

PRAĆENJE OBJEKTIVNOG I SUBJEKTIVNOG OPTEREĆENJA NA PRIMJERU MLADIH NOGOMETAŠA

Jurić, Dario

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:528463>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-28**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Dario Jurić

**PRAĆENJE OBJEKTIVNOG I SUBJEKTIVNOG
OPTEREĆENJA NA PRIMJERU MLADIH
NOGOMETAŠA**

diplomski rad

Zagreb, rujan, 2023.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište u Zagrebu
Kineziološki fakultet
Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Hrvatska

Naziv studija: Kineziologija; **smjer:** Kineziologija u edukaciji i Nogomet

Vrsta studija: sveučilišni

Razina kvalifikacije: integrirani prijediplomski i diplomski studij

Studij za stjecanje akademskog naziva: sveučilišni magistar kineziologije u edukaciji i nogometu (univ. mag. cin.)

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Kineziologija

Vrsta rada: Znanstveno-istraživački

Naziv diplomskog rada: je prihvaćena od strane Povjerenstva za diplomske radove Kineziološkog fakulteta

rada: Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2022./2023. dana 18.svibnja 2023.

Mentor: doc. dr. sc. *Valentin Barišić*

Pomoć pri izradi: *Ivan Mikulić, mag. cin*

Praćenje objektivnog i subjektivnog opterećenja na primjeru mladih nogometaša

Dario Jurić, matični broj studenta

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

- | | |
|---|----------------------|
| 1. doc. dr. sc. <i>Valentin Barišić</i> | Predsjednik - mentor |
| 2. doc. dr. sc. Ivan Krakan | član |
| 3. dr.sc. Marin Dadić, predavač | član |
| 4. doc. dr. sc. Dajana Zoretić | zamjena člana |

Broj etičkog odobrenja:49/2023

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kineziološkog fakulteta,
Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

BASIC DOCUMENTATION CARD

DIPLOMA THESIS

University of Zagreb
Faculty of Kinesiology
Horvacanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

Title of study program: Kinesiology; course Kinesiology in Education and Football

Type of program: University

Level of qualification: Integrated undergraduate and graduate

Acquired title: University Master of Kinesiology in Education and Football

Scientific area: Social sciences

Scientific field: Kinesiology

Type of thesis: Scientific research

Master thesis: has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb in the academic year 2022/2023 on May 18, 2023.

Mentor: *Valentin Barišić*, assistant prof.

Technical support: *Ivan Mikulić*, mag. cin.

Monitoring of objective and subjective load on the example of young football players

Dario Jurić, student identification number

Thesis defence committee:

- | | | |
|----|---|------------------------|
| 1. | Valentin Barišić, assistant prof. | chairperson-supervisor |
| 2. | <i>Ivan Krakan</i> , assistant professor | member |
| 3. | Marin Dadić, PhD, | member |
| 4. | <i>Dajana Zoretić</i> , assistant professor | substitute member |

Ethics approval number: 49/2023

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Kinesiology,
Horvacanski zavoj 15, Zagreb

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završna verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

Doc. dr. sc. Valentin Barišić

Student:

Dario Jurić

PRAĆENJE OBJEKTIVNOG I SUBJEKTIVNOG OPTEREĆENJA NA PRIMJERU MLADIH NOGOMETAŠA

Sažetak

Ova je studija imala za cilj identificirati varijable vanjskog opterećenja temeljene na GPS-u koje potencijalno utječu na unutarnje opterećenja tijekom treninga (parametri izvedeni iz RPE-a: RPE i RPE sesije – sRPE). Podaci o trenažnom opterećenju za 18 mladih nogometaša elitnog ranga prikupljeni su tijekom 81 treninga i 14 utakmica iz prve polusezone 2021./2022, godine. Uzimajući u obzir sva promatranja (treninzi i utakmice), otkrivene su značajne umjerene, visoke i vrlo visoke korelacije ($p < 0,05$) između vrijednosti RPE i GPS parametara. Korelacija između većine GPS varijabli s vrijednostima sRPE u odnosu na RPE je bila znatno veća. Ovaj rad pruža preliminarne dokaze o korisnosti metode RPE i sRPE za kvantificiranje opterećenja pri treningu kod mladih nogometaša budući da je većina vanjskih pokazatelja koji se temelje na GPS-u bila visoka do vrlo visoka korelacija s parametrima izvedenim iz RPE. Dodatno, varijable vanjskog opterećenja mogu se potencijalno najbolje procijeniti kombinacijom subjektivne procjene opterećenja (RPE skala) i Wellness upitnikom.

Ključne riječi: mladi nogometaši, opterećenje, RPE, vanjsko opterećenje

MONITORING OF OBJECTIVE AND SUBJECTIVE LOAD ON THE EXAMPLE OF YOUNG FOOTBALL PLAYERS

Abstract

The goal of this research was to find objective load parameters based on GPS data that could potentially affect internal load during soccer training (measured through RPE-derived parameters: RPE and session-RPE). The researchers collected data on training load for 18 young elite soccer players during 81 training and 14 games from the first half of the 2021/2022 season. After analyzing all the data, the study found high to very high correlations ($p < 0.05$) between subjective parameters and objective parameters, with the correlation between most GPS variables and sRPE values being higher than that with RPE values. The study provides initial evidence that the RPE and sRPE method can be useful for measuring training load in adolescence soccer players, as most GPS-based external indicators were strongly correlated with RPE-derived parameters. Moreover, external load variables can potentially be estimated best by combining subjective load assessment (RPE scale) and a wellness questionnaire.

Key words: young soccer players, load monitoring, RPE, external load.

SADRŽAJ:

| | |
|---|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. CILJ ISTRAŽIVANJA | 4 |
| 3. METODE ISTRAŽIVANJA | 4 |
| 1.1. Uzorak ispitanika | 4 |
| 1.2. Uzorak varijabli | 5 |
| 1.3. Opis protokola testiranja | 6 |
| 1.4. Opis mjernih instrumenata | 7 |
| 1.5. Metode obrade podataka | 8 |
| 4. REZULTATI | 8 |
| 5. RASPRAVA | 12 |
| 6. ZAKLJUČAK | 15 |
| 7. LITERATURA | 15 |

1. UVOD

Fiziološka razlika i odgovor tijela na trenažni stimulus je kod adolescenata i odraslih ljudi je drugačija jer se mladi sportaši još razvijaju fizički i psihički (Henderson i sur., 2015). Sukladno tome, treneri i sportski znanstvenici u nogometnim akademijama ne bi smjeli gledati na mlade nogometaše kao male odrasle ljude (Palucci Vieira i sur., 2019). Akumulacija trenažnog stresa i umora bez adekvatnog odmora može potencijalno povećati rizik za ozljeđivanjem (Gabbett, 2016; Scantlebury i sur., 2020). Posljedično, kontrola opterećenja kod utakmica i treninga u mladih igrača je važan alat kako bi se donijele objektivne odluke kod dizajniranja programa treninga da bi se moglo što preciznije individualizirati proces zbog već spomenutog rasta i razvoja (Henderson i sur., 2015; Wrigley i sur., 2012).

Kako bi se prilagodili razvojnim razinama igrača tijekom natjecateljske faze nogometne sezone, dva su ključna konstrukta treninga (trenažno opterećenje) često konceptualizirana prema mjerljivim parametrima koji se pojavljuju unutar ili izvan igrača. Vanjsko opterećenje (GPS parametri) je fizički rad koji je propisan u planu treninga (u nogometu, zabilježen put pri različitim brzinskim zonama, ubrzanja) dok unutarnje opterećenje (RPE skala) odražava sve psihofiziološke reakcije pojedinca na vanjski podražaj propisan od strane trenera (Impellizzeri i sur., 2019). Navedeni konstrukti nisu zlatni standard (Impellizzeri i sur., 2019), ali kroz povijest su se koristile razne metode za praćenje opterećenja (Foster i sur., 2017). Subjektivne mjere najčešće se koriste za kvantitativno izražavanje detalja unutarnjeg opterećenja (Coyne i sur., 2018; Halson, 2014). Subjektivna procjena opterećenja (RPE) i vrijednosti sesijskog-RPE-a (produkt umnoška RPE ocjene i duljine trajanja pojedinačne sesije) smatraju se valjanim, pouzdanim i korisnim alatima (Haddad et al., 2017). Osim toga, ne zahtijevaju skupe uređaje (Impellizzeri i sur., 2004), što može biti od velike koristi, posebno za trenere u mlađim kategorijama s slabijim resursima (Rodriguez-Marroyo i Antonan, 2015). Slično tome, subjektivna procjena stimulusa wellness upitnikom smatra se jednostavnom neinvazivnom procjenom stanja umora, osjetljivom na trenažno opterećenje tijekom kratke natjecateljske faze u sezoni (Thorpe i sur., 2011).

Povećanje upotrebe novih nosivih tehnologija otvorilo je niz mogućnosti za praćenje trenažnog opterećenja u sportskoj populaciji (Sperlich i sur., 2020). U tom smislu, globalni pozicijski sustav (GPS) postao je standard u metodologiji za kvantificiranje vanjskih zahtjeva, poput pravocrtnih

kretanja i promjene smjera, omogućujući valjanu, objektivnu i realnu analizu izvedbe igrača u natjecanju ili pri treninzima (Cummins i sur., 2013; Nikolaidis i sur., 2018). Iako unutarnje opterećenje određuje funkcionalni ishod treninga (Impellizzerent i sur., 2019), zbog njegove složenosti i multifaktorijalnosti, teško je koristiti jednu mjeru kao procjenu igračevog stanja (McLaren i sur., 2018). Iako zbog navedenog ne može biti isključivo jedna mjera za subjektivnu procjenu stanja sportaša, čini se kako je sRPE varijabla najpogodnija za navedeni cilj (Coyne i sur., 2018). Iako, mnogi treneri i sportski znanstvenici su se fokusirali na proučavanje vanjskog opterećenja umjesto psiho-fiziološkog odgovora (Impellizzerent i sur., 2019). U ovom kontekstu, preporuka je da se vanjsko i unutarnje opterećenje promatra zajedno kako bi dobili najoptimalnije odgovore od trenažnog stimulusa i/ili utakmice (Impellizzerent i sur., 2019). Osim toga, intenzitet odnosa između vanjskog opterećenja i unutarnjeg opterećenja predmet je istraživanja u posljednje vrijeme jer hipoteza da pružaju dokaze o konstruktivnoj valjanosti specifičnih mjera unutarnjeg opterećenja koje će se koristiti, samostalno ili u kombinaciji, kod sportaša u momčadskim sportovima (McLaren i sur., 2018). Zaključeno je da su veličina i neizvjesnost tih odnosa zavisni o načinu mjerenja i načinu treninga (McLaren i sur., 2018).

Stoga, kako bi se identificirale GPS-izvedene varijable koje mogu utjecati na različite subjektivne mjere, objavljeno je mnogo istraživačkih studija koje uključuju seniorski uzrast nogometaša. U prethodnim studijama izvješteno je o umjerenim do vrlo velikim povezanostima između vrijednosti unutarnjeg i mjera vanjskog opterećenja dobivenog iz GPS parametara (Casamichana i sur., 2013; Gaudino i sur., 2015). Na primjer, Casamichana i sur. (2013) su pokazali vrlo veliku korelaciju između sRPE i ukupne prijeđene udaljenosti te ukupnog opterećenja igrača (*eng. Player Load-(PL)*). U istom tonu, Sparks i sur. (2017) su dobili velike korelacije između unutarnjeg opterećenja dobivenog na temelju otkucaja srca i opterećenja igrača (PL) među sveučilišnim nogometašima. Štoviše, Pustina i sur. (2017) su pokazali vrlo velike i velike korelacije između sRPE-a (uzimajući u obzir minute odigrane tijekom utakmica) i ukupne prijeđene udaljenosti, opterećenja igrača te trčanja visokog intenziteta. Nedavno su Rago i sur. (2019) pronašli korelacije između vrijednosti RPE-a i sRPE-a s ukupnim visokointenzivnim akcijama. Konačno, Clemente (2018) je otkrio velike i umjerene korelacije između RPE-a i ubrzanja, PL-a, udaljenosti kod sprinta i ukupne prijeđene udaljenosti u amaterskim mladim nogometašima tijekom igara u malom prostoru (SSG).

Ove korelacije između RPE ocjena i GPS parametara sugeriraju da pristup prediktivnog modela koji uključuje RPE i GPS-izvedene mjere može omogućiti preciznije predviđanje vanjskog opterećenja, što omogućuje propisivanje i procjenu trenažnog opterećenja s većom preciznošću, posebno za akademije ili klubove koji nemaju tehnologiju za mjerenje vanjskih parametara. Na ovaj način, istraživanje Bartlett i sur. (2017) je usvojilo tehnike strojnog učenja (*eng. Machine learning*) u praćenju trenažnog opterećenja kako bi prevladali ograničenja korištenja linearnih analitičkih pristupa, poput multiple regresije, za ispitivanje odnosa između vanjskih i unutarnjih mjera u momčadskim sportovima. Njihova su istraživanja otkrila prednosti ovog pristupa u identificiranju koji GPS varijable utječu na sRPE na grupnom i individualnom primjeru kod profesionalnih australskih nogometaša. Osim toga, u studiji s profesionalnim nogometašima, Carey i sur. (2016) zaključili su da se RPE može predvidjeti pomoću pristupa strojnog učenja. Također, Rossi i sur. (2018) pronašli su valjan pristup strojnom učenju za predviđanje RPE-a na temelju GPS podataka.

Međutim, prema saznanjima autora, istraživanja o ovim vezama između vanjskih parametara i RPE-a i prediktivnih modela provedena su samo na profesionalcima (Alemdaroğlu, 2020; Rago i sur., 2019; Rossi i sur., 2018) ili na poluprofesionalnim nogometašima (Casamichana i sur., 2013). Clemente (2018) i Marynowicz i sur. (2020) procijenili su ove veze s mladim igračima (<20 godina); međutim, prva skupina autora usredotočila se isključivo na SSG (5 na 5), a potonji autori predvidjeli su unutarnje opterećenje prema GPS varijablama. Ipak, predviđanje GPS-izvedenih parametara upotrebom RPE-a, sRPE-a i percepcije wellnessa tijekom treninga i/ili utakmica ostaje nejasno kod mladih nogometaša, unatoč povećanoj profesionalizaciji adolescentskog sporta i poboljšanim programima razvojnog puta do seniorske dobi, odnosno elitnog ranga natjecanja (Henderson i sur., 2015; Scantlebury i sur., 2020).

Sumirano, glavni cilj ovog istraživanja jest detektirati koji to GPS parametri utječu na RPE na treningu i/ili utakmici u mladim nogometaša.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Glavna ideja ovog rada jest uvidjeti povezanost na relaciji GPS parametara i subjektivne procjene opterećenja (RPE i sRPE skala).

Temeljem rezultata dosadašnjih istraživanja postavljene su slijedeće istraživačke hipoteze:

H1: postoji značajna razlika između subjektivnih i objektivnih parametara u mladim nogometaša.

H2: ne postoji značajna razlika između subjektivnih i objektivnih parametara u mladim nogometaša.

3. METODE ISTRAŽIVANJA

1.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika činilo je osamnaest (18) mladih nogometaša prosječne dobi $15,4 \pm 0,5$. Nogometaši su tada bili u kategoriji mlađih kadeta (U16) te su bili registrirani u Nogometnoj školi Dinamo iz Zagreba. U sezoni 2021./2022., nogometaši su se natjecali u 1. ligi središte Zagreb. Prosječna frekvencija treninga u jednom tjednu u bila 4-6 sa jednom utakmicom u prosjeku. Trajanje treninga je $75 \pm 5,4$ minute. Golmani su isključeni iz istraživanja zbog prirode njihove uloge koju obavljaju na terenu.

Tablica 1. Deskriptivni parametri ispitanika

| Varijabla | AS \pm SD |
|-----------------|-----------------|
| Dob | $15,4 \pm 0,5$ |
| Tjelesna visina | $169,5 \pm 8,3$ |
| Tjelesna masa | $63,4 \pm 4,8$ |

1.2. Uzorak varijabli

Tablica 2. Popis varijabli korištenih u istraživanju

| Naziv varijable | Opis varijable | Mjerna jedinica |
|-------------------------|--|--------------------------|
| TD | Ukupna prijeđena udaljenost | Metar |
| HSR | Trčanje visokim intenzitetom (brzinom većom od 19,8 km/h) | Metar |
| SD | Trčanje u sprintu (brzinom većom od 25,2 km/h) | Metar |
| DUR | Prosječno trajanje treninga/ utakmice | Minute |
| PL | Prosječno opterećenje igrača | Indeks |
| ACC | Akceleracije | N – broj |
| DECC | Deceleracije | N – broj |
| RPE | Subjektivna procjena opterećenja | Skala (1-10) |
| sRPE (eng. session RPE) | Produkt umnoška ukupnog trajanja treninga/utakmice i RPE-a | Arbitražne jedinice (UI) |

1.3. Opis protokola testiranja

Promatrani objektivni i subjektivni parametri koji su dio baze podataka Nogometne Škole Dinamo iz Zagreba su selekcijom za potrebu rada obrađeni i analizirani kroz prizmu 1. polusezone 2021./2022. godine u periodu od sredine 7. mjeseca sve do početka 12. mjeseca nakon kojeg je uslijedila kratka pauza. Objektivni parametri korišteni u radu jesu ukupna prijeđena udaljenost (TD), trčanje visokim intenzitetom (HSR), trčanje u sprintu (SD) te akceleracije (ACC) i deceleracije (DECC). Svaki igrač je odgovoran za uključivanje svojeg osobnog GPS-a i dužan ju je nositi tijekom svakog treninga i utakmice. Kondicijski trener kategorije obrađuje podatke preuzimanjem iz softvera (Catapult softver) i izvozom u Excel format. Subjektivna ocjena percipiranog napora (RPE) definirana je na ljestvici od 1-10 prema Fosteru i sur. (2001), a subjektivna ocjena individualnog napora na treningu/utakmici (sRPE) je umnožak RPE ocjene i ukupne duljine treninga izražene u minutama. Sumacija podataka se prikuplja 30 minuta nakon određene aktivnosti, pri čemu igrači u svlačionici na papir ispisuju svoje ime, prezime i ocjenu iskustva s treninga/utakmice. Zadatak kondicijskog trenera je unijeti te podatke u standardiziranu Excel tablicu i poslati je osobi odgovornoj za praćenje opterećenja njihove kategorije. Objektivni i subjektivni podaci o parametrima premještaju se u novu Excel proračunsku tablicu gdje se sortiraju tako da prikazuju svaki pojedinačni dan treninga/utakmice uz izračunatu aritmetičku sredinu svih promatranih igrača (osim vratara), a zatim sortiraju kako je prikazano u tablici 3. Podaci se zatim izvoze u program za statističku analizu Statistica (verzija 14.0) za obradu podataka, gdje smo posljedično dobili rezultate. Nadahnut radom Martina Garcije i sur. (2018), izrađena je tablica 3. Opterećenje treninga i opterećenje utakmice ogledalo se u broju dana prije/poslije utakmice (dan utakmice (MD) minus ili plus). Tablica 3 prikazuje trajanje svake sesije i ukupnu učestalost treninga i utakmica. Treninzi su osmišljeni u prosjeku četiri puta tjedno s jednom utakmicom u prosjeku tjedno. Sljedeće varijable kontekstualizirane su u skladu s Martinom Garciom i sur. (2018): MD-6, MD-5 i MD-4 predstavljaju šest, pet, odnosno četiri dana prije utakmice. Ovi su dani uglavnom bili osmišljeni sa sadržajima snage i snage, uključujući male igre (SSG) na terenu. MD-3 je bio rezerviran za održavanje i/ili razvoj aerobnog kapaciteta igrača, a viši omjeri korišteni su u nogometnim utakmicama kao tehničko-taktička priprema za nadolazeću utakmicu. MD-2 i MD-1 bili su dani kada je intenzitet bio relativno visok, ali je intenzitet bio nizak, što je služilo kao situacijska priprema za utakmicu i priprema za prekide tijekom utakmice.

Konačno, MD+1 i MD+2 su dani nakon utakmice. Generalno, MD+1 je bio dan potpunog oporavka, a igrači su imali slobodan dan, dok je MD+2 karakterizirao tzv. kapilarizacijski trening, trening trupa i detaljna mobilnost. Igrači su bili upoznati s protokolima i materijalima korištenim za istraživanje. **Tablica 3.** Trajanje i ukupan broj promatranih varijabli kroz različite oblike trenažnih dana i utakmice

| | AS ± SD (min) | Max (min) | Min (min) | Frekvencija |
|-------------|---------------|-----------|-----------|-------------|
| PP | 72 ± 7,2 | 86,1 | 61,3 | 23 |
| MD-6 | 91,1 ± 8,6 | 89,7 | 81,4 | 2 |
| MD-5 | 85,0 ± 3,2 | 88,6 | 82,4 | 3 |
| MD-4 | 81,3 ± 7,5 | 91,5 | 58,3 | 3 |
| MD-3 | 70,1 ± 5,9 | 85,3 | 40,6 | 10 |
| MD-2 | 79,3 ± 5,8 | 92,2 | 68,7 | 14 |
| MD-1 | 68,1 ± 8,3 | 87,4 | 55,9 | 14 |
| MD+1 | 58,9 ± 7,4 | 70,4 | 38,4 | 3 |
| MD+2 | 86,0 ± 6,9 | 102,2 | 79,3 | 9 |
| MD | 64,2 ± 2,3 | 90,3 | 25,3 | 14 |

Legenda: Min - minute; MD - dan utakmice

1.4. Opis mjernih instrumenata

Za dobivanje podataka o objektivnim i subjektivnim parametrima korištena su dva mjerna instrumenta.

Prvi mjerni instrument je GPS (Global Positioning System) Catapult System, sustav za kvantificiranje objektivnih parametara opterećenja postignutih tijekom određenih aktivnosti. GPS jedinica je pričvršćena na proksimalni dio torakalne kralježnice pomoću prsluka sličnog sportskom grudnjaku, a frekvencija signala je 10 herca. Svi potrebni podaci su izvučeni iz GPS softvera (Catapult softver).

Drugi mjerni instrument je RPE skala koja predstavlja igračev osobni doživljaj nakon određene aktivnosti. Ocjena od 1 do 10 prestavlja percipiranu težinu aktivnosti koju doživljava sam igrač a

daje se 30 minuta nakon treninga ili utakmice. Igrači su upoznati i iskusni u ispunjavanju ocjena i znaju što svaka ocjena predstavlja.

1.5. Metode obrade podataka

Objektivne i subjektivne varijable su uspoređene Pearsonovim koeficijentom korelacije. Jačina korelacije koja je smatrana trivijalnom ($r < 0,1$), malom ($0,1 < r < 0,3$), umjerenom ($0,3 < r < 0,5$), visokom ($0,5 < r < 0,7$), vrlo visokom ($0,7 < r < 0,9$), gotovo savršena ($r > 0,9$), savršena ($r=1$) (Hopkins, 2002). Linearna regresijska analiza je korištena da se vidi može li subjektivni odgovor (RPE i sRPE) predvidjeti iz odabranih GPS parametara nakon aktivnosti. Softverski program z TIBCO Statistica v.13 koristio se za analizu podataka dobivenih ovim istraživanjem. Normalnost distribucije testirana je Kolmogorov-Smirnovim postupkom. Izračunata je aritmetička sredina (AS) standardna devijacija (SD). Razina statističke značajnosti postavljena je na $p < 0,05$.

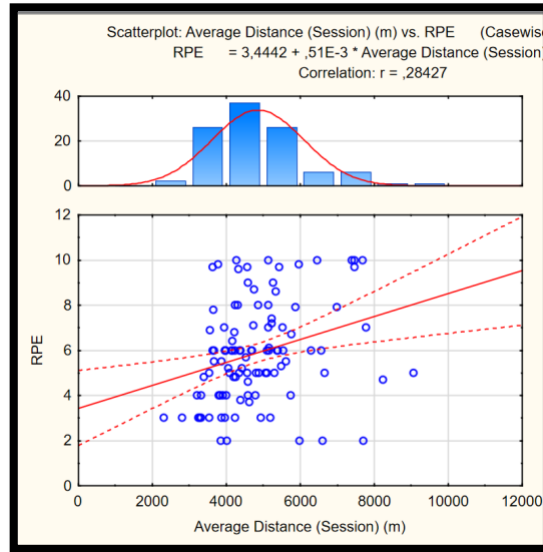
4. REZULTATI

Korelacije RPE-a, i sRPE-a sa GPS-ovim varijablama su prikazani u tablici 4. i slikama 1.-7.

Tablica 4. Međusobni omjeri korelacija subjektivnih i objektivnih parametara

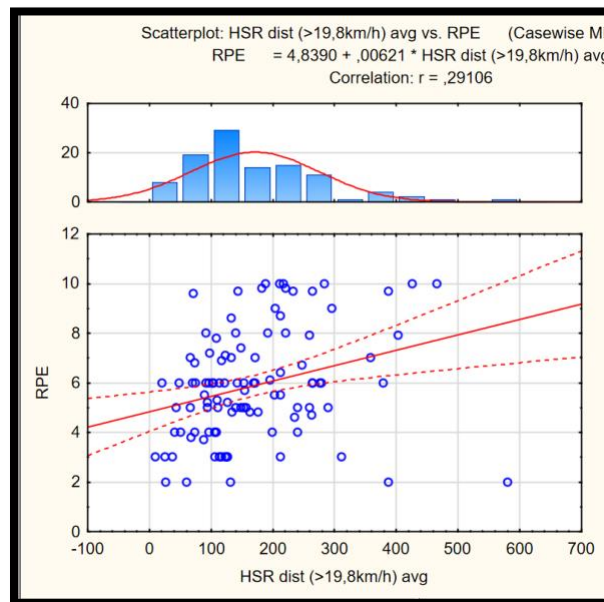
| Varijable | RPE | sRPE |
|----------------|---------|---------|
| TD (m) | 0,28* | 0,4** |
| HSR (m) | 0,29* | 0,37** |
| SD (m) | 0,28* | 0,3* |
| DUR (m) | 0,31** | 0,7*** |
| PL (UI) | 0,59*** | 0,64*** |
| ACC (efforts) | 0,27* | 0,45** |
| DECC (efforts) | 0,33** | 0,49** |

*Legenda: $p < 0,05$; $N(\text{broj podataka})=105$; *** - vrlo visoka korelacija ** - visoka korelacija; * - umjerena korelacija*



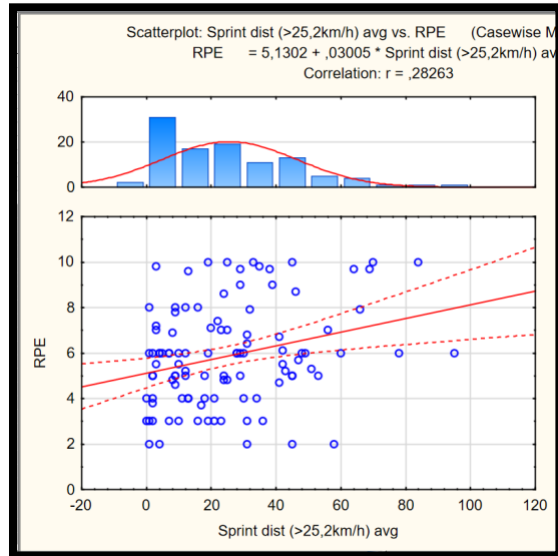
Legenda: $r=0,28$

Slika 1. Korelacija prosječne ukupne udaljenosti (TD) i RPE-a



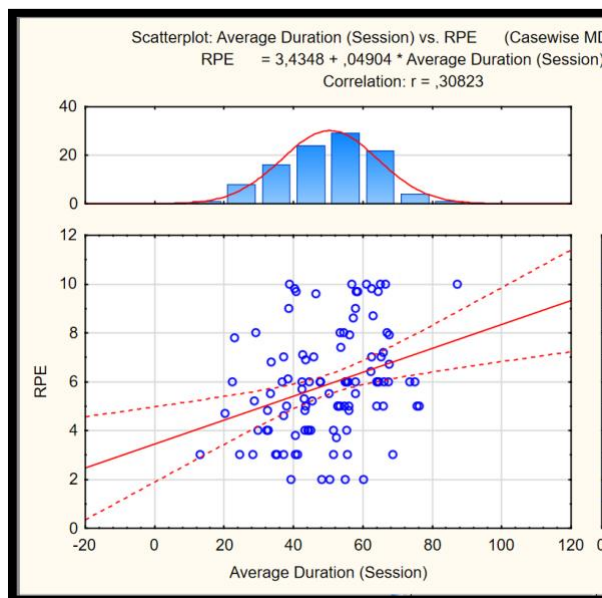
Legenda: $r=0,29$

Slika 2. Korelacija trčanja visokim intenzitetom (HSR) i RPE-a



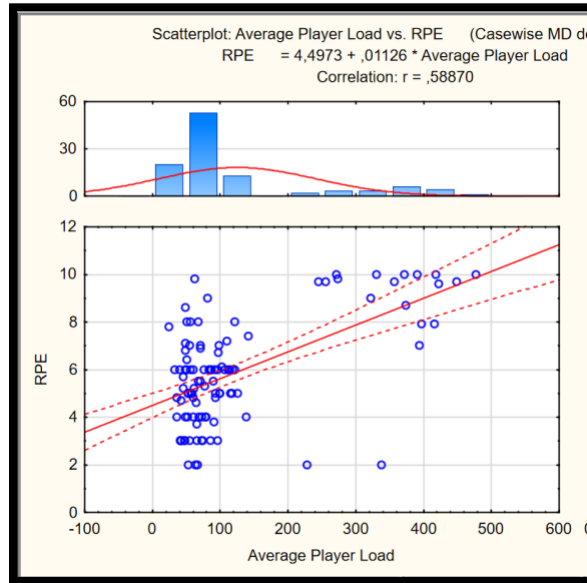
Legenda: r=0,28

Slika 3. Korelacija trčanja u sprintu (SD) i RPE-a



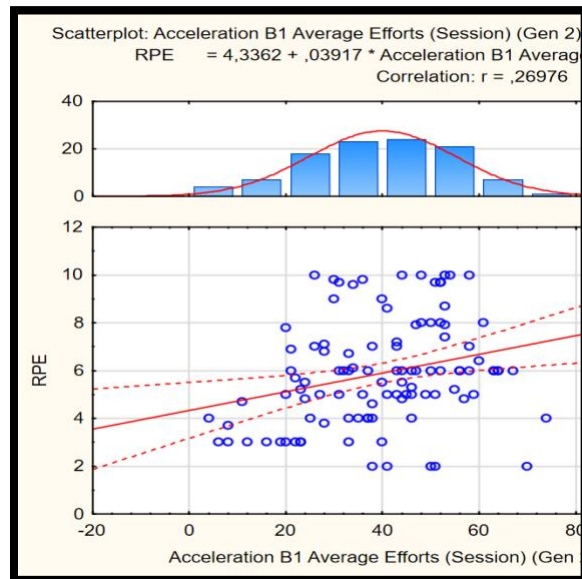
Legenda: r=0,31

Slika 4. Korelacija prosječnog trajanja aktivnosti (DUR) i RPE-a



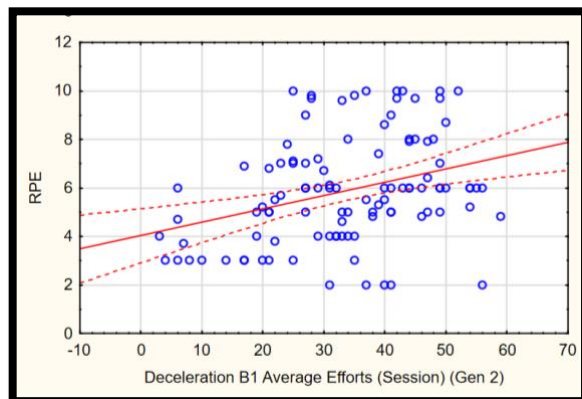
Legenda: r=0,59

Slika 5. Korelacija prosječnog opterećenja igrača (PL) i RPE-a



Legenda: r=0,27

Slika 6. Korelacija broja akceleracija iznad 3 m/s (ACC) i RPE-a



Legenda: $r=0,33$

Slika 7. Korelacija broja deceleracija iznad 3 m/s (DECC) i RPE-a

Pronađene su umjerene korelacije kod varijabli RPE i nekih GPS varijabli; TD ($r=0,28$), HSR ($r=0,29$), SD ($r=0,28$), ACC ($r=0,27$). Visoke korelacije su pronađene kod DUR ($r=0,31$) i DECC ($r=0,33$). te su vrlo visoke korelacije pronađene kod PL ($r=0,59$). S druge strane, pronađene korelacije između varijabli s RPE i i nekih GPS varijabli su bile sljedeće; umjerene korelacije sa SD ($r=0,3$), visoke korelacije su pronađene kod varijabli TD ($r=0,4$), HSR ($r=0,37$), ACC ($r=0,45$), DECC ($r=0,49$). Vrlo visoke korelacije su pronađene kod varijabli DUR ($r=0,7$), što je i očekivano s obzirom da je sRPE produkt umnoška pojedinačne ocijene i duljini boravka na terenu, i PL ($r=0,64$).

5. RASPRAVA

Ovo istraživanje je imalo za cilj informirati o odnosu između GPS (TD, HSR, SD, DUR, PL, ACC, DECC) parametara i RPE parametara (RPE i sRPE). Svrha rada je uvidjeti je li informacija o povezanosti korisna kao potencijalni alat za kontrolu opterećenja u mladim nogometaša.

U prethodnim istraživanjima, RPE i sRPE parametri su pokazali visoku korelaciju između unutarnjih i vanjskih indikatora u profesionalnih i polu-profesionalnih nogometaša (Campos-Vazquez i sur., 2015; Gaudino i sur., 2015; Impellizzeri i sur., 2004; Rago i sur., 2020). Iako, nema dokaza o korelaciji između RPE parametara i GPS parametara kod mlađih dobnih kategorija kod nogometaša. Potencijalni razlog leži u njihovoj neiskusnosti u ispunjavanju RPE upitnika stoga je

limitirajući faktor generalizacija dobivenih rezultata kao kod seniorskih igrača (Haddad i sur., 2017). Činjenica da je pronađena tek umjerena korelacija između RPE-a i vanjskih parametara koji su involvirani kada je u pitanju visoki intenzitet trčanja (HSR), ubrzanje (ACC) i udaljenost provedena u zoni sprinta (SD) potvrđuju i koincidiraju sa prijašnjim istraživanjima na tu temu, doduše na seniorskim igračima (kao što je prethodno kazano, malo ili nimalo istraživanja je dostupno na istoimenu temu sa mlađim dobnim kategorijama nogometaša) (Alemdaroglu, 2020; Casamichana i sur., 2013; Rago i sur., 2019; Scott i sur., 2013).

Štoviše, broj izvedenih visokointenzivnih akcija je prepoznat čimbenik u prizmi visokih performasi u nogometu (Mohr i sur., 2003). Paralelno s tim, istraživanja su ukazala da su upravo te akcije povezane sa povećanim rizikom za ozljeđivanje m. Hamstringsa (Duhig i sur., 2016). Posljedično, izazov je kvantificirati koliki je raspon i jačina tih visokointenzivnih akcija. Nadovezujući se na prethodne hipoteze, uporaba RPE skale nije uputna za ovu svrhu, jer podcjenjuje objektivne (vanjske) parametre koji ukazuju na realne brojke visokointenzivnih akcija. Periodi oporavka nakon visokointenzivnih akcija, kod trenažnih dana (planirano sa strane glavnih trenera) te kod utakmice (determinirano odlukom sportaša) (Mohr i sur., 2003) može biti potencijalno riješenje ove problematike. Nadalje, iako je indikativna visoka korelacija između RPE-a i frekvencije srca (nije uzeta u obzir u ovom istraživanju jer se u praksi rijetko provodi na ovoj razini) (Casamichana i Castellano, 2015; Impellizzeri i sur., 2004), pravovremeni odgovor frekvencije srca pri anaerobnim akcijama koje mogu rezultirati smanjenom subjektivnom percepcijom opterećenja, kao i posljedično smanjiti referiranu korelaciju između RPE-a i frekvencije srca (McLaren i sur., 2018).

Uz to, prethodna istraživanja ukazuju na limitiranost RPE-a kao mjere za intenzitet u odnosu na sRPE. Iz razloga ako nevolumen aktivnosti ne uzimamo u obzir, tada će zasigurno percepcija opterećenja dominirati i prevladati ako ih stavimo u odnos izolirano sa visokointenzivnim akcijama (Casamichana i sur., 2013). U skladu s time, Scott i sur. (2013) su pronašli slabiju korelaciju između RPE i GPS parametara u odnosu na korelaciju između sRPE i GPS parametara. U ovom istraživanju, vrlo visoka korelacija je detektirana kod RPE i sRPE vrijednostima i nekih GPS varijabli kao što je ukupno opterećenje igrača (PL) i ukupno trajanje aktivnosti u slučaju sRPE (već prethodno spomenuto, razlog s obzirom da je sRPE produkt umnoška pojedinačne ocijene i duljini boravka na terenu). PL generalno predstavlja neuromuskulatornu komponentu koja je bitan faktor kod intervalnih tipova sportova (Weaving i

sur., 2014). Visoke korelacije su pronađene kod povezanosti RPE-a i ukupnog trajanja aktivnosti, te sRPE-a i ukupne prijeđene udaljnosti (TD), trčanja visokim intenzitetom (HSR) te akceleracijama (ACC) i deceleracijama (DECC). Ovi dokazi podržavaju prethodna istraživanja sa seniorskim igračima (Gomez-Piriz i sur., 2011; Scott i sur., 2013) te mladih igrača (Clemente, 2018; Marynowitz i sur., 2020). TD kao jedan od važnijih prediktora RPE-a (Bartlett i sur., 2017) kao i PL (Casamichana i sur., 2019) koji predstavljaju skup od metaboličke komponente (TD) i neuromuskulatorne komponente (PL) može potencijalno biti od bitne važnosti kada prognoziramo subjektivnu procjenu opterećenja u mladim nogometaša.

Dodatno, visoka korelacija (ACC) i umjereno visoka korelacija (DECC) sa sRPE-om reflektiraju rad Silve i sur. (2018), koji su implicirali da je broj akceleracija u profesionalnom nogometu jedan od vanjskih parametara koji najbolje korelira sa subjektivnim parametrima. Slično implicira i rad Hranića (2022) koji uz akceleracije ističe i ukupnu prijeđenu udaljenost kao varijable visoke korelacije sa subjektivnim doživljajima na treningu i utakmici, pa posljedično i porastu incidencije ozljeda ako su navedeni parametri naglo povišeni u tjednu ozljede kao i u tjedan-1 prije ozljede (odnos akutnog i kroničnog opterećenja) kod mladih nogometaša.

Bitno je istaknuti da vanjski (GPS) parametri mogu varirati ovisno o natjecanju i tipu pojedinačnog treninga (Casamichana i sur., 2019).

Sadašnja praksa nam ukazuje na preliminarni dokaz konzumacije sRPE metode da se kvantificira subjektivna procjena mladih nogometaša s obzirom da većina GPS parametara umjereno ili visoko korelira sa rezultatima sRPE-a. Kombinacijom istraživanja dobivamo uvid u dublje razumijevanje kako predvidjeti GPS parametre koristeći mjere subjektivne procjene igrača tijekom treninga i/ili utakmice. Takav pristup može pomoći praktičarima da optimiziraju kvantifikaciju trenažnog opterećenja i bolje usklade vanjske (GPS) parametre sa vizijom glavnog trenera na terenu uzimajući u obzir igračevu subjektivnu procjenu opterećenja.

Glavni limitirajući faktor ovog istraživanja leži u tome da je RPE multifaktorijalan alat koji može biti pod utjecajem brojnih faktora, kao što su: period u sezoni, tip treninga, individualna varijacija i tolerancija, protivnik, okruženje (Haddad i sur., 2017). Drugi faktor jest mali uzorak ispitanika (18) te relativno kratak period (1 polusezona). Isto tako, bilo bi uputno razdvojiti trenažne dane od utakmica te sagledati svaki od subjektivnih i objektivnih parametara zasebno u tim kategorijama, te uključiti wellness upitnik radi komplementarnog dojma po uzoru na rad de Dios-Alvareza i sur. (2023).

6. ZAKLJUČAK

Prema rezultatima ovog istraživanja, RPE parametri u većini slučajeva pokazali su visoku do vrlo visoku korelaciju s GPS izvedenim varijablama (PL, DUR), isto tako i kod sRPE-a (PL, DUR, TD, HSR, ACC, DECC) i čine se korisnim alatom za kvantificiranje unutarnjeg opterećenja kod mladih nogometaša. Ovo istraživanje mogli bi biti potentno boljem razumijevanju odnosa između vanjskog i unutarnjeg opterećenja tijekom treninga ili utakmica u mladim nogometaša. Stručnjaci bi trebali biti svjesni važnosti RPE i sRPE-a jer mogu pomoći izbjegavanju nepoželjnog umora tijekom dana smanjenja opterećenja u mikrociklusu (npr. MD-1 ili MD-2) i nepovoljnih učinaka treninga (npr. ozljede) na dugoročni period. Također, praktičari bi trebali uzeti u obzir da se GPS varijable kod određenih aktivnosti kod mladih nogometaša mogu predvidjeti ili procijeniti, na bazičan način, kombiniranom kontrolom opterećenja – RPE skalom i Wellness upitnikom. Sadašnja metoda predviđanja vanjskog opterećenja na temelju RPE-a može biti korisna za trenere ili analitičare opterećenja treninga koji nemaju napredno znanje u statistici, odnosno sveprisutnijem strojnom učenju (*eng. machine learningu*). Osim toga, ovi rezultati mogu biti korisni za klubove ili akademije koje nemaju GPS uređaje za praćenje sportaša.

7. LITERATURA

1. Alemdaroğlu, U. (2020). External and internal training load relationships in soccer players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 16(2), 304-316.
2. Bartlett, J. D., O'Connor, F., Pitchford, N., Torres-Ronda, L., & Robertson, S. J. (2017). Relationships between internal and external training load in team-sport athletes: evidence for an individualized approach. *International journal of sports physiology and performance*, 12(2), 230-234.
3. Campos-Vazquez, M. A., Toscano-Bendala, F. J., Mora-Ferrera, J. C., & Suarez-Arrones, L. J. (2017). Relationship between internal load indicators and changes on intermittent performance after the preseason in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(6), 1477-1485.
4. Carey, D. L., Ong, K., Morris, M. E., Crow, J., & Crossley, K. M. (2016). Predicting ratings of perceived exertion in Australian football players: methods for live estimation. *International Journal of Computer Science in Sport*, 15 (2): 64, 77.
5. Casamichana, D., & Castellano, J. (2015). The relationship between intensity indicators in small-sided soccer games. *Journal of human kinetics*, 46(1), 119-128.
6. Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-Gonzalez, J., San Román, J., & Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(2), 369-374.
7. Casamichana, D., Castellano, J., Díaz, A. G., & Martín-García, A. (2022). Looking for complementary intensity variables in different training games in football. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
8. Casamichana, D., Castellano, J., Diaz, A. G., Gabbett, T. J., & Martin-Garcia, A. (2019). The most demanding passages of play in football competition: a comparison between halves. *Biology of Sport*, 36(3), 233-240.
9. Clemente, F. M. (2018). Associations between wellness and internal and external load variables in two intermittent small-sided soccer games. *Physiology & behavior*, 197, 9-14.
10. Coyne, J. O., Gregory Haff, G., Coutts, A. J., Newton, R. U., & Nimphius, S. (2018). The current state of subjective training load monitoring—a practical perspective and call to action. *Sports medicine-open*, 4, 1-10.

11. Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review. *Sports medicine*, *43*, 1025-1042.
12. de Dios-Álvarez, V., Suárez-Iglesias, D., Bouzas-Rico, S., Alkain, P., González-Conde, A., & Ayan-Perez, C. (2023). Relationships between RPE-derived internal training load parameters and GPS-based external training load variables in elite young soccer players. *Research in Sports Medicine*, *31*(1), 58-73.
13. Duhig, S., Shield, A. J., Opar, D., Gabbett, T. J., Ferguson, C., & Williams, M. (2016). Effect of high-speed running on hamstring strain injury risk. *British journal of sports medicine*, *50*(24), 1536-1540.
14. Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P. & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *15*(1), 109-115.
15. Foster, C., Rodriguez-Marroyo, J. A., & De Koning, J. J. (2017). Monitoring training loads: the past, the present, and the future. *International journal of sports physiology and performance*, *12*(s2), S2-2.
16. Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder?. *British journal of sports medicine*, *50*(5), 273-280.
17. Gaudino, P., Iaia, F. M., Strudwick, A. J., Hawkins, R. D., Alberti, G., Atkinson, G., & Gregson, W. (2015). Factors influencing perception of effort (session rating of perceived exertion) during elite soccer training. *International journal of sports physiology and performance*, *10*(7), 860-864.
18. Gomez-Piriz, P. T., Jiménez-Reyes, P., & Ruiz-Ruiz, C. (2011). Relation between total body load and session rating of perceived exertion in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *25*(8), 2100-2103.
19. Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017). Session-RPE method for training load monitoring: validity, ecological usefulness, and influencing factors. *Frontiers in neuroscience*, *11*, 612.
20. Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports medicine*, *44*(Suppl 2), 139-147.

21. Henderson, B., Cook, J., Kidgell, D. J., & Gastin, P. B. (2015). Game and training load differences in elite junior Australian football. *Journal of sports science & medicine*, *14*(3), 494.
22. Hopkins, W. G. (2002). A Scale of Magnitudes for Effect Statistics. Internet Society of Sports Science. <http://www.sportsci.org/resource/stats/index.html>
23. Hranić, V. (2022). *Povezanost omjera akutnog i kroničnog opterećenja temeljenog na različitim varijablama s pojavom nekontaktnih ozljeda u mladih nogometaša*. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet.
24. Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *Int J Sports Physiol Perform*, *14*(2), 270-273.
25. Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A. L. D. O., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in sports & exercise*, *36*(6), 1042-1047.
26. Martín-García, A., Díaz, A. G., Bradley, P. S., Morera, F., & Casamichana, D. (2018). Quantification of a professional football team's external load using a microcycle structure. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *32*(12), 3511-3518.
27. Marynowicz, J., Kikut, K., Lango, M., Horna, D., & Andrzejewski, M. (2020). Relationship between the session-RPE and external measures of training load in youth soccer training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *34*(10), 2800-2804.
28. McLaren, S. J., Macpherson, T. W., Coutts, A. J., Hurst, C., Spears, I. R., & Weston, M. (2018). The relationships between internal and external measures of training load and intensity in team sports: a meta-analysis. *Sports medicine*, *48*, 641-658.
29. Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports sciences*, *21*(7), 519-528.
30. Nikolaidis, P. T., Clemente, F. M., Van der Linden, C. M., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2018). Validity and reliability of 10-Hz global positioning system to assess in-line movement and change of direction. *Frontiers in physiology*, *228*.

31. Palucci Vieira, L. H., Carling, C., Barbieri, F. A., Aquino, R., & Santiago, P. R. P. (2019). Match running performance in young soccer players: A systematic review. *Sports Medicine*, 49, 289-318.
32. Pustina, A. A., Sato, K., Liu, C., Kavanaugh, A. A., Sams, M. L., Liu, J. & Stone, M. H. (2017). Establishing a duration standard for the calculation of session rating of perceived exertion in NCAA division I men's soccer. *Journal of Trainology*, 6(1), 26-30.
33. Rago, V., Brito, J., Figueiredo, P., Costa, J., Barreira, D., Krstrup, P., & Rebelo, A. (2020). Methods to collect and interpret external training load using microtechnology incorporating GPS in professional football: a systematic review. *Research in Sports Medicine*, 28(3), 437-458.
34. Rago, V., Brito, J., Figueiredo, P., Krstrup, P., & Rebelo, A. (2019). Relationship between external load and perceptual responses to training in professional football: effects of quantification method. *Sports*, 7(3), 68.
35. Rodríguez-Marroyo, J. A., & Antoñan, C. (2015). Validity of the session rating of perceived exertion for monitoring exercise demands in youth soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, 10(3), 404-407.
36. Rossi, A., Pappalardo, L., Cintia, P., Iaia, F. M., Fernández, J., & Medina, D. (2018). Effective injury forecasting in soccer with GPS training data and machine learning. *PloS one*, 13(7), e0201264.
37. Scantlebury, S., Till, K., Beggs, C., Dalton-Barron, N., Weaving, D., Sawczuk, T., & Jones, B. (2020). Achieving a desired training intensity through the prescription of external training load variables in youth sport: More pieces to the puzzle required. *Journal of Sports Sciences*, 38(10), 1124-1131.
38. Scott, B. R., Lockie, R. G., Knight, T. J., Clark, A. C., & de Jonge, X. A. J. (2013). A comparison of methods to quantify the in-season training load of professional soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, 8(2), 195-202.
39. Silva, J. R., Rumpf, M. C., Hertzog, M., Castagna, C., Farooq, A., Girard, O., & Hader, K. (2018). Acute and residual soccer match-related fatigue: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 48, 539-583.

40. Sparks, M., Coetzee, B., & Gabbett, T. J. (2017). Internal and external match loads of university-level soccer players: A comparison between methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *31*(4), 1072-1077.
41. Sperlich, B., Aminian, K., Düking, P., & Holmberg, H. C. (2020). Wearable sensor technology for monitoring training load and health in the athletic population. *Frontiers in physiology*, *10*, 1520.
42. Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2015). Monitoring fatigue during the in-season competitive phase in elite soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, *10*(8), 958-964.
43. Weaving, D., Marshall, P., Earle, K., Nevill, A., & Abt, G. (2014). Combining internal- and external-training-load measures in professional rugby league. *International journal of sports physiology and performance*, *9*(6), 905-912.
44. Wrigley, R., Drust, B., Stratton, G., Scott, M., & Gregson, W. (2012). Quantification of the typical weekly in-season training load in elite junior soccer players. *Journal of sports sciences*, *30*(15), 1573-1580.