Utjecaj cirkadijskog ritma na sportsku izvedbu

Valentić, Ivica

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:276853

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje visoke stručne spreme

i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Ivica Valentić

UTJECAJ CIRKADIJSKOG RITMA NA SPORTSKU IZVEDBU

(diplomski rad)

Mentor:

prof.dr.sc. Branka Matković

Zagreb, rujan 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje visoke stručne spreme

i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Ivica Valentić

UTJECAJ CIRKADIJSKOG RITMA NA SPORTSKU IZVEDBU

(diplomski rad)

Mentor:

prof.dr.sc. Branka Matković

Zagreb, rujan 2015.

UTJECAJ CIRKADIJSKOG RITMA NA SPORTSKU IZVEDBU

Sažetak

Gotovi svi fiziološki i biokemijski procesi u ljudskom organizmu podložni su dnevnim promjenama, tj. prate cirkadijski ritam. Ovi procesi svoje maksimume i minumume ostvaruju u različito doba dana. Mnoge sposobnosti bitne za uspjeh u pojedinom sportu također pokazuju varijacije s obzirom na doba dana. Cilj ovog rada je pregledom literature utvrditi utjecaj cirkadijskog ritma na sportsku izvedbu.

Ključne riječi: bioritam, sport, doba dana

EFFECTS OF CIRCADIAN RHYTHM ON SPORT PERFORMANCE

Summery

Almost all physiological and biochemical processes in a human body are subject to daily changes, in other words, they follow the circadian rhythm. These processes reach their maximum and minimum at different times of the day. Many skills that are essential for success in a particular sport also show variations depending on the time of day. The aim of this paper is to determine effects of circadian rhythms on athletic performance by reviewing the literature.

Key words: biorhythm, sport, time of the day

Sadržaj

1. UVOD 4
2. CIRKADIJSKI RITAM 6
3. CIRKADIJSKI RITAM I SPORT 8
3.1 Cirkadijski ritam tjelesne temperature 9
3.2 Cirkadijski ritam pulsa 11
3.3 Cirkadijski ritam i subjektivan osjećaj opterećenja u sportu 13
3.4 Utjecaj kronotipa na sportsku izvedbu 15
3.5 Cirkadijski ritam jakosti 16
3.6 Cirkadijski ritam anaerobnih aktivnosti 17
4. CIRKADIJSKI RITAM TESTOSTERONA I KORTIZOLA 21
5. JET LAG 23
5.1 Prevencija jet laga 24
6. ZAKLJUČAK 26
7. LITERATURA 27

1. UVOD

Gotovo svi procesi koji se događaju u okolini ritmične su prirode, odnosno pojavljaju se u određenim vremenskim intervalima. Tako imamo izmjenu dana i noći, izmjenu godišnjih doba, pojavu plime i oseke i brojne druge promjene koje pokazuju ciklično ponavljanje. Pojava takvih vremenski definiranih promjena, vidljiva je ne samo u našoj okolini nego i na svakoj razini organizacije živih bića. Živi organizmi osim utjecaja vanjskih promjena posjeduju i vlastiti tzv. biološki ritam.

Skup različitih kemijskih, fizioloških, fizikalnih i psiholoških promjena koje se ritmično ponavljaju naziva se biološki ritam. Znanstvena disciplina koja se bavi proučavanjem bioloških ritmova naziva se kronobiologija (grč. kronos = vrijeme).

Biološki ritmovi dijele se na:

1. Ultradijurne koji traju kraće od 24 sata, a primjer ovakvog ritma bio bi ciklus hranjenja ili spavanja koji imaju znatno veću frekvenciju nego cirkadijski ritam
2. Cirkadijurne koji traju približno 24 sata, te većina fizioloških funkcija čovjeka ciklično varira tijekom 24 sata, odnosno pokazuje svoje minimume i maksimume
3. Infradijurne koji traju više od 24 sata, a primjer bi bio menstrualni ciklus žene koji traje 28 dana.

S obzirom da velik broj fizioloških, psiholoških i ponašajnih procesa kod živih bića pokazuje 24-satnu ritmičnost, upravo su cirkadijski ritmovi najzastupljeniji u mnogobrojnim istraživanjima (Matešić, 1983.).

Cirkadijski ritam možemo podijeliti s obzirom na porijeklo i dijele se na endogene i egzogene cirkadijske ritmove. Endogeni ritmovi kontrolirani su unutarnjim, hormonalnim čimbenicima i proizlaze iz ljudskog tijela. Primjeri endogenih cirkadijskih ritmova su stopa rada srca ili menstrualni ciklus.

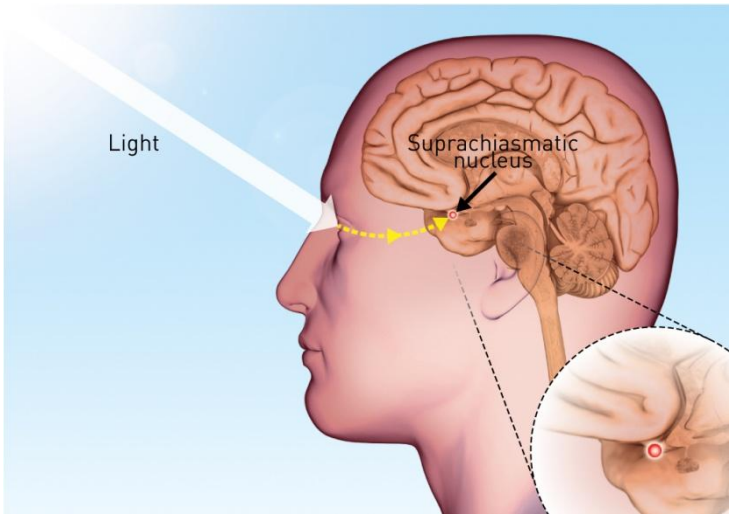
Razni vanjski čimbenici također reguliraju ritmove našeg tijela, a odgovor na svijetlo i mrak su dobar primjer. Ovi se ritmovi nazivaju egzogenima jer proizlaze iz našeg okruženja.

Najočitiji primjer cirkadijskog ritma je ciklus budnosti i spavanja koji pokazuje većina vrsta, a pravilne varijacije unutar 24 sata nalazimo i u tjelesnoj temperaturi, frekvenciji srca, krvnom tlaku, lučenju hormona, disanju, osjetljivosti na neke droge i lijekove te u mnogim drugim fiziološkim funkcijama.

Ako bilo koja od tih komponenti ima varijacije s obzirom na doba dana, onda je zadatak trenera i sportaša osmisliti trenažni proces u vrijeme kada će specifična komponenta biti na vrhuncu, kako bi sportski trening bio što uspješniji.

2. CIRKADIJSKI RITAM

Cirkadijski ritmovi (lat. *circa* - približno *i dies*- dan) su vremenski određeni intervali koji se ponavljaju otprilike svakih 24 sata. Ljudske funkcije, od izlučivanja određenih hormona do spavanja i budnosti, pokazuju cirkadijske ritmove. Cirkadijski ritmovi navedenih funkcija kod ljudi imaju određene međusobne odnose. Korelacija između cikličnog ponavljanja fizioloških funkcija ukazuje na postojanje unutrašnjeg „biološkog sata“ koji pokreće i regulira cirkadijski ritam. Kod sisavaca funkciju glavnog „cirkadijskog sata“ ima suprahijazmatska jezgra hipotalamusa. Suprahijazmatsku jezgru čini skupina od približno deset tisuća nervnih stanica u području hipotalamusa. Zadaća suprahijazmatske jezgre je prihvaćanje i obrada vanjskih podražaja na osnovu prirodne smjene dana i noći, odnosno svjetla i tame. Na taj način suprahijazmatska jezgra kao glavni „biološki sat“ u organizmu svakog čovjeka sinkronizira endogene ritmove s egzogenim, te upravlja s dnevnim promjenama kod većine osnovnih parametara u ljudskoj fiziologiji kao što su tjelsna temperatura, sekrecija raznih endokrinih hormona, krvni tlak, ciklusima budnosti i spavanja te brojnim drugim.



Slika 1. Položaj suprahijazmatske jezgre (Takumi, 2014.)

Svaki organ i svaka stanica imaju svoj sekundarni biološki sat. Njihova glavna funkcija je sinkronizacija s glavnim satom. Svaki organ ima svojeg vlastitog davatelja ritma “zeitgebera” za lokalnu sinkronizaciju svojih bioloških satova.

Svjetlo je primarni „zeitgeber“ glavnog sata u mozgu, no međutim, ono ne utječe izravno na cirkadijske satove u organima. Tako je u jetri glavni „zeitgeber“ hrana. Međutim, kako hrana nije “zeitgeber” za glavni sat, nego svjetlost, ta se dva biološka sata razlikuju u fazi zadržavajući istu periodičnost aktivnosti od približno 24 sata (M. Martinis, V. Mikuta-Martinis, 2008.)

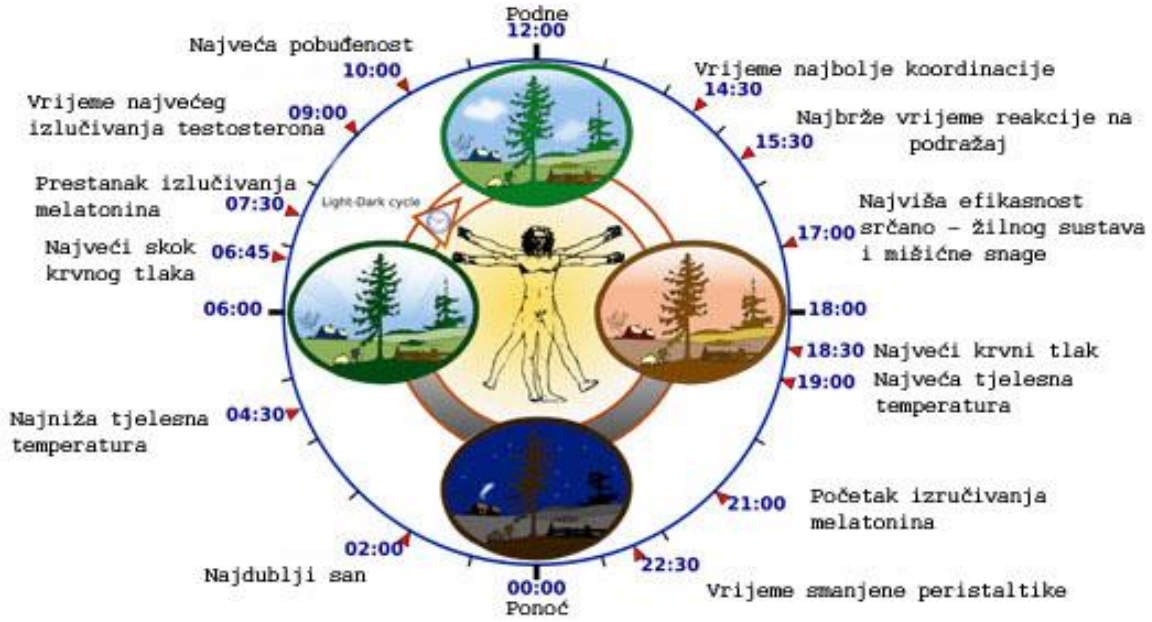
Cirkadijske varijacije biokemijskih i psihofizioloških funkcija čovjeka potvrđene su mnogobrojnim istraživanjima. Dugo se smatralo kako su cirkadijske promjene uvjetovane samo egzogenim „zeitgeberima“. Razlog ovakvog mišljenja bio je taj što je većina cirkadijskih ritmova ljudskih funkcija usklađena s periodima vanjskih ritmičnih promjena, kao što je na primjer izmjena dana i noći.

Teza o postojanju endogenog porijekla bioloških ritmova potječe od J.J de Mairana, koji je 1729. godine dokazao kako biljka zadržava 24-satnu ritmičnost metaboličkih procesa i u uvjetima konstantnog osvjetljenja, okolinske temperature i vlažnosti zraka. Istom problematikom, tj. dokazivanjem postojanja endogenih bioloških ritmova bavio se i Jurgen Aschoff. On je dokazao da i u odsutnosti utjecaja vanjskih ritmičkih promjena, ritmovi u određenim funkcijama postoje. Istraživanje je provodio na ljudima koji su bili lišeni vanjskih utjecaja, na način da su živjeli u posebno izgrađenim prostorijama ili špiljama. Praćenjem ciklusa budnosti i spavanja, tjelesne temperature i drugih fizioloških i psiholoških parametara ustanovio je ciklično ponavljanje, što ukazuje na endogeno porijeklo nekih bioloških ritmova. U prethodno navedenim uvjetima, u kojima su ispitanici lišeni vanjskih utjecaja periodi ritmova duži su od 24 sata. Takvi ritmovi traju oko 25 sati i nazivaju se „slobodni“ ritmovi („ free – running ritam) (Prizmić-Larsen, 1991.).

3. CIRKADIJSKI RITAM I SPORT

S obzirom da su sportski trening i natjecanja usko povezani s psihološkim i fiziološkim stanjem organizma sportaša, koje je kako je već navedeno podložno 24-satnim promjenama, cirkadijski ritam ima veliku ulogu prilikom kratkoročnog i dugoročnog planiranja trenažnog procesa. Sportski trening i natjecanja provode se u različito doba dana, pa se tako atletski sadržaji često provode u ranim jutarnjim satima, dok su nogometne ili košarkaške utakmice organizirane u kasnim popodnevnim, a ponekad i večernjim satima.

Natjecanje izvan vremenskog perioda u kojem je sportaš navikao trenirati, može poremetiti sportašev bioritam i rezultirati umanjenjem sportaševih sposobnosti. Neke kondicijske i funkcionalne sposobnosti pokazale su dnevne varijacije, te je zadatak trenera i stručnog tima prilagoditi trenažni proces zahtjevima sporta kako bi sportaš svoje najbolje rezultate postigao upravo na natjecanju.



Slika 2. Cirkadijski ritam prilagođeno prema Fisher (2010.)

3.1 Cirkadijski ritam tjelesne temperature

Najčešće ispitivan cirkadijski ritam je ritam tjelesne temperature. Razlozi zbog kojih se pridaje važnost ispitivanju ovog ritma su brojni, a između ostalih su to što je tjelesna temperatura pokazatelj metaboličke aktivnosti u organizmu, jedan od indikatora funkcionalnog stanja organizma, njezine 24-satne promjene su stabilne i pouzdane, a relativno ju je jednostavno izmjeriti.

Zabilješke dnevnih varijacija u oralnoj temperaturi koje potječu od Giersea iz 1842. godine smatraju se počecima sustavnog istraživanja bioloških ritmova čovjeka. Prema njegovim i nešto kasnijim zapažanjima Davya iz 1845. godine ustanovljeno je da je tjelesna temperatura niža u vrijeme buđenja, raste naglo do oko sredine jutra, zatim postepeno raste do večernjih sati kada počinje opadati.

Kasnija istraživanja cirkadijskih varijacija tjelesne temperature u kontroliranim uvjetima te na velikom broju ispitanika potvrdila su rezultate tih zapažanja (Prizmić-Larsen, 1991.)

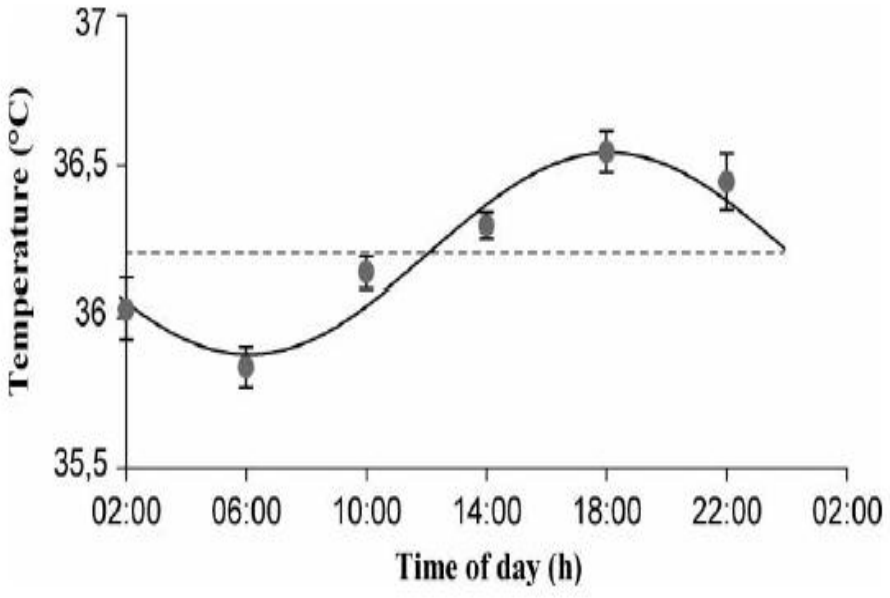
Utjecaj cirkadijskog ritma temperature tijela na tjelesnu aktivnost kroz dugogodišnja istraživanja pokazao se kao značajna odrednica pri pravilnom odabiru vremena za sportsku aktivnost kojom bi se postigli najbolji sportski rezultati.

Povećanje tjelesne temperature može dovesti do povećanja iskorištenja ugljikohidrata kao izvora goriva u usporedbi s mastima, te također, možda olakšati mehaniku aktin-miozinskog povezivanja u muskuloskeletnoj jedinici (Starkie i sur., 1999.). Zbog tog razloga, pretpostavlja se da do najbolje izvedbe dolazi u ranim večernjim satima, jer se podudara s najvišom tjelesnom temperaturom (Cappaert, 1999.).

Kako bi se dokazali učinci povećane tjelesne temperature na izvedbu vježbi, u nedavnom istraživanju Taylor i sur. (2011.) utvrdili su da produljenje zagrijavanja tijekom jutarnjeg vježbanja, može dovesti do smanjenja gubitka snage i sile. Taylor i suradnici (2011.) u svom su istraživanju produžili kontrolirani program zagrijavanja za 20 minuta te na taj način je tjelesna temperature sportaša dosegla razine onih u popodnevnim satima. Temeljem toga je zaključeno da je porast tjelesne temperature bio odgovoran za povećanje balističke snage i drugih varijabli.

Rezultati Taylora i suradnika također se djelomično podudaraju s ranijim istraživanjima Atkinsona i sur. (2005.) koji su ispitivali utjecaj zagrijavanja na biciklističke rezultate. Rezultati njihove studije potvrdili su da je zagrijavanje općenito poboljšalo vrijeme izvedbe tijekom oba dijela dana, no srednje vrijeme je još uvijek bilo sporije u 07:30h nego u 17:30h, čak i nakon zagrijavanja. Temperatura u uhu održavana je na višoj razini tijekom vremena testiranja u 17:30h, bez obzira na to jesu li biciklisti izvodili zagrijavanje ili ne. Njihovi rezultati sugeriraju da je superiorna fizička izvedba i dalje zabilježena u popodnevnim satima, čak i kad su ispitanici izveli intenzivno 25-min zagrijavanje ujutro.

Druga studija Souissi i suradnici (2007.) također je potvrdila utjecaj vremena dana na aerobni doprinos tijekom vježbi visokog intenziteta. Njihovo istraživanje usporedilo je maksimalni izlaz snage, ukupno obavljeni rad i potrošnju kisika između jutarnjeg i popodnevnog testiranja pomoću Wingate testa. Utvrđeno je da je aerobni doprinos bio veći kod poslijepodnevnog testiranja vezano uz povećanu tjelesnu temperaturu (slika 3). Nadalje, gubitak snage bio je veći ujutro nego popodne.



Slika 3. Dnevne varijacije oralne temperature tijela (Souissi i sur., 2007.)

Iz tih eksperimenata, vidljivo je da postoji odnos između cirkadijurnih ritmova tjelesne temperature i rezultata u sportskoj izvedbi, čime se naglašava važnost aktivnog

zagrijavanja, tijekom jutra ili u hladnijim podnebljima u bilo koje doba dana, za poboljšanje kvalitete vježbanja.

Pregledom dosadašnjih istraživanja može se zaključiti kako se najbolja sportska dostignuća ostvaruju u kasnim poslijepodnevnim satima, kada je cirkadijski ritam u svom temperaturnom maksimumu.

3.2 Cirkadijski ritam pulsa

„Puls ili bilo je niz tlačnih valova u arterijama sustavnog krvotoka, nastalih potiskivanjem krvi kontrakcijama lijeve srčane klijetke“ (B. Matković, L. Ružić, 2009.). Broj srčanih ciklusa u jednoj minuti predstavlja frekvenciju srca, a otkucaj srca nastaje istovremenom kontrakcijom lijeve i desne strane srca.

Puls, odnosno njegova frekvencija jedan je od primjenjivanijih pokazatelja treniranosti sportaša, ali također visoko je povezan s razinom tjelesne aktivnosti kod osoba rekreativaca. Pa tako vrijednosti frekvencije srca u mirovanju kod netreniranih osoba iznose između 60 i 80 otkucaja u minuti, dok sportaši imaju znatno nižu frekvenciju između 30 i 50 otkucaja. Sportskim treningom srce hipertrofira, izbacuje veću količinu krvi u krvotok tj. povećava udarni volumen. Samim time smanjuje se broj otkucaja jer je veća količina krvi istisnuta u krvotok. Nekoliko godina unatrag frekvencija srca mjerila se uglavnom palpatorno, no međutim napretkom tehnologije danas u dijagnostici postoje različiti monitori srčane frekvencije što je olakšalo proces mjerenja i smanjilo moguće pogreške.

Cirkadijske promjene zapažene su i kod kardiovaskularnih funkcija, kao npr. puls, krvni tlak i slično. Cirkadijska varijacija pulsa rezultat je djelovanja jače izražene egzogene te manje izražene endogene komponente.

Kako navodi Prizmić-Larsen (prema Kleitman i Ramasaroopa) istraživanja na skupini od šest ispitanika ispitivanih u intervalima od dva sata, potvrdila su postojanje cirkadijskog ritma pulsa. Varijacije pulsa slijedile su cirkadijske varijacije tjelesne temperature s pojavom najnižih vrijednosti u noćnim satima.

Pokazalo se da je porast u frekvenciji pulsa od 10 do 1 srčanih kontrakcija u minuti odgovarao porastu rektalne temperature od 1 stupnja Fahrenheita, te su autori zaključili da bi ritam pulsa mogao biti posljedica ritma tjelesne temperature (Prizmić-Larsen).

Tablica 1. Psihofiziološke varijable sportske izvedbe na koje utječe cirkadijski ritam

Varijabla	Vrijeme maksimalnog učinka (h)
Senzorno – motoričke: vrijeme reakcije	15:00 – 18:00
Psihomotoričke: koordinacija ruka/oko	14:30
Senzorno – perceptivne: prag boli	03:00 – 06:30
Neuromuskularne: jakost	14:00 – 21:00
Emocionalne: raspoloženje	14:00 – 18:45
Psihofiziološke: uzbuđenje	14:00 – 16:00
Kardiovaskularne: srčani ritam	06:00 – 14:00
Metaboličke: temperatura tijela, potrošnja kisika u mirovanju	15:45 – 17:00
Aerobni kapacitet: maksimalna potrošnja kisika	15:00 – 20:00

Torii i suradnici (1992.) su ispitivali utjecaj doba dana na srčani ritam i koncentraciju laktata u krvi. Ispitivanje su bazirali na 12 neaktivnih ljudi prosječne dobi od 30 godina. Srčani ritam i koncentracija laktata u krvi izmjerene su prije i nakon 4-tjednog programa treninga koji je koristio 30-ak minuta vježbanja na 60% od VO2max. Testiranja su provedena u isto vrijeme kad su ispitanici trenirali. Ispitanici su nasumično dodijeljeni u jutarnju (09:00-09:30 sati), rano-popodnevnu (15:00-15:30 sati) ili večernju (20:00-20:30 sati) grupu za trening.

Ispitanici su zatim trenirali 4 dana u tjednu, u trajanju i intenzitetu identičnom pred i post-testnim uvjetima. Oni su uključivali kontrolirane okolišne uvjete. Nakon treninga, među 3 grupe za vježbanje nisu ustanovljene značajne razlike srčanog ritma tijekom

mirovanja. Međutim, utvrđene su značajne razlike kod poboljšanja VO2max i vremena potrebnog za oporavak za grupu vježbača koji su trenirali u poslijepodnevnim satima.

Ispitivači su zaključili da treninzi ovog tipa, intenziteta i trajanja imaju izraženiji učinak u poslijepodnevnim satima u odnosu na jutro ili večer. Po dobivenim rezultatima dalo bi se zaključiti kako je trening izdržljivosti najbolje provoditi u poslijepodnevnim satima.

Međutim, kritika ovom istraživanju bila bi relativno kratko trajanje programa (samo 4 tjedna) te uzorak ispitanika koji nije treniran, te je na taj način podložan poboljšanju rezultata u kratkom vremenskom periodu. Na taj način možemo samo predviđati kakve rezultate bi polučio duži i intenzivniji program sa treniranim uzorkom ispitanika.

3.3 Cirkadijski ritam i subjektivan osjećaj opterećenja u sportu

Vučetić (2003.) navodi kako je trenažno opterećenje kombinacija frekvencije, trajanja i intenziteta treninga, čime možemo definirati sve zadatke koji se očekuju od sportaša. Valjane informacije o intezitetu temelj su doziranja opterećenja u sportu. Osnovni element svakog kvalitetnog plana i programa treninga je poznavanje opterećenja za svakog sportaša. Temeljem tih informacija trener planira svaku trenažnu jedinicu- planiraju se odmori, intervali i trajanje rada.

Postoji više načina doziranja, procjene i kontrole intenziteta opterećenja :

1. Subjektivna procjena opterećenja (SPO) - engl. rating perceived exertion
2. Frekvencija srca (FS) – engl. heart rate (HR);
3. Ritam – engl. pace
4. Snaga – engl. power i
5. Laktati.

Frekvencija srca i subjektivna procjena opterećenja po mnogim autorima pokazali su se kao najbolji pokazatelji doziranja, procjene i kontrole intenziteta. U trenažnom procesu najbolje bi bilo uz frekvenciju srca, kao fiziološki pokazatelj, koristiti i subjektivan osjećaj opterećenja s psihološke strane.

Borg navodi kako je velika povezanost između percepcije opterećenja i stvarnog intenziteta tjelesne aktivnosti i ostalim fiziološkim varijablama koje se koriste u procjeni opterećenja, a neke od njih su primitak kisika, frekvencija srca i koncentracija laktata u krvi. Njegova ljestvica sastoji se od 15 kategorija numeriranih brojevima od 6 do 20.

Percepcija intenziteta sportske aktivnosti u sebi sadrži mnogo više faktora od pojedine izolirane fiziološke varijable.

Borg smatra da je taj integrativni indeks daleko precizniji pokazatelj odgovora organizma na opterećenje od pojedinačnih pokazatelja, kao što su maksimalni primitak kisika, koncentracija laktata u krvi ili frekvencija srčanog ritma. Borgova skala svoj značaj daje u mnogim medicinskim i sportskim područjima kao što su: pulmonalna rehabilitacija, neurologija, psihijatrija, sportska medicina, te sportska rekreacija tj. brza i učinkovita metoda povratnog odgovora vježbača na intenzitet treninga (Vučetić, 2003.).

Hill i suradnici (1988.) identificirali su učinak doba dana na subjektivnu procjenu opterećenja tijekom izvođenja vježbi iznad i ispod ventilacijskog praga. Uzorak je uključivao 8 muškaraca prosječne dobi od 25,6 godina i 24 žene prosječne dobi od 23,6 godina. Testiranje je provedeno dvaput dnevno, u vremenskom razdoblju između 06:00-09:00 te 15:30 i 18:00 sati. Subjektivna procjena opterećenja mjerena je pomoću Borgove ljestvice od 15 točaka svake minute tijekom testa. VO2max i ventilacijski prag utvrđeni su iz ispitnih podataka.

Rezultati su pokazali značajne razlike u maksimalnom srčanom ritmu, ventilacijskom pragu i subjektivnoj procjeni opterećenja u ventilacijskom pragu između vježbanja ujutro i poslijepodne. Značajno niži VO2max izmjeren je tijekom prijepodnevnog vježbanja u usporedbi s poslijepodnevnim vježbanjem. Subjektivna procjena opterećenja pri intenzitetu ispod ventilacijskog praga nije pokazala značajne razlike između prijepodnevnog i poslijepodnevnog vježbanja.

Međutim, subjektivna procjena opterećenja pri intenzitetima iznad ventilacijskog praga pokazala se značajno nižom tijekom prijepodnevnog vježbanja u usporedbi s poslijepodnevnim. Istraživači su pripisali ovu razliku općenito nižoj ventilacijskoj potražnji u jutarnjim satima.

Autori su također zaključili da učinak doba dana treba uzeti u obzir tijekom praktične primjene subjektivne procjene opterećenja tijekom vježbanja.

Fiziološki čimbenici kao što su srčani ritam i tjelesna temperatura mogu pridonijeti razlikama u subjektivnim procjenama opterećenja odnosno perciprianju napora, a time bi se trebalo uspostaviti uzročnu vezu.

Potrebna su dodatna istraživanja na ovom području, kako bi se dodatno razjasnili fiziološki čimbenici koji utječu na subjektivnu procjenu opterećenja prilikom izvođenja vježbi.

3.4 Utjecaj kronotipa na sportsku izvedbu

Definiciju kronotipa možemo izraziti kao „jutarnji“ ili „večernji“ tip. Razvijena je i hipoteza o sklonosti osobe prema jutarnjim i večernjim aktivnostima. To bi značilo kako ljude možemo klasificirati u dvije temeljne grupe- ljudi koji su pobuđeniji ujutro i svoj dnevni aktivacijski maksimum postižu u ranim jutarnjim satima. Oni se lako dižu ujutro, te rano odlaze na počinak. Za razliku od njih „večernji“ tip aktivniji je navečer, vrlo teško mu se probudit ujutro i potrebno im je puno vremena da zaspu.

Hill i suradnici (1988.) iste godine kao kod istraživanja cirkadijskog ritma na subjektivan osjećaj opterećenja u sportu provode istraživanje u kojem ispituju utjecaj kronotipa na sportsku izvedbu. Testirali su 8 muškaraca prosječne dobi od 26 godina i 24 žene prosječne dobi od 24 godine.

Ispitanici su zatim na temelju odgovora na upitnik klasificirani kao „jutarnji“ tipovi (n = 14), te večernji tipovi (n = 11), ili niti jedan od ta dva (n = 7).

Ispitanici zatim izveli 2 kontinuirana progresivna testa opterećenja: 1 test između 06:00 i 08:30 sati i 1 između 15:30 i 18:00 sati istog dana. Nisu pronađene značajne razlike između grupa po pitanju pulsa, VO2 ili subjektivnog osjećaja opterećenja pri submaksimalnim razinama. Značajna razlika u subjektivnom osjećaju opterećenja za „jutarnje“ tipove pokazala je da se submaksimalna razina činila težom tijekom prijepodnevnog testa.

Značajne razlike bile su prisutne u svim grupama u VO2 na submaksimalnim razinama. Značajne razlike doba dana nisu bile prisutne za srčani ritam, VO2 ili

subjektivan osjećaj opterećenja na ventilacijskom pragu. Postojala je značajna razlika u maksimalnoj brzini otkucaja srca između grupa, te su „jutarnji“ tipovi imali veći broj otkucaja srca tijekom prijepodneva, a „večernji“ su imali viši maksimalni srčani ritam u poslijepodnevnim satima. „Večernji“ tipovi također su imali značajno veći VO2max poslijepodne u usporedbi s „jutarnjim“ tipovima.

3.5 Cirkadijski ritam jakosti

„Temeljna funkcija skeletnih mišića je proizvodnja mišićne sile. Promatrajući s tog (funkcionalnog) aspekta, svaki skeletni mišić posjeduje tri temeljne sposobnosti:

1. sposobnost da proizvede maksimalnu silu,
2. sposobnost da silu proizvede brzo,
3. sposobnost da silu proizvodi kroz duži vremenski period.

Vršna sila koju proizvedemo tijekom maksimalne voljne kontrakcije u definiranim uvjetima naziva se jakost (engl. strength). Još se u literaturi može naći i termin maksimalna jakost, premda je, uvažavajući navedenu definiciju, dodatak „maksimalna“ vjerojatno nepotreban“ (Marković, 2009.)

Nedavna istraživanja bila su usmjerena prema učinku doba dana na različite mjere mišićne jakosti.

Pa su tako Lundeen i suradnici (18) proučavali 21 ženu i 25 muškaraca fakultetske dobi. Mjere maksimalne snage, maksimalna brzina kontrakcije mišića i mišićna jakost kvadricepsa, dobivene su korištenjem izotoničkog ergometra. Jakost stiska ruke izmjerena je koristeći ručni dinamometar. Manualna spretnost mjerena je pomoću vremenski mjerenih zadataka. Rezultat je određen vremenom potrebnim da se izvrši zadatak i brojem učinjenih grešaka kako bi se dobio indeks spretnosti. Testovi su provođeni periodički tijekom 24-satnog razdoblja.

Ustanovljene su značajne razlike u maksimalnoj jakosti kvadricepsa, brzini kontrakcije i mišićnoj jakosti u poslijepodnevnim mjerenjima u usporedbi s jutarnjim mjerenjima.

Statistička razlika također je utvrđena i među spolovima, s najvišom vrijednosti za žene, koja se javljala oko 4 sata ranije tijekom dana u usporedbi s muškarcima.

Jakost stiska također je pokazala razlike s obzirom na doba dana s vrhom u poslijepodnevnim satima.

Nisu pronađene razlike u pogledu spola. Međutim, mjere spretnosti pokazale su vrhunac ujutro sa značajnim razlikama između spolova. Najbolje vrijeme za muškarce je oko sat i pol ranije od najboljeg vremena za žene. Razlike doba dana u endokrinoj funkciji, mjerene količinom kortizola u plazmi i p-endorfina, te razine katekolamina u urinu, odražavale su razlike mišićne jakosti.

Drugu studiju koja je ispitivala jakost nogu i razlike doba dana proveli su Wyse i suradnici (1994.). Ova studija koristi izokinetičke mjere jakosti fleksije i ekstenzije koljena. Devet muških sportaša fakultetske dobi obavljalo je izokinetičke vježbe u 08:00-09:00 sati, 13:00-14:00 sati i 18:00-19:00 sati tijekom 3 zasebna dana. Četiri maksimalne voljne kontrakcije izvršene su pri brzinama od 60°·s-1 i 180°·s-1. Utvrđeni su vršni momenti ekstenzije i fleksije koljena. Također je određen omjer najvećeg okretnog momenta između fleksije i ekstenzije koljena. Značajne razlike doba dana pronađene su za sve mjere između vježbi u 18:00-19:30 sati i 2 ranija vježbanja kod obje izmjerene brzine. Istraživači su zaključili da je optimalno vrijeme za mjerenje maksimalne izokinetičke jakosti nogu bilo između 18:00-19:30 sati.

Također je postignut zaključak da bi praktičnu usporedbu maksimalne izokinetičke jakosti nogu trebalo obaviti samo između podataka dobivenih tijekom sličnog doba dana.

Mogući nedostaci istraživanja uključuju male veličine uzoraka, izvođenje svih ispitivanja na isti dan i nefunkcionalnih obrazaca vježbi i brzina. Zanimljive varijacije tih studija za buduća istraživanja mogle bi uključivati različite grupe mišića, proučavajući mogućnost varijance doba dana na učinak programa treninga jakosti koristeći funkcionalnije i/ili dinamičnije pokrete za mjerenje jakosti.

3.6 Cirkadijski ritam anaerobnih aktivnosti

Anaerobnim aktivnostima nazivamo sve one intenzivne i kratkotrajne aktivnosti, kod kojih se koristi energija iz fosfata (ATP i KP). Na taj način organizam crpi zalihe adenozin trifosfata koji se kasnije obnavlja iz kreatin fosfata. Zalihe ATP-a u organizmu

dostatne su za aktivnost u trajanju od tri do pet sekundi. Rezerve kreatinfosfata u mišiću su male, te kod maksimalnog opterećenja u trajanju od 10 sekundi dolazi do potpune potrošnje rezervi. Kako obnovi adenozin-trifosfata iz kreatin fosfata nije potreban kisik, ovaj način dobivanja energije naziva se anaerobni.

Povezanost anaerobnih aktivnosti cirkadijskog ritma, tj. utjecaja doba dana na kratkotrajne intenzivne aktivnosti, relativno je nov predmet proučavanja mnogih istraživanja.

Anaeroban način rada primjenjiv je i potreban u mnogim sportskim disciplinama, a konačan cilj mnogim trenerima je maksimalan utjecaj na ovaj način dobivanja energije.

Istraživanja koja su u ovom diplomskom radu navedena pokazat će utjecaj doba dana na izvođenje kratkotrajnih vježbi. Korištene su dvije vrste testova: testovi na bicikl ergometru kao što je Wingate test te neki od funkcionalnih testova snage mišića.

Hill i Smith (1991.) proučavali su 6 muškaraca fakultetske dobi koji izvodili modificirani Wingateov test anaerobnih ciklusa. Ovi testovi su provedeni u 03:00, 09:00, 15:00 i 21:00 sati, a testovi su poredani nasumično u razmaku od 5-7 dana. Otpor vježbi je unaprijed podešen na 5,5 kg i bio je isti za sve ispitanike.

Mjereni su maksimalna snaga, odnosno maksimum koji su vježbači ispoljili u trajanju od pet sekundi i anaerobni kapacitet,definiran prema ukupnom vanjskom radu tijekom 30 sekundi. Statistički značajna razlika u maksimalnoj snazi utvrđena je na srednjim vrijednostima između 09:00- i 21:00 sat. Značajne razlike su također utvrđene u anaerobnom kapacitetu između 03:00- 15:00-sati.

Rezultati su sugerirali maksimalni izlaz snage i anaerobnog kapaciteta mjerene prema modificiranom Wingate testu, sa sporim povećanjem od ranog jutra do vrhunca u vremenskom rasponu od 16:00-22:00 sati. Ispitivači su zaključili da doba dana treba uzeti u obzir pri obavljanju anaerobnih ispitivanja za mjerenje maksimalne snage i anaerobnog kapaciteta.

Druga studija Hilla i suradnika (1992.) proučavala je kratkoročne vježbe pomoću testa maksimalnog ciklusa do otkaza. Dvadeset i pet ispitanika fakultetske dobi (9 žena i 16 muškaraca) prisustvovalo je dvama maksimalnim ergometarskim testovima opterećenja. Otpor je bio konstantan te je unaprijed postavljen na 5 W·kg-1 za žene i 6 W·kg-1 za muškarce. Ispitanici su slučajnim odabirom podijeljeni u jutarnju grupu

(07:30-09:00 sati) i poslijepodnevnu grupu (16:00-17:30 sati). Vrijeme do otkaza izmjereno je za svako testirano doba dana.

Rezultati su pokazali statistički značajnu razliku, s vremenima iscrpljivanja tijekom poslijepodnevnih vježbi većima od onih tijekom jutarnjih vježbi.

Međutim, nije bilo interakcija između spola i doba dana. Istraživači su zaključili da doba dana treba uzeti u obzir kada se koriste ponovljena testiranja visokog intenziteta.

Hill i suradnici (1992.) ponovno su proučavali anaeroban način rada na ergometru kako bi utvrdili mogući učinak doba dana na ukupni rad, vrijeme potrebno do otkaza, anaerobni rad, aerobni rad i aerobnu snagu. Šest žena i osam muškaraca fakultetske dobi vježbalo je maksimalnom brzinom do otkaza. Za testove je korišteno konstantno, unaprijed postavljeno radno opterećenje od 5 W·kg-1 za žene i 6 W·kg-1 za muškarce. Dvije identične, nasumično poredane grupe vježbi provedene su u 07:00-09:00 i 16:00-17:30 sati. I ukupan rad, vrijeme do otkaza, aerobna snaga, anaerobni rad i aerobni rad bili su značajno veći u poslijepodnevnim vježbama nego u jutarnjim. Nisu ustanovljene značajne razlike u odnosu na spol i doba dana.Ispitivači su zaključili da se čini da doba dana utječe na izvedbu kratkoročnih, visoko intenzivnih vježbi snage. Ovaj odnos je neovisan o spolu.

Istraživanje o učinku doba dana na anaerobnu snagu proučavalo je 13 studentica tjelesnog odgoja. Wingate-ov anaerobni ciklički test je proveden 4 puta dnevno u 03:00, 09:00, 15:00 i 21:00 sati-sve na isti dan. Izmjerena je maksimalna snaga. Statistički značajna razlika utvrđena je za maksimalnu snagu s najvišom srednjom vrijednosti u 15:00 sati u usporedbi s 03:00 i 09:00 sati. Istraživač je istaknuo da su varijacije u izlazu snage u korelaciji sa sličnim varijacijama u temperaturi tijela.

Autor zaključuje da doba dana treba uzeti u obzir prilikom korištenja supramaksimalnih vježbi u studijama, programima obuke ili natjecateljskim događanjima (Melhim, A.F., 1993.).

Na temelju dosadašnjih istraživanja može se zaključiti kako je cirkadijurni ritam prisutan kod vježbi s anaerobnim zahtjevima, s maksimumom u poslijepodnevnim satima koji je neovisan o spolu.

Kako su u navedenim istraživanjima uglavnom korišteni ciklički anaerobni testovi (Wingate-ov test), ne može se potvrditi prisutnost cirkadijurnog ritma kod anaerobnih aktivnosti tipa sprinta, bacanja ili udaraca.

Kritika ovim istraživanjima, kao i do sad svim navedenim bila bi relativno mali uzorak ispitanika te testiranje svih varijabli na isti dan. Kako bi sa sigurnošću mogli utvrditi postojanje cirkadijskih ritmova potrebno bi bilo u istraživanja uključiti i druge testove te različite načine vježbanja kao što je npr. kontinuirani progresivni test na pokretnoj traci ili neke terenske testove (300 yardi ili test na 20 metara iz visokog starta).

4. CIRKADIJSKI RITAM TESTOSTERONA I KORTIZOLA

Testosteron je spolni hormon koji se kod muškaraca luči u testima, a kod žena u jajnicima.Testosteron je glavni predstavnik hormona s androgenim djelovanjem što znači da primarno utječe na razvoj spolnih karakteristika u muškarca. Njegova zadaća je i anabolička, tj. djeluje anabolično na metabolizam bjelančevina- razvitak mišića i tkiva. Osim androgene i anaboličke funkcije testosteron ima mnogo zadaća u ljudskom tijelu. Pa uz utjecaj na raspodjelu dlaka po tijelu, na kožu, na glas, učinak na stvaranje bjelančevina i razvoj mišića, utjecaj na rast kostiju i zadržavanje kalcija, na bazalni metabolizam, sazrijevanje spermatozoida te povećani spolni nagon i agresivnije ponašanje testosteron ima utjecaj i na mentalni život muškarca.

Za razliku od testosterona uloga kortizola je katabolička. Lučenje kortizola povećano je u trenucima kada je tijelo izloženo mentalnom ili fizičkom stresu.

Nekoliko istraživanja je pokazalo da vježbe snage specifične za određeno doba dana (TST) mogu potencijalno rezultirati izmjenama razina hormona, međutim, još uvijek se malo zna o učincima kratkoročne i dugoročne prilagodbe treninga na cirkadijski ritam tih hormona.

Häkkinen i suradnici (1988.) istraživali su dnevne adaptivne reakcije neuromuskularnog i endokrinog sustava na intenzivno razdoblje treninga snage u trajanju od jednog tjedna s dva treninga dnevno na osam elitnih dizača utega. Tijekom razdoblja treninga od jednog tjedna, tijekom poslijepodnevnih treninga ustanovljeno je povećanje ukupne serumske razine testosterona. Ukupna serumska koncentracije testosterona bila je povišena i u jutarnjim i popodnevnim mjerenjima, ali nakon samo jednog dana odmora, vratila se natrag na razine prije treninga. Poslijepodnevni treninzi također su rezultirali sličnim promjenama u serumskim koncentracijama kortizola i somatotropina, ali jutarnje koncentracije kortizola nisu se značajno mijenjale tijekom razdoblja treninga.

Kraemer i suradnici. (2001.) istraživali su učinke intenzivnih treninga s otporom na cirkadijski ritam testosterona iz sline i pretpostavili da intenzivni jutarnji treninzi nisu dovoljni da se promijeni cirkadijski obrazac testosterona u slini. Uzorci sline deset muškaraca na treningu s vanjskim opterećenjem prikupljeni su prije, za vrijeme, poslije

treninga i svaki sat nakon treninga kako bi se utvrdio cirkadijski obrazac testosterona u slini. Rezultati tih istraživanja ukazuju na to da su utjecaji kratkoročnih protokola treninga nedostatni za promjenu cirkadijskog profila testosterona i kortizola.

Zbog nedostatka dokaza o učincima vježbanja na cirkadijske profile testosterona i kortizola, možemo pretpostaviti ima li tjelovježba utjecaj da izmjeni cirkadijski ritam tih hormona.

Kako je ranije navedeno u prikazanim istraživanjima, kratkoročno vježbanje ima akutni utjecaj na promijene u profilima testosterona i kortizola. Potrebno je više istraživanja kako bi se istražili učinci različitih trening podražaja (tj. tip treninga, intenzitet rada, volumen opterećnja) na cirkadijurni ritam testosterona i kortizola.

5. JET LAG

Jet lag je poremećaj dnevnog bioritma, a najčešće nastaje kao posljedica promjene vremenskih zona.

Suvremeni sport iziskuje česta i daleka putovanja zrakoplovom, bilo zbog natjecanja ili treninga, što ima negativan utjecaj na sportaša.

Manifestira se promjenama na fizičkom i psihičkom stanju pojedinca, pa su tako neki od simptoma gubitak sna, mentalna dezorijentacija, umor, manjak motivacije i koncentracije, dehidracija.

Velika je povezanost između cirkadijskog ritma i jet laga. Po dolasku na novo odredište, sportašev organizam tj. cirkadijski ritam zadržava sve karakteristike mjesta u kojem je sportaš prethodno boravio. Različitim vremenom svitanja i smračivanja dolazi do nove prilagodbe sportaševa unutarnjeg sata na prilagodbu vremenskoj zoni.

Kako navodi Milanović (2010.), za putovanje kroz jednu vremensku zonu, tj. jedan sat, sportašu je potreban jedan dan prilagodbe. Jet lag može biti uzrokavan svakim dužim letom, no međutim smatra se kako je putovanje sa zapada na istok nepovoljnije nego putovanje sa istoka na zapad. Razlog je u činjenici da putovanjem na istok „gubimo“ vrijeme, dok putujući na zapad „dobivamo vrijeme“. Poznavanje načina rada biološkog sata pomaže treneru pri planiranju putovanja sportaša. Jet lag i umor od puta u današnje vrijeme predstavljaju ozbiljan problem sportašima, te njihovim trenerima i liječnicima, no međutim znanost je sve bliže otkrivanju praktičnih rješenja.

Calleja-González i suradnici (2013.) navode kako upotreba melatonina ili kontrolirana upotreba sedativa prije, za vrijeme i poslije leta, pomaže sportašu u prilagodbi na novu vremensku zonu, a samim time umanjuje direktan utjecaj simptoma umora i jet laga, i maksimiziranje sportskih rezultata.

Melatonin je hormon koji luči epifiza, a njegova zadaća je regulacija cirkadijskog ciklusa, odnosno ciklusa budnosti i spavanja. U normalnom dnevnom ritmu melatonin se najviše luči za vrijeme sna. Kod promjene u ciklusu dan- noć, što je prisutno kod jet laga, poremećeno je lučenje melatonina. Mnoga istraživanja o utjecaju melatonina na oporavak sportaša dokazala su da pravovremeno konzumiranje melatonina sprječava pojavljivanje jet laga. Također, raznim kliničkim studijama dokazano je kako melatonin

skraćuje vrijeme potrebno za san, te utječe na tijek, kvalitetu i trajanje sna. Kako bi se postigli željeni efekti, sportski liječnik i trener moraju imati uvid u dnevni ritam svakog sportaša.

5.1 Prevencija jet laga

Kako bi se sportašu prilikom putovanja kroz više vremenskih zona umanjili nepoželjni efekti jet laga, znanstvenici su predložili niz prevencijskih savjeta. Većina autora predlaže sportašima i trenerima skup radnji koje bi trebalo provesti prije, za vrijeme samog leta te nakon leta.

Neki od praktičnih savjeta su sljedeći:

1. Velik broj sportaša sportaši koriste tablete za spavanje kako bi lakše zaspali za vrijeme leta. Neki lijekovi pomažu, ali ne garantiraju duži san. S obzirom da se radi o sportašima, tijekom konzumacije lijekova za san, u obzir bi trebalo uzeti i utjecaj lijekova na samu sportsku izvedbu, što još nije istraženo područje. Neki lijekovi, ukoliko se ne uzmu u pravo vrijeme mogu imati i kontraproduktivno djelovanje.
2. Konzumacija melatonina mora biti pravovremena što znači da bi najpoželjnije vrijeme konzumacije bilo nekoliko trenutaka prije najniže dnevne temperature tijela. Ukoliko sportaš konzumira melatonin nekoliko sati nakon najniže temperature tijela usporit će si cirkadijski ritam. Ako se melatonin konzumira nekoliko sati prije trenutka najniže dnevne temperature tijela, imat će poticajni učinak, ali ako se konzumira u roku od nekoliko sati poslije ovog trenutka onda će odgoditi (usporiti) cirkadijski ritam. Nepravovremena upotreba melatonina uzrokovat će pospanost.
3. Poželjno je da se sportaš u što kraćem vremenskom razdoblju prilagodi novom lokalnom vremenu, kako danjem tako i noćnom. Ako trener planira vrijeme dolaska na novu lokaciju to može pomoći u planiranju ostalih aktivnosti kroz dan.
4. Prilikom samog dolaska u novu vremensku zonu trening bi trebao biti smanjenog ili umjerenog intenziteta jer treniranje visokim intezitetom dok mišićna snaga i ostale sposobnosti nisu usklađene nije učinkovito.

5. Kako bi se izbjegle nesreće i ozljede sportaša preporuč ava se trenerima da prilikom izvođenja tehničkih i taktičkih treninga, u prvim danima dolaska u novu vremensku zonu, ne preopterete sportaše, jer koordinacijske sposobnosti nisu usklađene.
6. Pri planiranju rasporeda natjecanja ili utakmica u prekomorskim zemljama dobro bi bilo uvrstiti barem jedno prijateljsko natjecanje u prvom tjednu.
7. Prvih nekoliko dana popodnevno spavanje bi trebalo izbjegavati jer dugo spavanje tijekom dana kada se osoba osjeća malaksalo (najvjerojatnije u vrijeme kada sportaš spava u vremenskoj zoni iz koje je došao) vraća ritam u prethodnu fazu i tako odgađa prilagođavanje na novu vremensku.
8. Ne konzumirati alkohol jer remeti san, povećati unos tekućine (vode), izbjegavati prevelike količine hrane i ne mjenjati dnevne navike jela. Preporučena prehrana uključuje obroke bogate proteinima ujutro kako bi održali sportaša budnim, a ugljikohidrate preporučeno je konzumirati navečer kako bi izazvali pospanost kod sportaša. Večernji obrok ne bi trebao biti obilan, a može se sastojati od ugljikohidrata visokog glikemijskog indeksa kao što je riža, krumpir, tjestenina i namirnice bogate vlaknima kako bi se smanjio rizik od konstipacije tj. zatvora.
9. Za vrijeme samog leta preporuča se kretanje po zrakoplovu i izvođenje vježbi istezanja kako ne bi došlo do zadržavanja krvi u nogama. Prilikom sjedenja sportaši bi trebali izuti obuću tijekom leta (Calleja-González i suradnici, 2013.)

Pojedini sportaši gotovo da ne osjećaju posljedice jet laga nakon jednog putovanja, što ne znači da ih neće osjećati prilikom sljedećeg. Redovitim putovanjem sportaši razvijaju vlastite mehanizme i načine kako se prilagoditi negativnim učincima jet laga.

Ukoliko se sportaš pridržava prevencijskih savjeta prilikom dalekih putovanja, velika je vjerojatnost kako će prevladati posljedice jet laga i znatno ubrzati prilagodbu na novu vremensku zonu.

6. ZAKLJUČAK

Temeljem rezultata istraživanja pokazalo se kako cirkadijski ritam ima značajnu ulogu u tjelesnoj izvedbi sportaša. Najbolji rezultati najčešće se poklapaju sa temperaturnim maksimumima koji se javljaju u kasnim popodnevnim tj. ranim večernjim satima. No međutim, kako bi sportski trening vodio ka najvišim sportskim dostignućima, prilikom samog planiranja i programiranja treninga stručni tim uvelike bi pažnju trebao obratiti o utjecaju doba dana na različite komponente sportske izvedbe. Dnevne promjene u cirkadijskom ritmu jasno su vidljive kod aerobnih i anerobnih sposobnosti te kod motoričkih sposobnosti fleksibilnosti i koordinacije. Trening bi s obzirom na navedeno trebalo planirati u isto doba dana kada i natjecanje. Upotreba aktivnog zagrijavanja, osobito u ranim jutarnjim satima ili hladnim vremenskim uvjetima, treba biti izvedena kako bi se tjelesna temperatura povećala prilikom treninga ili natjecanja. Optimalno vrijeme za sportsku izvedbu ovisno je o vrsti fizioloških zahtjeva određenog sporta i njihovoj relativnoj važnosti za ukupnu izvedbu. Tako sportovi koji zahtjevaju složenije natjecateljske strategije ili koje postavljaju pred sportaša izrazit kognitivan napor se najbolje ostvaruju u ranim jutarnjim satima. S druge strane, sportovi koji zahtjevaju izrazite tjelesne napore trebali bi se ostvarivati u kasnijem dijelu dana.

Iako su navedena istraživanja cirkadijskog ritma provedena u relativno kratkom vremenskom periodu i sa malim brojem ispitanika, pridavanje važnosti ovoj specifičnosti sportskog treninga dokazano pomaže sportašu u postizanju boljih rezultata kako na treningu tako i na natjecanju.

7. LITERATURA

1. Atkinson, G., Todd, C., Reilly, T. and Waterhouse, J. (2005.). Diurnal variation in cycling performance: influence of warm-up. *Journal of Sport Sciences*, 23, 321-329.
2. Calleja-González, J., Rodríguez,E., Ostojić,S.M., Jukić, I., Delextrat, A., Milanović, L., Terrados,N. (2013.). Pojava umora kod sportaša. *11. godišnja međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša*, 70-73.
3. Cappaert, T.A. (1999). Review: Time of day effect on athletic performance: an update. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 412-421.
4. Fisher, C. (2010.). Depression Linked To Altered Activity Of Circadian Rhythm Gene /on line/. S mreže skinuto 15. Kolovoza 2015. Sa adrese: http://www.bmedreport.com/archives/19397
5. Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alén, M., Kauhanen, H., Komi, P.V. (1988.). Daily hormonal and neuromuscular responses to intensive strength training in 1 week. *International Journal of Sports Medicine*, 9, 422-428.
6. Hill, D.W., Borden, D.O., Darnaby, K.M., Hendricks, D.N., Hill, C.M. (1992.). Anaerobic work capacity of men and women in the morning and the afternoon. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63, 23–24.
7. Hill, D.W., Borden, D.O., Darnaby, K.M., Hendricks, D.N., Hill, C.M. (1992.). Effect of time of day on aerobic and anaerobic responses to high intensity exercise. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 17, 316–319.
8. Hill, D.W., Cureton, K.J., Collins, M.A. (1988.). Effect of time of day on perceived exertion at work rates above and below the ventilatory threshold. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60, 127–133.
9. Hill, D.W., Cureton, K.J., Collins, M.A., Grisham, S.C. (1988). Diurnal variations in responses to exercise of "morning types" and "evening types". *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 28, 213-219.
10. Hill, D.W., Smith, J.C. (1991.). Circadian rhythm in anaerobic power and capacity. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 16, 30–32.
11. Kraemer, W.J., Loebel, C.C., Volek, J.S., Ratamess, N.A., Newton, R.U., Gotshalk, L.A., Duncan, N.D., Mazzetti, S.A., Gomez, A.L., Rubin, M.R., Nindl, B.C. and Hakkinen, K. (2001.). The effects of heavy resistance training

on the circadian rhythm of salivary testosterone in men. *European Journal of Applied Physiology*, 84, 13-18.

12. Lundeen, W.A., Nicolau, G.Y., Lakatua, D.J., Sackett-Lundeen, L., Petrescu, E., Haus, E. (1990.). Circadian periodicity of performance in athletic students. *Progress in clinical and biological research*, 341, 337-343.
13. Marković, G. (2009.). Razlikujmo jakost i snagu. *Kondicijski trening*, 7(2), 9-11.
14. Matešić, K. (1983). Biološki ritmovi i ponašanje čovjeka. Zagreb. Biblioteka popularne psihologije.
15. Matković, B., Ružić,L. (2009.). Fiziologija sporta i vježbanja. Zagreb: Odjel za izobrazbu trenera Društvenog veleučilišta u Zagrebu, Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu.
16. Melhim, A.F. (1993.). Investigation of circadian rhythms in peak power and mean power of female physical education students. *International Journal of Sports Medicine*, 14, 303–306
17. Milanović, D. (2010.). Teorija i metodika treninga. Odjel za izobrazbu trenera, Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu.
18. Prizmić-Larsen, Z. (1991.). Tolerancija prema radu u smjenama i karakteristike cirkadijurnih ritmova oralne temperature,pulsa i raspoloženja. (Magistarski rad). Zagreb: Filozofski fakultet.
19. Souissi, N., Bessot, N., Chamari, K., Gauthier, A., Sesboüé, B., Davenne, D. (2007.). Effect of time of day on aerobic contribution to the 30-s Wingate test performance. *Chronobiology International*, 24, 739-748.
20. Starkie, R.L., Hargreaves, M., Lambert, D.L., Proietto, J., Febbraio,M.A. (1999.). Effect of temperature on muscle metabolism during submaximal exercise in humans. *Experimental Physiology*, 84, 775-784.
21. Štajnberger, I., Čizmić, S. (1983). Život i ritam. Beograd. Nolit.
22. Takumi,T. (2014). A sensitive cog in the mammalian clock /on line/. S mreže skinuto 15. kolovoza 2015. s adrese: http://www.riken.jp/en/research/rikenresearch/highlights/7789/
23. Taylor, K., Cronin, J.B., Gill, N., Chapman, D.W. and Sheppard, J.M.(2011.). Warm-Up Affects Diurnal Variation in Power Output. *International Journal of Sports Medicine*, 32, 185-189.
24. Torii, J., Shinkai, S., Hino, S.,Kurokawa, Y., Tomita, N., Hirose, M., Watanabe, S., Watanabe, T. (1992.). Effect of time of day on adaptive response to a 4 week

aerobic exercise program. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 32, 348–352.

25. Vučetić, V. (2003.). Subjektivna procjena opterećenja kao jedan od načina doziranja, procjene i kontrole intenziteta treninga. Kondicijski trening, 1(2).
26. Wyse, J.P., Mercer, T.H., Gleeson,N.P. (1994.). Time of day dependence of isokinetic leg strength and associated interday variability. *British Journal of Sports Medicine*, 28, 167–170.