal of Sports Medicine*. 2018;52(7):439–455. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099027>

Melin A, Tornberg ÅB, Skouby S, Møller SS, Sundgot-Borgen J, Faber J, Sjödén A. Energy availability and the female athlete triad in elite endurance athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2015;25(5):610–622. <https://doi.org/10.1111/sms.12261>

Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, Meyer N, Sherman R, Steffen K, Budgett R, Ljungqvist A. The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *British Journal of Sports Medicine*. 2018;52(11):687–697. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099193>

Spronk I, Heaney SE, Prvan T, Truby H. Relationship between nutrition knowledge and dietary intake in athletes: a systematic review. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2015;25(4):304–12.

Slater G, Phillips SM. Nutrition guidelines for strength sports: Sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding. *J Sports Sci*. 2011;29(S1):S67–77.

Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(3), 543–568. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>

Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *J Acad Nutr Diet*. 2016;116(3):501–28. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48(3):543–568.

Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(3), 501–528.

<https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>

Sawka MN, Cheuvront SN, Carter R. Human water needs. *Nutrition Reviews*. 2005;63(6 Pt 2):S30–S39. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2005.tb00153.x>

Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(2), 377–390.

<https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597>

Spronk I, Heaney SE, Prvan T, Truby H. Relationship between nutrition knowledge and dietary intake in athletes: a systematic review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2015;25(4):304–312. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2014-0087>

Stellingwerff T, Heikura IA, Tenforde AS, Berg HE, Burke LM. Energy availability for male athletes: A review of current knowledge and future directions. *British Journal of Sports Medicine*. 2021;55(9):490–497. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103303>

Strock NC, Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, et al. Low Energy Availability in Male Athletes: A Scoping Review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2020;30(2):96–111. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2019-0307>

Varillas-Delgado D. Nutritional Status and Ergogenic Aids in Performance During Exercise and Sports. *Nutrients*. 2025;17(7):1224. Published 2025 Mar 31. doi:10.3390/nu17071224

Vanheest JL, Rodgers CD, Mahoney CE, De Souza MJ. Ovarian suppression impairs sport performance in junior elite female swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.

2014;46(1):156–166. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a32ad7>