

# KONTROLA OPTEREĆENJA U SPORTU: OSNOVNE POSTAVKE I SUVREMENI TRENDОВI

**Daniel Bok**

*Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu*

## UVOD

Fizički trening predstavlja podražaj koji izaziva brojne psiho-fiziološke reakcije organizma odgovorne za adaptacije različitih organskih sustava (Coffey & Hawley, 2007). Pravilno programiran trenažni podražaj izazvati će preciznu akutnu reakciju pojedinih organskih sustava, dok će ponavljanje tih trenažnih podražaja posljedično omogućiti kroničnu adaptaciju (Impellizzeri, Marcora & Coutts, 2019). Također, trenažni podražaji trebaju biti pravilno vremenski distribuirani kako bi izazvali optimalnu reakciju sportaša, a izbjegli pretreniranost, uzrokovanu preteškim, prečestim i monotonim treninzima (Foster, 1998), ili detreniranost, koja pak može biti rezultat laganih i neredovitih treninga (Mujika & Padilla, 2000). Optimiziranje **doze** ili **stresa** (trenažno opterećenje) i **odgovora** (akutne reakcije i kronične adaptacije) na zadani stres predstavlja osnovni kineziološki istraživački interes, te metode i tehnologije praćenja i kontroliranja opterećenja predstavljaju osnovni kineziološki alat kojima je moguće modelirati taj odnos. Upravo zbog toga praćenje i kontrola trenažnog i natjecateljskog opterećenja u posljednjih nekoliko godina postaje sve važniji segment sportske znanosti, a transfer novih znanstvenih spoznaja u praktičan rad na sportskim terenima sve veći i brži (Foster i sur., 2017).

Odnos trenažnog stresa i fiziološkog odgovora (akutnog i kroničnog) moguće je objasniti pomoću nekoliko modela od kojih je model fitnes-umor (eng. *fitness-fatigue model*) najjednostavniji (McGuigan, 2017). Navedeni model u suštini prikazuje temeljni princip treninga u kojemu trenažni podražaj (stres) izaziva pojavu umora i unapređenje kondicijske pripremljenosti (fitnesa), a čija trenutna interakcija rezultira stanjem trenutne pripremljenosti (Haff & Triplett, 2016). Naime, svaki trening izaziva pojavu umora koji više ili manje utječe na trenutno stanje sportaša i kvalitetu njegove motoričke izvedbe na samom treningu i u vremenu neposredno nakon treninga. Ponavljanje trenažnih podražaja, koji će s vremenom izazivati i različitu razinu umora za isti stres, rezultirati će promjenama u fitnesu što je zapravo glavni cilj procesa kondicijske pripreme. Dakle, optimiziranje procesa sportske pripreme moguće je samo sustavnim praćenjem svih sastavnica modela: trenažnog opterećenja kao generatora stresa, te umora, trenutne (akutne) pripremljenosti i stanja (kronične) kondicijske pripremljenosti (fitnesa) kao posljedica tog stresa.

## MJERENJE TRENAŽNOG OPTEREĆENJA

Mjerenje „doze“ treninga ili trenažnog stresa ključno je za praćenje napretka sportaša, odnosno njegove pozitivne ili negativne adaptacije na program treninga, razumijevanje individualnih reakcija na trenažni stres, utvrđivanje razine umora i potrebnog oporavka nakon stresa, te minimiziranje rizika za pojavu kronične pretreniranosti, ozljede ili bolesti (Bourdon i sur., 2017). Kvantificiranje trenažnog opterećenja veliki je izazov budući da ne postoji zlatni standard koji bi se koristio u znanstvenom i praktičnom radu (Lambert & Borresen, 2010). Upravo zbog toga danas postoji veliki broj različitih metoda kojima je moguće pratiti trenažno opterećenje, a odabir primjerene metode ovisi ponajviše o tipu aktivnosti koja se prati. Mjere trenažnog opterećenja najčešće se dijele na unutarnje (interne) i vanjske (eksterne), pri čemu interne utvrđuju psiho-fiziološku reakciju organizma na trening, dok eksterne predstavljaju objektivne mjere rada koji je sportaš obavio (Bourdon i sur., 2017). Tako u unutarnje metode praćenja trenažnog opterećenja ubrajamo varijable srčane frekvencije (prosječna frekvencija srca, varijabilnost srčane frekvencije, mjere oporavka srčane frekvencije, vrijeme provedeno u pojedinoj zoni srčane frekvencije), primitak kisika ( $\text{VO}_2$ ), koncentraciju laktata u krvi, mjere subjektivne procjene opterećenja (eng. *Ratings of Perceived*

*Exertion*, RPE), te različite upitnike. U vanjske metode praćenja trenažnog opterećenja ubrajaju se različite kinematičke i kinetičke varijable te brojne varijable koje se mogu prikupiti pomoću GPS tehnologije i akcelerometara (Bourdon i sur., 2017). Odabir metoda praćenja trenažnog opterećenja ovisi najviše o tipu aktivnosti, odnosno treninga koji sportaš izvodi. Tako u sportovima izdržljivosti ili u programima treninga za razvoj izdržljivosti (kao što su visoko-intenzivni intervalni trening, nisko-intenzivni kontinuirani trening ili trening umjerenog intenziteta) optimalne metode za praćenje trenažnog opterećenja predstavljaju različite varijable frekvencije srca,  $VO_2$ , koncentracija laktata u krvi i RPE mjere upravo zbog toga što takve aktivnosti dominantno aktiviraju dišni, srčano-žilni i metabolički sustav (Borresen & Lambert, 2009; Lambert, 2012; Buchheit, 2014; Mujika, 2017). S druge strane, u sportovima jakosti i snage, kao i kod različitih programa treninga s opterećenjem koji se dominantno koriste za razvoj jakosti i snage, više se koriste vanjske metode praćenja opterećenja, odnosno biomehaničke varijable kojima je moguće utvrditi količinu obavljenog rada (Scott, Duthie, Thornton & Dascombe, 2016). Razlog tome je što trening s opterećenjem u manjoj mjeri aktivira srčano-žilni sustav, pa mjere frekvencije srca ili  $VO_2$  nisu dobar pokazatelj intenziteta treninga i ukupnog trenažnog opterećenja. Da bi se prevladao taj problem, ali i u svrhu što jednostavnijeg i praktičnijeg načina praćenja opterećenja u realnim uvjetima, veliku popularnost i sve učestaliju primjenu dobile su različite mjere subjektivne procjene opterećenja, kao što su RPE (Borg, 1982), RPE treninga (eng. *session RPE*, *sRPE*) (Foster i sur., 2001) i RPE opterećenje treninga (eng. *sRPE load*) dobiven množenjem RPE treninga sa ukupnim minutama treninga (Foster i sur., 1995). Brojim istraživanjima pokazalo se da je RPE opterećenje treninga (*sRPE opterećenje*) pouzdana i valjana mjera ukupnog opterećenja treninga i natjecanja, a koja se može prikupiti brzo, bez financijskog troška i bez tehnološkog uređaja i programa za mjerenje (Bourdon i sur., 2017). Zbog visoke povezanosti *sRPE opterećenja* sa frekvencijom srca i vremenom provedenom u pojedinim zonama frekvencije srca *sRPE opterećenje* postala je izuzetno popularna mjera ukupnog opterećenja u sportovima izdržljivosti, ali i u različitim treninzima za razvoj izdržljivosti (Foster i sur., 2001; Lambert, 2012). Također, *sRPE* se pokazala valjanom i pouzdanom mjerom za praćenje intenziteta (Day i sur., 2004) i ukupnog opterećenja različitih treninga s opterećenjem (Singh, Foster i sur., 2007), pa se varijabla *sRPE opterećenje* također uspješno koristi i u praćenju ukupnog opterećenja tijekom različitih programa treninga s opterećenjem (Scott i sur., 2016). Zbog jednostavne primjene te zbog mogućnosti integracije kvantificiranog ukupnog opterećenja praćenog u okviru različitih kondicijskih programa (programa treninga izdržljivosti i treninga s opterećenjem) ova mjera postala je izuzetno popularna među kondicijskim trenerima. Također, varijabla *sRPE opterećenje* se pokazala valjanom i pri praćenju opterećenja u različitim sportovima kao što su nogomet (Impellizzeri i sur., 2004; Alexiou & Coutts, 2008), košarka (Foster i sur., 2001), plivanje (Wallace i sur., 2009), karate (Tabben i sur., 2015) i brojni drugi (Haddad i sur., 2017) te je zbog toga postala općeprihvaćenom mjerom ukupnog opterećenja u kondicijskoj pripremi i generalno u sportu.

## ODNOS OPTEREĆENJA, FITNESSA I RIZIKA OD OZLJEĐIVANJA

Fitness-umor model podrazumijeva odnos između opterećenja treninga i promjena u fitnessu pri čemu povećanje ukupnog opterećenja dovodi do povećanja fitnessa, odnosno kondicijske pripremljenosti (Gabbett, 2016). Naravno, taj odnos nije linearan već logaritamski, pa povećanje opterećenja kod osoba sa viskom razinom fitnessa neće dovesti do jednako velikog povećanja fitnessa kao kod osoba sa niskom razinom fitnessa. Dakle, povećanje opterećenja dovodi do povećanja kondicijske pripremljenosti, ali taj odnos u jednom trenutku doseže svoj platou. Pri tome daljnje povećanje ukupnog trenažnog opterećenja više ne dovodi do značajnijeg povećanja u fitnessu, već može dovesti do povećanja rizika od ozljeđivanja. Upravo balansiranje između optimalnog opterećenja koje će dovesti do najvećeg mogućeg napretka u kondicijskoj pripremljenosti, a da se pri tome ne povećava rizik od ozljeđivanja najveće je umijeće trenera. Da bi u tome trener bio uspješan neophodno je poznavanje odnosa između opterećenja, fitnessa i umora, odnosno povećavanja rizika od ozljeđivanja te, naravno varijabli kojima je taj odnos moguće kontinuirano pratiti i modificirati (Gabbett, 2018). Također, proučavanje odnosa između ukupnog opterećenja i porasta fitnessa predmet su stalnih istraživanja u području sporta. Prva istraživanja u tom području, provedena na natjecateljima u sportovima izdržljivosti, ukazala su da je za povećanje natjecateljske izvedbe od 10% potrebno povećati trenažno opterećenje deset puta (Foster i sur., 1996). Poznavanje takvih odnosa i u ostalim sportovima omogućilo bi precizniju predikciju realnih dugoročnih dosega sportaša, odnosno mogućnosti postizanja vrhunskih sportskih rezultata tijekom karijere (Tucker & Collins, 2012). Naime, značajnije povećanje trenažnog opterećenja koje bi, prema modelima predikcije, moglo dovesti do vrhunskih sportskih rezultata za pojedine sportaše nije moguće realizirati jer će neminovno dovesti do preopterećenja, pretreniranosti i

ozljede. Analiza uloženog i dobivenog u takvim bi slučajevima uštedjela brojne resurse. Nadalje, ponekad je trend ulaska u pretreniranost ili preveliki rizik od ozljeđivanja teško prepoznati jer je za to potrebno pratiti veliki broj varijabli koje govore o trenutnom stanju pojedinih organskih sustava. S obzirom da različiti organski sustavi imaju različito vrijeme oporavka, a primarni fokus u procesu praćenja opterećenja često može biti stavljen samo na onaj organski sustav koji je dominantan za uspjeh, signali koji upućuju na prenaprezanje nekog drugog organskog sustava ne moraju biti detektirani. Na primjer, za uspjeh u sportovima izdržljivosti presudna je visoka razina funkcionalnih sposobnosti, odnosno srčano-žilnog i dišnog sustava, pa je velika pažnja u praćenju opterećenja i promjena u fitnessu posvećena upravo varijablama koje utvrđuju stanje tih organskih sustava. Na temelju različitih varijabli srčane frekvencije modificiraju se i trenažni programi kako bi proces pripreme bio što ekonomičniji i učinkovitiji (Vesterinen i sur., 2017). Međutim oporavak nekih drugih organskih sustava i tkiva, na primjer koštanog i vezivnog (tetive i ligamenti), može trajati duže od oporavka srčano-žilnog sustava (Gabbett & Whiteley, 2017). Ukoliko se programiranje treninga provodi isključivo na temelju fizioloških varijabli, a pritom se zanemare biomehaničke varijable, novi trening može uslijediti prerano, odnosno u trenutku nepotpunog oporavka drugih organskih sustava što može dovesti do ozljede tih tkiva nakon određenog vremena (Vanrenterghem i sur., 2017). Nadalje, poznavanje individualnih reakcija na trenažni stres također su vrlo važna karika u lancu s obzirom na činjenicu da postoje značajne razlike u individualnim odgovorima na trening (Bouchard & Rankinen, 2001). Sve to ukazuje na izuzetnu značajnost i vrijednost praćenja ukupnog opterećenja i njegovog odnosa sa fitnessom, umorom i rizikom od ozljeđivanja.

## **PRAĆENJE OPTEREĆENJA U SPECIFIČNO-SITUACIJSKOM TRENINGU**

Specifično-situacijski načini treniranja, primjenom različitih igara na skraćenom prostoru, postali su izuzetno popularni u sportskim igrama zbog paralelnog utjecaja na razvoj kondicijskih sposobnosti i tehničko-taktičkih znanja (Impellizzeri i sur., 2006). Odabir formata igre na skraćenom terenu, u kontekstu izazivanja optimalne akutne reakcije kod igrača ovisno o potrebama kondicijske pripreme, ali i tjedne periodizacije opterećenja, postalo je stoga važno pitanje za kondicijske trenere. Prva istraživanja provedena sa ciljem vrednovanja fiziološkog opterećenja različitih formata igara na skraćenom prostoru realizirana su praćenjem osnovnih fizioloških varijabli igrača tijekom igre kao što su frekvencija srca, koncentracija laktata u krvi i subjektivna procjena opterećenja (Hill-Haas i sur., 2011). Rezultati su ukazali na značajne utjecaje broja igrača u igri, trajanja igre, omjera igrača između ekipa, površine terena, omjera igrača i površine terena, igranja vratara, modifikacije pravila i motivacije na fiziološki odgovor igrača tijekom igre (Hill-Haas i sur., 2011; Halouani i sur., 2014). Poznavanjem veličine utjecaja navedenih faktora na fiziološku reakciju igrača tijekom pojedinih igara na skraćenom prostoru kondicijski treneri dobili su mogućnost modeliranja optimalnih specifično-situacijskih trenažnih podražaja s ciljem približavanja tih podražaja stvarnim natjecateljskim zahtjevima igre. Međutim, praćenjem samo internih varijabli opterećenja nije moguće dobiti precizne podatke o intenzitetu igre, odnosno nije moguće utvrditi da li je intenzitet tj., „brzina igre“ u igrama na skraćenom prostoru sličan onom u najintenzivnijim periodima natjecateljske utakmice. Razlog tome jest kašnjenje reakcije frekvencije srca na promjenu u intenzitetu kao i smanjena mogućnost detekcije promjena intenziteta u zonama visoke aerobne opterećenosti u kojima se igre na skraćenom terenu najčešće i provode (Buchheit & Laursen, 2013; Hill-Haas i sur., 2011). Posebno je to važno istaknuti budući da se najintenzivniji periodi utakmice uglavnom događaju u vrlo kratkim intervalima (Bradley i sur., 2009). S druge strane koncentracija laktata u krvi i subjektivna procjena opterećenja također odražavaju reakciju na nešto duže periode aktivnosti, pa također ne mogu poslužiti kao precizni parametri praćenja trenutnog intenziteta (Eston, 2012; Silva i sur., 2018). Trenutni natjecateljski intenzitet je stoga nedavno definiran putem eksternih varijabli opterećenja prikupljenih pomoću GPS tehnologije, a „prave“ vršne vrijednosti intenziteta dobivene su izračunavanjem „tekućeg“ prosjeka u malim vremenskim intervalima od jedne minute (Delaney i sur., 2017). Praćenje opterećenja pomoću GPS tehnologije omogućilo je i modeliranje krivulje opadanja intenziteta trčanja u natjecateljskim utakmicama što može poslužiti kondicijskim trenerima kao model za programiranje specifičnih treninga kao što su igre na skraćenom terenu ili visoko-intenzivni intervalni trening. Naime, poznavanje lokomotornih parametara intenziteta natjecateljske utakmice te različitih igara na skraćenom terenu omogućuje kvalitetniji odabir i doziranje ukupnog opterećenja sportaša, a u skladu sa periodizacijom natjecateljskog mikrociklusa ili tzv. „taktičkom periodizacijom“. Tako se pokazalo da igre 4 na 4, 6 na 6, i 8 na 8 na odgovarajućem skraćenom terenu podopterećuju igrače u ukupnoj pretrčanoj udaljenosti i visoko-intenzivnom trčanju u odnosu na natjecateljsku utakmicu, ali mogu preopteretiti mehanički rad u igrama 4 na 4 u periodima do 5 minuta (Lacome i sur.,

2018). Na taj je način moguće odabrati igre na skraćenom terenu koje će omogućiti bolje aktiviranje onih organskih sustava i tkiva koji su primarni cilj određenog treninga. Nadalje, povezivanjem reakcije internih varijabli sa definiranim intenzitetom igara na skraćenom terenu praćenim eksternim varijablama moguće je kontinuirano pratiti napredak u kondicijskoj pripremljenosti, odnosno detektirati stagnaciju i eventualni umor (Delaney i sur., 2018). Naime, promjena internih varijabli na standardiziranu igru na skraćenom terenu, a za koju je moguće pratiti intenzitet, označava zapravo promjenu u fitnessu, odnosno pojavu umora ili pretreniranost. Takav način praćenja opterećenja i fitnessa omogućio je kondicijskim trenerima uvid u trendove promjena u kondicijskoj pripremljenosti bez primjene klasičnih maksimalnih testiranja, odnosno omogućio je testiranje koje je „nevidljivo“ sportašima i glavnim trenerima. Takvo „testiranje“ može biti iskorišteno i za modeliranje programa sportske pripreme, a ne samo mjerenje stanja kondicijskih sposobnosti (Mendez-Villanueva & Buchheit, 2013). Zbog činjenice da je «nevidljivo» za sportaše praćenje aktualnog stanja fitnessa može se provoditi gotovo svakodnevno, što povećava kvalitetu modeliranja programa treninga te učinkovitost trenažnog procesa uzimajući u obzir stalno balansiranje između razvoja kondicijskih sposobnosti i potrebe za oporavkom za sljedeću utakmicu.

## PRAĆENJE OPTEREĆENJA U TEHNIČKO-TAKTIČKOM TRENINGU

Praćenje opterećenja i periodizacija treninga u sportu najčešće se povezuju uz prostor kondicijskog treninga (Bourdon i sur., 2017), dok se u području treninga usmjerenog na usavršavanje motoričkih vještina, odnosno tehničkih elemenata vrlo rijetko spominju i istražuju (Farrow & Robertson, 2017). Razlog tome leži u činjenici da je određivanje opterećenja, pa posljedično tome i kontinuirano praćenje opterećenja u području učenja i usavršavanja motoričkih vještina poprilično kompleksno i ne postoji velik broj varijabli koje bi se mogle dugoročno pratiti. Također, većina je istraživanja u području učenja i usavršavanja motoričkog zadatka bila analizirana na nominalnoj ljestvici, definirajući samo je li zadatak bio uspješno ili neuspješno izveden. Primjena binarnih varijabli, naime, ograničava njihovu primjenu u procesu praćenja opterećenja budući da ne postoji gradacija izlazne varijable za različite ulazne parametre. Međutim, pojavom moderne tehnologije i omogućavanjem kontinuiranog praćenja eksternih varijabli koje opisuju uvjete u kojima se izvode motoričke vještine postalo je moguće odrediti opterećenje nekog motoričkog zadatka te pratiti njegov napredak stimuliran primjerenim trenažnim opterećenjem. Dakle, pojavila se mogućnost kreiranja periodizacijskog okvira za praćenje procesa učenja i usavršavanja motoričkih zadataka ili, drugim riječima, tehničkih elemenata u sportu (Farrow & Robertson, 2017). Tako se, na primjer, neki tehnički element može izvoditi u uvjetima niske specifičnosti, odnosno u uvjetima vježbanja uz maksimalnu suradnju suigrača, dok se s druge strane taj element može izvoditi i u uvjetima visoke specifičnosti, odnosno u situacijskim ili natjecateljskim uvjetima uz veliki pritisak protivnika. Definiranjem uvjeta u kojima se tehnički element izvodi te praćenjem kvalitete izvedbe tog tehničkog elementa u definiranim uvjetima (npr., postotak uspješnih dodavanja u uvjetima niske specifičnosti kod početnika do postotka uspješnih dodavanja u uvjetima natjecateljske izvedbe kod naprednog nogometaša) može ukazivati na napredak, odnosno usavršavanje izvedbe. S druge strane, težina zadatka, u odnosu na trenutnu usvojenost elementa, predstavlja drugu komponentu vanjskog opterećenja pri čemu je na jednoj strani kontinuuma izvedba korektna tehnike u uvjetima potpunog odmora, dok je na drugom kraju kontinuuma tehnički precizna izvedba motoričkog zadatka u uvjetima velikog umora (Hendricks i sur., 2018a). Ovisno o trenutnoj razini usvojenosti tehničkog elementa njegovu će realizaciju u različitim uvjetima sportaš doživjeti kao lakšu ili težu. Težina zadatka i razina specifičnosti (od visoko strukturiranog zadatka do natjecateljske izvedbe) definiraju „točku izazova“ koja predstavlja internu varijablu u praćenju opterećenja tehničkog treninga (Hendricks i sur., 2018b). Optimalna točka izazova za proces učenja nekog motoričkog zadatka predstavlja određeni stupanj težine zadatka (od korektna izvedbe tehničkog elementa u odmornom stanju do precizne izvedbe tehničkog elementa u situacijskim uvjetima u stanju umora) koji sportaš s određenom razinom usvojenosti tog motoričkog zadatka treba da bi optimizirao motoričko učenje (Guadagnoli & Lee, 2004). Na temelju ciljeva treninga, glavni trener ili kondicijski trener određuju ciljanu točku izazova koja može biti rangirana na skali od 1 do 10, a izračunava se kao zbroj kvantificirane težine zadatka i razine specifičnosti podijeljen sa dva (Hendricks i sur., 2018a). Usporedba trenerove procijenjene točke izazova, zadanu na temelju težine zadatka i uvjeta u kojim ih sportaš izvodi, sa subjektivnom procjenom izazova sportaša (ocjena subjektivno doživljene tehničke zahtjevnosti motoričkog zadatka) nakon treninga može poslužiti kao parametar doziranja i praćenja internog opterećenja u tehničko-taktičkom treningu. Množenje subjektivne procjene izazova sa brojem ponavljanja određenog tehničkog elementa predstavlja daljnju mjeru internog opterećenja. Dakle, utvrđivanjem subjektivne procjene izazova pri realizaciji tehničkog elementa u treningu te

stavljanjem tih vrijednosti u relaciju sa eksternim varijablama koje taj tehnički element opisuju moguće je kontinuirano pratiti ukupno „informatijsko“ opterećenje sportaša. Također, kontinuiranom analizom uspješnosti realizacije nekog tehničkog zadatka u različitim uvjetima moguće je pratiti trenutno stanje „tehničko-taktičke“ forme sportaša te uz pomoć tih podataka kvalitetnije dozirati opterećenja u okviru pojedinih mikrociklusa. Na primjer, ukoliko se postotak realizacije dodavanja na 20 metara u situacijskim uvjetima smanji u određenom periodu, a to može biti rezultat suboptimalne integrirane periodizacije (Mujika i sur., 2018), potrebno je smanjiti ukupno eksterno opterećenje tehničkog elementa, odnosno potrebno je izvoditi tehnički element u lakšim specifičnim ili situacijskim uvjetima kroz nekoliko narednih treninga. Na taj će način sportaš ponovno izvršavati element u lakšim uvjetima, odnosno smanjiti će interno „informatijsko“ opterećenje koje je zasigurno vrlo visoko u natjecateljskom periodu, te će se nakon perioda rasterećenja ponovno moći vratiti u natjecateljski ritam sa visokim postotkom uspješnosti.

## ZAKLJUČAK

Praćenje i doziranje opterećenja je u posljednjih desetak godina zabilježilo značajno povećanje interesa znanstvenika i kondicijskih trenera, prije svega zbog tehnološkog napretka i mogućnosti mjerenja velikog broja varijabli koje ranije nije bilo moguće mjeriti (Cardinale & Varley, 2017). Pouzdanije i valjanije praćenje različitih aspekata opterećenja i fizioloških odgovora na ta opterećenja omogućilo je kvalitetnije programiranje treninga i učinkovitiju sportsku pripremu za maksimalne sportske doseg. Moguće je da je upravo kontinuirano pojavljivanje novih uređaja za mjerenje različitih parametara sportske pripreme ubrzalo i sam proces preuzimanja novih metoda praćenja opterećenja i njihovu implementaciju u praktičan rad sa sportašima. Također, veliki interes kondicijskih trenera za nove načine praćenja opterećenja potaknuo je i nova znanstvena istraživanja u ovom području, a čiji je cilj prvenstveno pomoći trenerima u rješavanju različitih problema sa kojima se susreću u praksi (Foster, 2019). Uloga sportske znanosti stoga postaje sve veća u sportu generalno, a naročito u profesionalnom sportu kao što je nogomet (Drust & Green, 2013). Sve veća financijska ulaganja u profesionalni sport i zahtjevi za što boljom pripremom sportaša koji donose velike prihode ulagačima diktiraju dinamiku napretka trenerske struke i potrebu za stalnom edukacijom, a posebno se to odnosi na kondicijske trenere koji su glavni nositelji promjena u području praćenja trenažnog i natjecateljskog opterećenja (Buchheit, 2017). S druge strane, nove znanstvene spoznaje u ovom području svakodnevno se pojavljuju i zahtijevaju od trenera kontinuirano praćenje i traženje novih izvora informacija kako bi ostali u korak sa najnovijim trendovima i konkurencijom. Pozitivna percepcija važnosti odjela za sportsku znanost i uloge kvalitetnih kadrova koji u tim odjelima rade unutar profesionalnih sportskih klubova povećava se posljednjih godina što otvara nove perspektive kondicijskim trenerima na tržištu rada (Coutts, 2016). Stoga će razumijevanje osnovnih postavki i relacija različitih varijabli unutar odnosa trenažnog podražaja i fiziološkog odgovora, statistička analiza prikupljenih podataka te programiranje procesa sportske pripreme na temelju analiziranih podataka vrlo brzo postati osnovne kompetencije kondicijskih trenera.

## LITERATURA

1. Alexiou, H. & Coutts, A.J. (2008). A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 320-330.
2. Borg (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381.
3. Borresen, J. & Lambert, M.I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779-795.
4. Bouchard, C. & Rankinen, T. (2001). Individual differences in response to regular physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6), S446-S451.
5. Bourdon, P.C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M.C., Gabbett, T.J., Coutts, A.J., Burgess, D.J., Gregson, W. & Cable, N.T. (2017). Monitoring athlete training loads: consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, S2-161-S2-170.
6. Bradley, P.S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P. & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159-168.
7. Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5, 73.

8. Buchheit, M. (2017). Outside the box. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, 1001-1002.
9. Buchheit, M. & Laursen, P.B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part 1: Cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313-338.
10. Cardinale, M. & Varley, M.C. (2017). Wearable training-monitoring technology: applications, challenges, and opportunities. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, S2-55-S2-62.
11. Coffey, V.G. & Hawley, J.A. (2007). The molecular bases of training adaptation. *Sports Medicine*, 37(9), 737-763.
12. Coutts, A.J. (2016). Working fast and working slow: the benefits of embedding research in high-performance sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11, 1-2.
13. Day, M.L., McGuigan, M.R., Brice, G. & Foster, C. (2004). Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(2), 353-358.
14. Delaney, J.A., Duthie, G.M., Thornton, H.R. & Pyne, D.B. (2018). Quantifying the relationship between internal and external work in team sports: development of a novel training efficiency index. *Science and Medicine in Football*, 2(2), 149-156.
15. Delaney, J.A., Thornton, H.R., Rowell, A.E., Dascombe, B.J., Aughey, R.J. & Duthie, G.M. (2017). Modelling the decrement in running intensity within professional soccer players. *Science and Medicine in Football*, 2(2), 86-92.
16. Drust, B. & Green, M. (2013). Science and football: evaluating the influence of science on performance. *Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1377-1382.
17. Eston, R. (2012). Use of ratings of perceived exertion in sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7, 175-182.
18. Farrow, D. & Robertson, S. (2017). Development of a skill acquisition periodisation framework for high-performance sport. *Sports Medicine*, 47(6), 1043-1054.
19. Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(7), 1164-1168.
20. Foster, C. (2019). Sport science: progress, hubris, and humility. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14, 141-143.
21. Foster, C., Daines, E., Hector, L., Snyder, A.C. & Welsh, R. (1996). Athletic performance in relation to training load. *Wisconsin Medical Journal*, 95, 370-374.
22. 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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
23. Foster, C., Hector, L.L., Welsh, R., Schrager, M., Green, M.A. & Snyder, A.C. (1995). Effects of specific versus cross-training on running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 70, 367-372.
24. 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, S2-2-S2-8.
25. 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.
26. Gabbett, T.J. (2018). Debunking the myths about training load, injury and performance: empirical evidence, hot topics and recommendations for practitioners. *British Journal of Sports Medicine*.
27. Gabbett, T.J. & Whiteley, R. (2017). Two training-load paradoxes: can we work harder and smarter, can physical preparation and medical be teammates? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, S2-50-S2-54.
28. Guadagnoli, M.A. & Lee, T.D. (2004). Challenge point: a framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 36(2), 212-224.
29. 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.
30. Haff, G.G. & Triplett, N.T. (2016). *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics.
31. Halouani, J., Chtourou, H., Gabbett, T., Chaouachi, A. & Chamari, K. (2014). Small-sided games in team sports training: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3594-3618.
32. Hendricks, S., Till, K., Oliver, J.L., Johnston, R.D., Attwood, M., Brown, J., Drake, D., MacLeod, S., Mellalieu, S.D., Treu, P. & Jones, B. (2018a). Technical skill training framework and skill load measurements for the rugby union tackle. *Strength and Conditioning Journal*, 40(5), 44-59.

33. Hendricks, S., Till, K., Oliver, J.L., Johnston, R.D., Attwood, M., Brown, J., Drake, D., MacLeod, S., Mellalieu, S.D. & Jones, B. (2018b). Rating of perceived challenge as a measure of internal load for technical skill performance. *British Journal of Sports Medicine*, Epub ahead of print: 17 November 2018. doi:10.1136/bjsports-2018-099871
34. Hill-Haas, S.V., Dawson, B., Impellizzeri, F.M. & Coutts, A.J. (2011). Physiology of small-sided games training in football: a systematic review. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220.
35. Impellizzeri, F.M., Marcora, S.M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F.M. & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(6), 483-492.
36. Impellizzeri, F.M., Marcora, S.M. & Coutts, A.J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270-273.
37. Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Coutts, A.J., Sassi, A. & Marcora, S.M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 1042-1047.
38. Lacombe, M., Simpson, B.M., Cholley, Y., Lambert, P. & Buchheit, M. (2018). Small-sided games in elite soccer: does one size fit all? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13, 568-576.
39. Lambert, I. (2012). Quantification of endurance training and competition loads. U I. Mujika (Ur.), *Endurance training - Science and practice* (pp. 23-28). Vitoria-Gasteiz: Iñigo Mujika S.L.U.
40. Lambert, M.I. & Borresen, J. (2010). Measuring training load in sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 406-411.
41. McGuigan, M. (2017). *Monitoring training and performance in athletes*. Champaign, IL: Human Kinetics.
42. Mendez-Villanueva, A. & Buchheit, M. (2013). Football-specific fitness testing: adding value or confirming the evidence? *Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1503-1508.
43. Mujika, I. (2017). Quantification of training and competition loads in endurance sports: methods and applications. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, S2-9-S2-17.
44. Mujika, I., Halson, S., Burke, L.M., Balagué, G. & Farrow, D. (2018). An integrated, multifactorial approach to periodization for optimal performance in individual and team sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13, 538-561.
45. Mujika, I. & Padilla, S. (2000). Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part 1: short term insufficient training stimulus. *Sports Medicine*, 30(2), 79-87.
46. Scott, B.R., Duthie, G.M., Thornton, H.R. & Dascombe, B.J. (2016). Training monitoring for resistance exercise: theory and applications. *Sports Medicine*, 46(5), 687-698.
47. 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(3), 539-583.
48. Singh, F., Foster, C., Tod, D. & McGuigan, M.R. (2007). Monitoring different types of resistance training using session rating of perceived exertion. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2, 34-45.
49. Tabben, M., Tourny, C., Haddad, M., Chaabane, H., Chamari, K. & Coquart, J.B. (2015). Validity and reliability of the session-RPE method for quantifying training load in karate athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(6), 684-690.
50. Tucker, R. & Collins, M. (2012). What makes a champion? A review of the relative contribution of genes and training to sporting success. *British Journal of Sports Medicine*, 46, 555-561.
51. Vanrenterghem, J., Nedergaard, N.J., Robinson, M.A. & Drust, B. (2017). Training load monitoring in team sports: a novel framework separating physiological and biomechanical load-adaptation pathways. *Sports Medicine*, 47(11), 2135-2142.
52. Vesterinen, V., Nummela, A., Heikura, I., Laine, T., Hynynen, E., Botella, J. & Häkkinen, K. (2017). Individual endurance training prescription with heart rate variability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(7), 1347-1354.
53. Wallace, L.K., Slattery, K.M. & Coutts, A.J. (2009). The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 33-38.