

# Menadžment opterećenja i oporavka u KPS - primjer borilački sportovi

---

**Marasović, Luka**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:221:421970>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-26**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Stručni preddiplomski studij kineziologije / smjer Kondicijska  
priprema sportaša

**MENADŽMENT OPTEREĆENJA I  
OPORAVKA U KPS - PRIMJER  
BORILAČKI SPORTOVI**

**MENAGEMENT OF TRAINING LOAD  
AND RECOVERY IN STRENGTH AND  
CONDITIONING – COMBAT SPORTS  
EXAMPLES**

(ZAVRŠNI RAD)

**Student:** Luka Marasović

**Mentor:** dr.sc. Mario Tomljanović

**Sumentor:** doc.dr.sc. Josefina Đuzel

Split, 2023.

## SADRŽAJ RADA

<i>SAŽETAK</i> .....	3
<i>UVOD</i> .....	5
<i>CILJ RADA</i> .....	6
<i>OPTEREĆENJE I OPORAVAK</i> .....	7
Mišićni zamor .....	7
Mišićni oporavak .....	9
Oporavak uz pokret.....	10
Metode oporavka u borilačkim sportovima.....	10
Aktivni oporavak .....	11
Ostale metode.....	11
<i>SAN</i> .....	13
Esencija oporavka.....	13
Faze spavanja kao tajna za bolji san.....	14
Alati za unaprijeđenje sna .....	15
Priprema za bolji san.....	18
Monitoring i evaluacija sna .....	21
<i>PREHRANA I HIDRACIJA</i> .....	24
Ono si što probavljaš, apsorbiraš i prenosiš do svojih stanica .....	25
Kako unaprijediti funkciju probavnog sustava .....	26
Metode pripreme namirnica.....	29
Nutrijenti po kategorijama namirnica .....	30
Mjerenje i praćenje prehranbenog statusa sportaša .....	32
Hidracija .....	34
Pijenje tijekom treninga i efekti dehidracije na izvedbu .....	35

<b><i>SVIJEST</i></b> .....	<b>37</b>
<b>Metode za nadogradnju uma</b> .....	<b>37</b>
<b><i>IDEOMOTORIČKI TRENING</i></b> .....	<b>39</b>
<b>Disanje kao ključ kontrole živčanog sustava</b> .....	<b>39</b>
<b><i>WIM HOF METODA</i></b> .....	<b>41</b>
<b><i>ISPREKIDANA HIPOKSIJA</i></b> .....	<b>43</b>
<b>Neurotransmiteri</b> .....	<b>44</b>
<b>Serotonin</b> .....	<b>45</b>
<b>Dopamin</b> .....	<b>45</b>
<b>Acetilolin</b> .....	<b>46</b>
<b><i>GABA</i></b> .....	<b>47</b>
<b>Nootropici</b> .....	<b>47</b>
<b>Mjerenje funkcije uma</b> .....	<b>50</b>
<b><i>OPTIMIZACIJA I MJERENJE OPORAVKA</i></b> .....	<b>52</b>
<b><i>HLADNA TERMOGENEZA</i></b> .....	<b>52</b>
<b><i>REBOUNDING - TRAMPOLIN</i></b> .....	<b>53</b>
<b><i>SAUNA I IZLAGANJE TOPLINI</i></b> .....	<b>54</b>
<b>Monitoring i mjerenje oporavka</b> .....	<b>55</b>
<b><i>PROCES MJERENJA VARIJABLI ZA VRIJEME TAPERINGA TE NAKON SAMOG NATJECANJA - PRIMJER “HEART RATE VARIABILITY (HRV)”</i></b> .....	<b>58</b>
<b>Trening, pretreniranost i HRV</b> .....	<b>59</b>
<b>HRV kao indikator aktivnosti autonomnog živčanog sustava (ANS)</b> .....	<b>59</b>
<b>Metode mjerenja</b> .....	<b>60</b>
<b><i>ZAKLJUČAK</i></b> .....	<b>62</b>
<b><i>LITERATURA</i></b> .....	<b>64</b>

## SAŽETAK

Kretanje utječe na biologiju ljudskog tijela. Oporavak je ključan za performanse tijekom treninga ili natjecanja, kao i na to kako se prilagođavamo nakon navedenog. Korištenje adekvatnih strategija vezano uz oporavak i uzimanje hranjivih tvari te količine energije prije, tijekom i nakon treninga i natjecanja — tako da je koncentracija postojana u organizmu tijekom vremena oko aktivnosti — može uvelike poboljšati performanse i oporavak. Fiziološki čimbenici su oni koji su dio posjedovanja tijela, kao što je: genetski sklop, sposobnost oporavka (uključujući imunitet), veličina i sastav tijela, energetska zahtjevi, biološki spol i dob, razvojna faza i fizička zrelost. Čimbenici sporta i aktivnosti su oni koji su dio kretanja, kao što su: vrsta sporta ili aktivnosti i uključeni energetska sustavi, opterećenje i volumen treninga, ukupna kombinacija ili alostatsko opterećenje fizioloških stresora te fizičko okruženje u kojem se odvija kretanje. Trenažni proces jednostavno je poticaj za promjenu. Ovaj stimulans će dati rezultate samo ako je oporavak dostatan između dva treninga.

**Ključne riječi:** kretanje, oporavak, performanse , energija, fiziološki čimbenici, aktivnost, sport, trenažni proces

## ABSTRACT

Movement affects on the biology of the human body. Recovery is key for performance in trainings and competitions and how the body adjust to it. Using adequate strategies related to recovery and taking nutritious foods as well as amount of energy before, during and after the training and competitions – so the concentration is existent in your body in the times around the activity – can greatly improve performance and recovery. Physiological factors are the genetic set, recover ability ( including immunity), size and body composition, energetic demands, biological gender and age, growing phase and physical maturity. Factors of the sport and activity is the ones that are part of the movement, such as: type of sport or activity and energetic systems, load and volume of the training, total combination or allostatic load of physiological stressors and physical environment in which the movement is being done. Training process is incentive to change. This stimulans will give results only if there is a proper amount of recovery between the two trainings.

**Keywords:** movement, recovery, performance, energy, physiological factors, activity, sport, training process

## UVOD

Umor se javlja jer oporavak nije bio adekvatan. Što se brže i učinkovitije tijelo oporavi, to je prije moguće potaknuti daljnji napredak. Kada se sportaš ne oporavi na odgovarajući način, performanse i zdravlje mogu biti ugroženi. Mnogi sportaši to opisuju kao "udaranje u zid". Mnogi vježbači to nazivaju "pretreniranošću". To obično znači niska razina energije i ne baš najbolji opći osjećaj.

Ako pogledamo u unutrašnjost organizma, mogli bismo zamijetiti da su markeri upale povišeni, da vezivna tkiva ne zacjeljuju te da neurotransmiteri "sreće" i anabolički hormoni opadaju, a katabolički hormoni poput kortizola rastu. Izostanak oporavka složen je, višestruki fenomen sa širokim rasponom učinaka.

Temeljni uzroci umora mogu se podijeliti u dvije glavne kategorije:

1. Središnje (neuromuskularno)
2. Lokalno (periferno)

Središnji živčani sustav (CNS) djeluje poput regulatora motora automobila. Ako se motor na automobilu predugo vrti na visokim okretajima, on se gasi. Mozak na isti način pokušava zaštititi mišiće i smanjiti brzinu živčanih impulsa. Suprotno tome, lokalni umor povezan je s iscrpljivanjem energetskeg sustava i nakupljanjem metaboličkih nusproizvoda. Koristeći analogiju s automobilom, ovo je kao da tijelo ostaje bez goriva. Aktivnosti vezano uz oporavak koje se prakticiraju između dva treninga uvelike utječu na brzinu i efikasnost oporavka

## **CILJ RADA**

Cilj ovog rada je istaknuti nerazdvojivu povezanost između trenažnog procesa i adekvatnih metoda oporavka u boričkim sportovima. Jasno je da ako želimo kod sportaša postići višu razinu spremnosti, potreban je dovoljno naporan trening, a povremeno i pomalo premašivanje kapacitet tijela. Samo uz intenzivan trening tijelo jača. No trening sam po sebi ne čini cijelu priču napretka. Ključno je obratiti pozornost na to da odmor između treninga je ono što zapravo diže sposobnosti.

Samo za vrijeme odmora, tijelo se može prilagoditi kako bi kompenziralo nastali stres. Oporavak je ono što omogućuje kondiciju i snagu. Ovaj rad ukazuje na komplemetarnost treninga i razdoblja odmora i oporavka; točnije kako je za napredak u sportu potrebno oboje.



## **OPTEREĆENJE I OPORAVAK**

Što je trening intenzivniji, logično, potrebno je više oporavka. Trening je stresor, a odgovor na ovaj stresor zahtijeva i energiju i hranjive tvari. I jedno i drugo postavlja zahtjeve tijelu. Taj zahtjev može biti dodatno složen mislima, osjećajima i uvjerenjima. Je li trening "dobar" ili "loš" stresor ovisi o tome koliko se dobro organizam može oporaviti od njega.

Trenažni proces u borilačkim sportovima može nametnuti mnoge oblike stresa na um i tijelo, kao što su: zahtjevi za energijom, neurološki zahtjevi, mehanički zahtjevi, mentalni i emocionalni zahtjevi te potencijalni poremećaji cirkadijalnog ritma.

Kada je tijelo podvrgnuto stresu koji remeti homeostazu, ono daje poticaj potreban za rast, prilagodbu i jačanje.

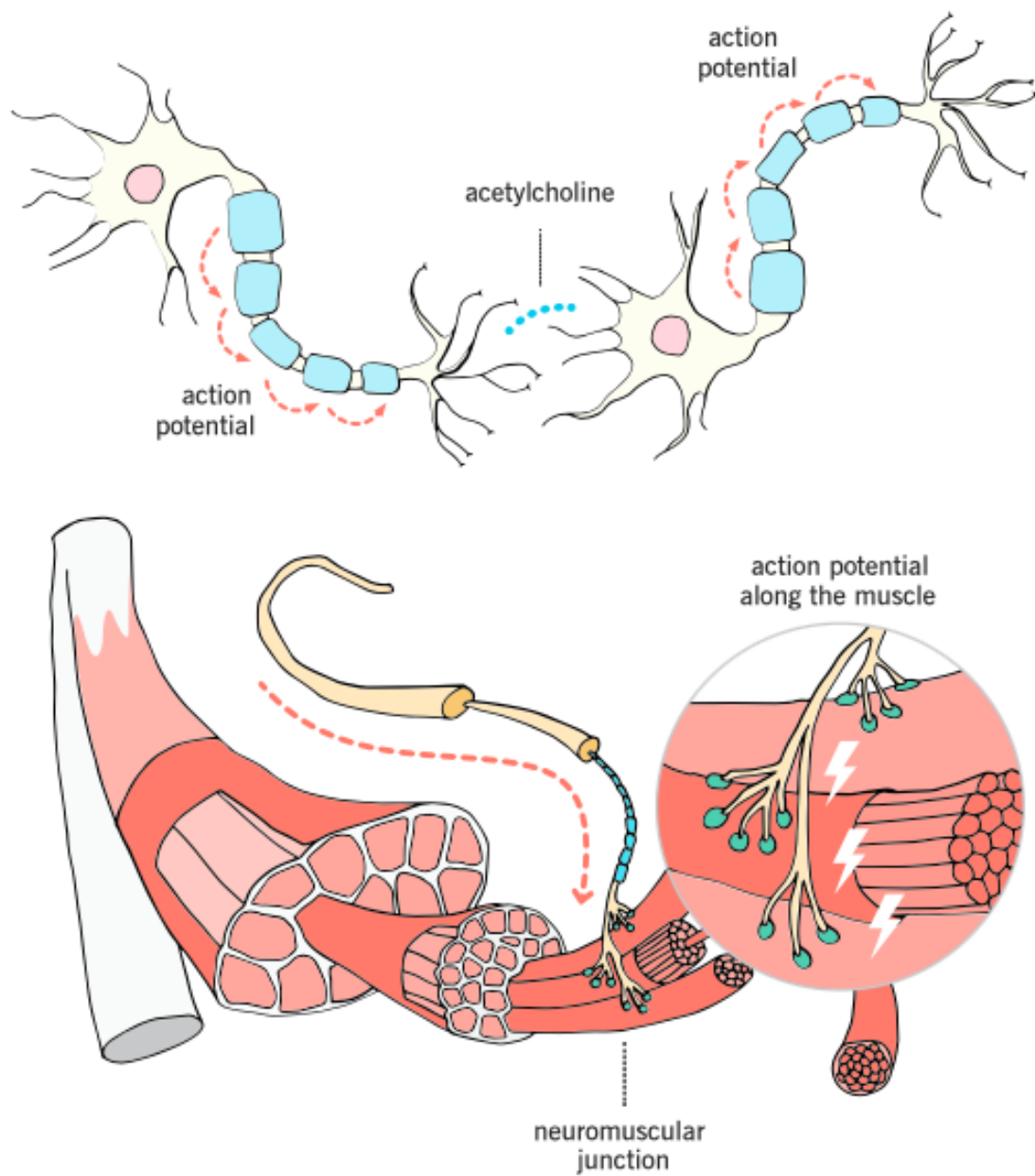
Ovaj ciklus stresa, oporavka i prilagodbe može biti osjetljiv za uravnotežavanje. Uz previše stresa bez dovoljnog oporavka dolazi do "gorenja", gubitka motivacije i ozljeda. Opet ako nema dovoljno stresa i oporavak postaje stagnacija. Da bismo bolje razumjeli kako uravnotežiti te procese, moramo znati kako oni funkcioniraju.

### **Mišićni zamor**

Zamor mišića je složena pojava koja znači smanjenu sposobnost proizvodnje maksimalne sile ili snage bez obzira na količinu uloženog truda. Brojni su razlozi zbog kojih dolazi do osjećaja kao što su fizički umor, bol ili potpuna iscrpljenost. Na primjer, nakupljanje metabolita u mišićnom tkivu ili neadekvatni signali iz motoričkog korteksa (dio mozga koji kontrolira kretanje) mogu uzrokovati umor mišića. Mnoge komponente sustava kretanja međusobno djeluju stvarajući umor. (Andersen & Aagaard, 2006)

Stoga umor se dijeli na dvije glavne kategorije:(Sieck & Prakash, 1997)

- Središnji umor javlja se kada mozak smanji signale iz središnjeg živčanog sustava do mišića (što rezultira s manje kontrakcije).
- Periferni umor javlja se u području poznatom kao neuromuskularni spoj, gdje se odvijaju električni živčani impulsi koji se zovu sinapse i povezuju mozak s mišićima. Ovdje se smanjuju veze između motornih neurona i mišićnog vlakna, pa se umor osjeća lokalno (tj. u stvarnim mišićima). (Slika 1.)



Slika 1. Akcijski potencijal od živaca do mišića

Ponekad može biti teško definirati dolazi li do osjećaja smanjenja mišićne sile prilikom treninga ili samo neugodnog fizičkog osjećaja koji dolazi sa samim izlaganjem fizičkom naporu. (Sieck & Prakash, 1997)

Dolazi do sljedećeg:

1. Mišići šalju aferentne signale u središnji živčani sustav prilikom kretanja.
2. To zauzvrat modificira signale koji se šalju natrag u mišiće.

Dakle, mišićni umor mijenja stvarnu sposobnost mišića da se kontrahiraju. Jednako važno, mijenja se i osjećaj umora: želja za svjesnom kontrakcijom mišića i signala koje im mozak šalje da nastave ili da stanu.

Ne postoji jasna podjela između središnjeg i perifernog procesa koji stvara umor; oboje istovremeno nastupa.

Različite situacije mijenjaju koji čimbenik je najvažniji za stvaranje umora ili smanjene maksimalne sile.

Na primjer: smanjena maksimalna sila uz stalnu aktivnost niskog intenziteta (npr. lagani shadow boxing) posljedica je promjena u cijelom živčanom sustavu, dok je smanjena maksimalna sila s vrlo intenzivnom aktivnošću (npr. težak sparing) posljedica toga što mišići imaju manju sposobnost kontrakcije.

### **Mišićni oporavak**

Prilikom oporavka tijelo postaje jače, otpornije i sposobnije. To poboljšava dugoročno zdravstveni status, kao i sportsku izvedbu.

Oporavak od trenažnog procesa uključuje različite tjelesne sustave. Oporavak počinje odmah nakon što izlaganja fizičkom naporu. Tijelo to čini kroz nekoliko različitih procesa, uključujući: obnavljanje zaliha glikogena u mišićima i jetri, smanjenje tjelesne temperature, pomicanje autonomnog tonusa sa simpatičko-dominantnog ("borba-bijeg") na parasimpatički ("odmor-probava"), nadoknada izgubljene tekućine i elektrolita, dovođenje aminokiselina na mjesto gdje je potrebno popraviti oštećeno mišićno tkivo, vraćanje razine kisika u normalu i uklanjanje metaboličkih otpadnih produkata iz cirkulacije.

Tijekom dugotrajnijih faza oporavka, tkiva reagiraju na oštećenja. Mišići koji su bili metabolički izazvani, razvijaju više mitohondrija za obradu energije ili se prilagođavaju enzimima koji ih čine učinkovitijima. Mišići popravljaju mikropukotine izazvane vježbanjem i preoblikuju se. Tijekom ovog procesa popravka, mišićne stanice također mogu rasti kroz proces koji se naziva hipertrofija ili mogu izrasti nova mišićna vlakna (mnogo rjeđi scenarij) kroz proces koji se naziva hiperplazija.

Neuromuskularni sustav prilagođava se poboljšavanjem svoje sposobnosti regrutiranja više mišićnih vlakana ili boljom koordinacijom procesa regrutiranja.

### **Oporavak uz pokret**

Mnoge fizičke aktivnosti niskog intenziteta mogu pomoći u pomicanju organizma prema parasimpatički dominantnom stanju "odmora i probave".

Budući da većina vezivnih tkiva nema veliku opskrbu krvlju koja ih održava punima kisika i drugih hranjivih tvari, cirkulacija i metabolizam uvelike ovise o kretanju i opterećenju. Ovo još bolje funkcionira kada se pomiču zglobovi u punom rasponu pokreta - čučanj kako bi se nešto podiglo ili rotacija ramena punim krugom prilikom plivanja.(Greenwood i sur., 2008) Drugi primjeri uključuju tai chi, nježnu jogu (npr. yin) ili krugove mobilnosti. Lagano kretanje također povećava cirkulaciju u cijelom tijelu, što pomaže u isporuci hranjivih tvari i uklanjanju otpadnih tvari iz sustava.

S obzirom da su borilački sportovi (npr. boks ili mješovita borba) aktivnosti koje izazivaju izrazito visoku razinu psihofizičke traume, potrebno je vrlo precizno odabrati i primijeniti adekvatne strategije oporavka.

### **Metode oporavka u borilačkim sportovima**

#### Vježbe koje potiču oporavak i otpuštaju traumu

Mnoge od vježbi koriste neku vrstu drhtanja ili promjene u položaju tijela (kao što je ljuljanje i kotrljanje) kako bi se aktivirali putevi vagalnog živca.

Kod boraca često dolazi do ukočenosti izazvane velikim psihofizičkim stresom s obzirom na prirodu sporta. U nekim situacijama dolazi do neke vrsti pogrbljenog, obrambenog položaja tijela.

Metoda koje pomažu u "ponovnom pokretanju" živčanog sustava kroz kretanje:(Veqar & Imtiyaz, 2014)

- Vježbe drhtanja ili vibracija, koje se mogu izvoditi ležeći, sjedeći ili stojeći. Ključno je tresti svim dijelovima tijela, opuštajući se što je više moguće.
- Vježbe ljuljanja i okretanja, kao što je okretanje s boka na bok u ležećem položaju na strunjači ili njihanje naprijed-natrag na leđima.
- Bilateralna stimulacija, poput tapkanja ili drugih osjeta koji se mijenjaju na obje strane tijela.

### **Aktivni oporavak**

Uspjeh aktivnog oporavka uvelike ovisi o tome kako se koristi, kao i o ustupcima odabranih aktivnosti. Aktivni oporavak može pomoći bržem čišćenju laktata iz krvi nakon intenzivnog treninga.(Menzies i sur., 2010)

Istraživanja su pokazala da:(Dupont i sur., 2003)

- Kada se izvode kratki sprintevi od 15 sekundi s intervalima odmora od 15 sekundi između, kod boraca koji su prakticirali pasivni oporavak kasnije je nastupila iscrpljenost za razliku od onih koji su prakticirali aktivni oporavak.
- Međutim, kada su sprintevi trajali 30 sekundi nakon čega je slijedilo mnogo dulje vrijeme oporavka (četiri minute), borci koji su se aktivno oporavljali imali su puno bolju prosječnu izlaznu snagu do kraja testa.

Aktivni oporavak koristan je kada se ostavi dovoljno vremena za odmor, ali se čini kontraproduktivnim kada su intervali odmora prekratki da bi se iskoristile prednosti.(Lopez i sur., 2014)

### **Ostale metode**

Rad na tijelu, kao što su masaža, manualna terapija i ciljana terapija na fascijama i vezivnom tkivu mogu povećati cirkulaciju i pomoći u opuštanju uma, kao i zategnutih tkiva. Zapravo, jedna od ključnih svrha rada na tijelu je podrška otpornosti mekog tkiva te poboljšanje oblika i raspona pokreta u zglobovima. Iako zdravstveni djelatnici često raspravljaju o točnim mehanizmima koji stoje iza ovih dobrobiti (na primjer, prilično je teško pokazati promjene u miofascijalnim obrascima bez kadavera i vremenskog stroja),

postoji jedan učinak koji je dobro dokumentiran, a to je da masaža umjerenim pritiskom može povećati parasimpatički tonus.(Diego & Field, 2009) Navedeno pomaže da se tijelo prebaci u mirnije stanje usmjereno na oporavak.

## **SAN**

Puno je dokaza da je spavanje esencijalno. Svi možemo prepoznati njegovu vrijednost u našem osobnom životu. Spavanje je anaboličko stanje tijekom kojeg tijelo nadopunjuje svoje pohranjivanje energije, regenerira tkiva i proizvodi proteine. Bez dovoljno sna, ljudsko tijelo ne može pravilno funkcionirati. Ostajanje budnim do kasno oslobađa kortizol, za koji je poznato da povećava proizvodnju staničnih signalnih molekula poput citokina, koji su znak upale. Nedostatak sna uzrokuje nezdrave promjene u imunološkom sustavu tijela, uključujući bijele krvne stanice. Uobičajeni marker upale, C-reaktivni protein (CRP), također se može povećati. (Kasasbeh i sur., 2006)

Dokazano je da nedostatak sna povisuje sistolički krvni tlak i povećava konzumaciju hrane bogate mastima i šećerom. Kronična deprivacija sna dovodi do inzulinske rezistencije, čak i kod mladih ispitanika. Dokazano je da je nedostatak sna prediktor debljanja, (Carter i sur., 2011) i povećava rizik od prometnih nesreća, (Robb i sur., 2008) dijagnoze dijabetesa tipa 2, (Boyko i sur., 2013; Knutson i sur., 2006) mentalnih bolesti kao što je depresija, (Baglioni i sur., 2011) sezonske gripe (Cohen i sur., 2009) i kardiovaskularnih bolesti. (Bounhoure i sur., 2005)

### **Esencija oporavka**

Problemi sa spavanjem su se povećali zajedno sa sjedenjem i povećanom upotrebom elektroničkih uređaja. Umjetno izlaganje svjetlu remeti san potiskivanjem oslobađanja hormona melatonina koji potiče san. Dostatan i dobar san noću pridonosi boljoj izvedbi, svijesti, raspoloženju, sposobnosti podnošenja stresa, kvaliteti kože, (Wagner i sur., 2004) sportskim učincima, sposobnosti učenja novih stvari i sposobnosti održavanja općeg blagostanja. Cilj svakog sportaša trebao bi biti rezervirati što više vremena za razvoj sposobnosti, a istovremeno paziti da san ne bude ugrožen. To osigurava da oporavak postaje moguć i da se nova učenja mogu integrirati i asimilirati.

Opća je mudrost da odrasli trebaju spavati najmanje 7 do 8 sati svake noći. Sustavni pregled proveden na Sveučilištu Warwick primijetio je da se rizik od smrtnosti među ljudima koji su spavali 6 sati ili manje po noći povećao za 12 %, ali se također rizik od smrtnosti među onima koji su spavali devet sati ili više povećao za toliko čak 30 %. (Cappuccio i sur., 2010) Ipak, desetosatno spavanje prijekokorisno je za osobe s povećanom potrebom za snom, a u ovom slučaju posebice za sportaše u borilačkim sportovima. Studije također pokazuju da postoje osobe koje nose varijaciju gena DEC2

te se dobro nose s dva sata sna manje u prosjeku od drugih ljudi. Što je onda dovoljno? Kako osigurati dovoljno kvalitetnog sna bez žrtvovanja bilo kojeg od vitalnih zadataka koje svakodnevno nalaže trenažni proces?

### **Faze spavanja kao tajna za bolji san**

U spavanju se izmjenjuju dvije faze: ortodoksno spavanje i REM spavanje. Ove se faze mogu razlikovati jedna od druge u EEG-u (elektroencefalografija). Većina spavanja je ortodoksno spavanje (duboko spavanje, mirno spavanje, sporovalno spavanje) koje se dalje može podijeliti u tri NREM (non-rapid eye movement) faze: N1, N2 i N3. One su u suprotnosti s REM spavanjem ili R spavanjem (paradoksalno spavanje, spavanje s brzim pokretima očiju).(Silber i sur., 2007)

W – Budnost (beta valovi): u EEG-u prevladavaju rijetki i niskofrekventni beta valovi. Meditativno stanje zatvorenih očiju: u EEG-u su vidljivi sve više sinkronizirani alfa i theta valovi, uz povećanu proizvodnju serotonina. Uočene su brojne dokazane zdravstvene dobrobiti tijekom korištenja tehnika kao što je meditacija za povećanje alfa i theta valova.(Jha i sur.,2007; Chambers i sur., 2008; Young, 2011)

N1 – Prvi stupanj (theta valovi, 4–8 Hz): EEG pokazuje nepravilne oscilacije. Theta valovi su sporiji i imaju veću frekvenciju od alfa valova. Ovo je prijelazna faza od budnosti do laganog sna. Spavač mijenja položaj često i u dubokom je meditativnom stanju. Međutim, ako bi netko probudio osobu, ona se možda neće osjećati kao da je zaspala. Trajanje: oko 10 minuta.

N2 – Drugi stupanj (vretena mirovanja, 11–16 Hz):

Razdoblje laganog sna, tijekom kojeg se malo kreće, a disanje je tiho. Druga faza uključuje periodične valove frekvencije moždanih valova, takozvana vretena spavanja. Aktivnost mozga tijekom druge faze je aktivnija nego u prvoj fazi. Sanjati postaje moguće. Dovoljna količina sna u drugoj fazi poboljšava motoričke sposobnosti.(Walker i sur., 2002) Osoba se još uvijek može lako probuditi tijekom ove faze. Trajanje: 20 do 30 minuta.

N3 – Treći stupanj (delta valovi, 0–8 Hz): Period



dubokog sna, gdje je disanje stabilno, a EEG očitavanja se sastoje od sporih delta valova. Mišići su potpuno opušteni, a puls, tjelesna temperatura i krvni tlak su smanjeni. Počinje proizvodnja hormona rasta i aktiviraju se regenerativni mehanizmi tijela. Spavač se neće probuditi ako druga osoba uđe u sobu. Puls, krvni tlak i tjelesna temperatura su na najnižoj razini. Trajanje: 30 do 40 minuta. Starije osobe imaju kraće trajanje, čak šest minuta.

R – REM spavanje (alfa i beta valovi): Tijekom REM faze spavanja mozak je budan, ali ostatak tijela spava. Mišići u vratu i tijelu su paralizirani kako bi se spriječilo mjesečarenje. Tijekom REM faze, oči se pomiču ispod kapaka, a sanjanje je na vrhuncu. Tipična odrasla osoba ima prosječno 4 do 5 REM faza svake noći. Prva faza traje oko 10 minuta, dok su sljedeće faze često duže, oko 30 minuta. REM spavanje važno je za regeneraciju moždanih živčanih stanica.(Guzman-Marin i sur., 2008) Ispitivanja koja mjere učinke deprivacije sna pokazala su da je REM spavanje apsolutno neophodno jer deprivacija dovodi do razdražljivosti, umora, gubitka pamćenja i smanjene sposobnosti koncentracije. Dojenčad ima puno REM sna: U prosjeku 50 % od ukupno 16 sati spavanja po noći je REM spavanje.(Roffwarg i sur., 1966)

Tijekom tipičnog spavanja odrasle osobe od 7 do 8 sati, spavač prelazi iz prve faze, u drugu i u treću fazu, a zatim se ponovno vraća u drugu fazu. Nakon toga, spavač se ili probudi ili odmah prijeđe u REM fazu spavanja. Od tada nadalje, ciklus se ponavlja nekih 4-5 puta. Jedan puni ciklus traje oko 90 minuta. Iz perspektive dobrog sna, najvažnije je povećati količinu dubokog sna (N3) prolaskom kroz najmanje tri ciklusa. Dovoljno spavanja reorganizira nečije pamćenje(Ellenbogen i sur., 2006) i poboljšava sposobnost učenja.(Wagner i sur., 2004) U kasnijim ciklusima, količina REM faze se povećava, a količina dubokog delta sna smanjuje, sve dok na kraju potonji potpuno ne nestane.

### **Alati za unaprijeđenje sna**

Metode i alate koji slijede u nastavku koristio sam i koristim u osobnom radu sa svojim sportašima. Svaka je isprobana mnogo puta i u mnogo situacija te se su se iste pokazale kao veoma učinkovite u oporavku.

## Zamračivanje prostorije i optimalna rasvjeta

Sunčeva svjetlost, mjesečina i LED diode na elektronici mogu ometati san.

Predlažem sljedeće:

- Korištenje zavjesa za zamračivanje
- Zatamnivanje LED dioda elektroničkih uređaja pomoću crnih ljepljivih traka
- Korištenje svjetiljki koje ne emitiraju plavi spektar svjetlosti
- Specijalne lampe koje mijenjaju spektar svjetla prema ciklusu dana – dim slane lampe

## Kvaliteta madraca i ergonomija

Materijali za krevet koji “ne dišu” mogu izazvati alergijske reakcije, a kreveti koji su neergonomski uvelike ometaju san. Predlažem sljedeće:

- Madrac od organskog pamuka, vune, konoplje ili prirodne gume (umjesto da se obloži poliuretanskom pjenom i kemikalijama koje su potencijalno alergene)
- Jastuci od zobi, pira ili heljde
- Odabir materijala za plahte i pokrivače koji potiču bolju termoregulaciju (organski pamuk, koža, svila)
- Spavanje bez odjeće (kako gumice na struku ne bi blokirale limfni sustav)
- Spavanje bez jastuka
- Korištenje jastuka koji podupire vrat
- Imati jastuk između nogu (kada se spava na boku)
- Spavanje na leđima ili desnom boku. Ostale pozicije ostavljaju stres na unutarnje organe. Kod problema sa žgaravicom, bolja je opcija spavanje na lijevom boku ili na leđima.
- Korištenje teških pokrivača dovodi do čestih promjena položaja spavanja tijekom noći
- Spavanje na truhu nije preporučljivo (osim za osobe koje pate od spinalne diskus hernije)
- Spavanje na leđima nije preporučljivo za osobe koje imaju problema s apnejom za vrijeme spavanja zbog rizika od respiratornog zastoja

### Smanjenje elektromagnetskog zagađenja

Neki sportaši mogu imati osjetljivost na elektromagnetsko zračenje. Provedeno je na desetke studija o elektromagnetskoj preosjetljivosti (EHS), ali njeno postojanje nije uspješno potvrđeno. Neka istraživanja pokazuju da "uzemljenje" može ublažiti nesanicu.(Chevalier i sur., 2012)

Predlažem sljedeće:

- Spavanje na podu na prostirci
- Postavljanje WLAN usmjerivača i mobilnih telefona u drugu prostoriju i prebacivanje mobilnih uređaja u mod letenja. Međutim, 20-minutni poziv emitirati više zračenja nego WLAN bazna stanica u godini dana.
- Hodanje bosih nogu tijekom dana.

### Povećanje kvalitete zraka

Istraživanja pokazuju da loša kvaliteta zraka u zatvorenom prostoru utječe na dišne organe i stoga može uzrokovati probleme sa spavanjem.(Zanobetti i sur., 2010)

Predlažem sljedeće:

- Provjetravanje spavaće sobe tijekom dana
- Korištenje sobnih biljaka za povećanje vlažnosti koje pretvaraju ugljični dioksid u kisik i oslobađaju negativne ione u zrak (na primjer, palma zlatne trske (*Dypsis lutescens*), biljka zmijsa (*Sansevieria trifasciata*) i vrazji bršljan (*Epipremnum aureum*)(Wolverton i sur., 1989)
- Prozračivanje spavaće sobe noću, ali izbjegavanje izravnog propuh u blizini glave
- Filtriranje zraka (UV, HEPA, ugljeno filtriranje, fotokatalitička oksidacija, ionizator zraka)
- Podešavanje vlažnosti tehničkim alatima. Većini odgovara 30–50 % vlažnosti.
- Korištenje prirodnih mirisa i opuštajućih eteričnih ulja (ylang ylang, vanilija, lavanda) koji mogu povećati osjećaj pospanosti, ali na štetu kvalitete zraka. Stoga se navedena strategija koristi isključivo ako sportaš inzistira na istoj.

### Optimizacija temperature

Tjelesna temperatura pada tijekom spavanja. Spavanje u pretoploj ili prehladnoj prostoriji otežava održavanje optimalne termoregulacije.

Predlažem sljedeće:

- Podešavanje radijatora i klima uređaja
- Održavanje otvorenih prozora i pravilno prozračivanje prostora

- Optimalna temperatura koja većini odgovara je oko 18–22 stupnja/C

### **Priprema za bolji san**

Dostatno izlaganje svjetlosti plavog spektra

Dovoljna količina svjetla plavog spektra (kratke valne duljine 450–490 nm) tijekom dana, osobito odmah nakon buđenja, važan je čimbenik u održavanju budnosti i cirkadijalnog ritma.

Predlažem sljedeće:

- Provoditi vrijeme na suncu, što uključuje šetnju od najmanje 15 minuta dnevno
- Izbjegavajte korištenje sunčanih naočala tijekom dana koje blokiraju svjetlo plavog spektra, jer tijelo može započeti proizvodnju melatonina u krivo vrijeme.

Rješavanje napetosti u miškulaturi

Bolovi u mišićima i vezivnom tkivu mogu uzrokovati nesanicu.

Predlažem sljedeće:

- Akupunktura, masaža, sauna, joga i istežanje
- Opuštajuće kupke (npr. kupka s magnezijevim kloridom)

Odlazak u krevet po cirkadijskom ritmu

Odlazak u krevet i buđenje u isto vrijeme svaki dan povećava kvalitetu sna i umanjuje zdravstvene rizike. (Arendt, 2010)

Preporučam sljedeće:

- Smanjiti izlaganje mjesečevoj svjetlosti tijekom noći, jer može ometi proizvodnju melatonina (Kluger, 2013)

Konzumacija hranjivih tvari i dodataka ishrani koji pospješuju kvalitetu sna

Dodaci prehrani i odgovarajuće hranjive tvari u prehrani sportaša mogu podržati tijelo u proizvodnji melatonina, pomoći tijelu da se opusti i potaknuti obrasce moždanih valova povezanih s N1 fazom.

Preporučam sljedeće:

- Magnezijev citrat koji djeluje kao blagi sedativ te pomaže tijelu da zaspi. Također povećava količinu dubokog sna i smanjuje noćne razine kortizola. (Abbasi i sur., 2012)  
Odgovarajuća doza je 400 mg.

- Kalijev citrat ili kalijev karbonat djeluju sinergistički s magnezijem. Mogu smanjiti učestalost noćnih grčeva u udovima i uravnotežiti kvalitetu sna.(Drennan i sur., 1991)
- Triptofan djeluje kao prekursor serotonina i melatonina. Razina triptofana može se povisiti navečer konzumiranjem nekih od sljedećih namirnica 1-2 sata prije spavanja: bijela i smeđa riža, banana (ne prezrela), sjemenke bundeve, puretina, piletina, jaja, orašasti plodovi, cjelovite žitarice, smeđa riža, leća, sjemenke sezama, sjemenke suncokreta, bijela riba i avokado (ne prezreo). Iako u večernjim satima preporučam da se izbjegavaju namirnice bogate proteinima te konzumiraju pretežno one koje sadrže veću količinu određenih podkategorija ugljikohidrata, kako bi se što je više moguće rasteretila probava te osigurao oporavak organizmu. Kalcij i vitamin B6 olakšavaju apsorpciju triptofana.
- Opuštajući adaptogeni: gljiva lingzhi (reishi), bosiljak i ashwagandha
- Teanin povećava alfa valove i može biti od pomoći pri uspavlivanju.(Song i sur., 2003) Eksperimenti sa štakorima pokazali su da teanin poboljšava kvalitetu sna ako se kava konzumira tijekom dana.(Jang i sur., 2012)
- Cink prirodno podiže razinu testosterona.(Prasad i sur., 1996) Dostatne razine poboljšavaju kvalitetu sna.
- Taurin smanjuje stres i anksioznost(Kong i sur., 2006) i povećava količinu neurotransmitera GABA koji inhibira anksioznost.(El Idrissi i sur., 2009) Odgovarajuće doziranje je:
  - 500–1500 mg taurina svaku večer, 1 sat prije spavanja
  - 250–500 mg GABA, 2–3 puta dnevno
- Dodaci prehrani s terapijskom svrhom (korsite se samo u specijalnim okolnostima):
  - 100–200 mg 5-HTP ili 0,3–3 mg melatonina na sat prije odlaska na spavanje. Učinak se može pojačati s 50-100 mg vitamina B6 i 15-30 mg cinka. Također se preporučuje njihova kombinacija, kao što je ZMA (Zn+Mg+B6).
  - 240 mg vitamina B6 prije spavanja može pomoći u življem sjećanju snova(Aspy i sur., 2018)
  - 500–1000 mg L-triptofana, 1–2 puta dnevno, po mogućnosti noću. Najbolje se apsorbira kada se unosi zajedno s ugljikohidratima. Folat i vitamin C pomažu u pretvaranju u 5-HTP.

- Vitamin D ujutro ili tijekom dana uz hranu bogatiju mastima, ako su laboratorijske pretrage krvi zabilježile nedostatak istoga, Izbjegavati uzimanje navečer, budući da vitamin D utječe na proizvodnju melatonina.(Asprey, 2012)

Izbjegavanje tvari koje ometaju san

Preporučam sljedeće:

- Izbjegavanje kofeina (kava, čaj, energetska pića, guarana) 5-8 sati prije odlaska na spavanje. Koristiti 1000-2000 mg vitamina C za brži izlazak kofeina iz organizma (trešnja, šipak, askorbinska kiselina). Alternativno žvakati cijele sjemenke kardamoma (5 do 10 komada) kako bi se destimulirao središnji živčani sustav.
- Izbjegavanje teobromina i teofilina (oba se nalaze u kakaovcu i kola orahu) 6 do 10 sati prije spavanja.
- Izbjegavati tiramin koji povećava proizvodnju noradrenalina, koji potiče aktivnost mozga i održava budnost. Sljedeći prehrambeni proizvodi sadrže tiramin, stoga ih treba izbjegavati za vrijeme večere: slanina, sir, čokolada, patlidžan, krumpir, kiseli kupus, kobasica, špinat, rajčica i vino.

Napitci koji pospješuju san

Neki čajevi obično utječu na GABA neurotransmitter koji inhibira anksioznost u mozgu.(Savage i sur., 2018)

- Valerijana 150-300 mg, prije spavanja (Bent i sur., 2006)
- Kamilica 500–1500 mg, prije spavanja (Mao i sur., 2014)

Održavanje adekvatne razine hidracije noću

Dehidracija, ali i prekomjerna konzumacija vode, mogu pojačati budnost. Jetra je obično najaktivnija između 1 sat ujutro i 3 sata ujutro, a budnost tijekom tih sati može biti znak dehidracije.

Preporučam sljedeće:

- Ograničavanje konzumacije pića navečer ako se primijeti da dolazi do čestog buđenja zbog odlaska na toalet. Adekvatna doza u tom slučaju je 2-3 dl oko 90 minuta prije spavanja.

Optimizacija tjelesne temperature

Tjelesna temperatura pada tijekom noći, a pad iste može se potpomoći na više načina.

Preporučam sljedeće:

- Izbjegavati zahtjevniju fizičku aktivnost (koja rezultira stimulacijom središnjeg živčanog sustava i porastom tjelesne temperature) dva sata prije spavanja
- Izlaganje hladnoći u večernjim satima (hladan tuš ili ledena kupka)
- Spavanje bez odjeće

#### Održavanje noćne razine glukoze u krvi

Ako razina šećera u krvi padne tijekom noći, oslobađaju se hormoni koji reguliraju glukozu kao što su adrenalin, glukagon, kortizol i hormon rasta. Ovaj proces može probuditi.

Preporučam sljedeće:

- Jest najkasnije dva sata prije spavanja
- Konzumirati sporo probavljivu hranu (kao što je meso) najkasnije četiri sata prije spavanja.
- Konzumacija omega-3 masnih kiselina, 30 do 60 minuta prije odlaska u krevet
- Uzeti žlicu organskog meda za nadoknade rezerve glikogena u jetri. Rezerve jetrenog glikogena potroše se za 12 sati.

#### Izbjegavanje svjetlosti iz plavog spektra

Povećanje svjetla crvenog spektra i smanjenje svjetla plavog spektra pokreće proizvodnju melatonina.

Preporučam sljedeće:

- Izbjegavati korištenje računala, mobilnog telefona ili televizije sat vremena prije odlaska u krevet

### **Monitoring i evaluacija sna**

Povijest prikupljanja podataka o fiziologiji spavanja seže u kasno 19. stoljeće. Sigmund Freud već je bio zainteresiran za snove u vrijeme prije izuma EEG-a i pravilnog razumijevanja REM faze spavanja. U posljednjih desetak godina tehnologije za mjerenje sna mnogo su dostupnije te nisu više isključivo locirane u laboratorijima. Kvaliteta sna može se mjeriti na sljedeće načine: EEG (elektroencefalografija, koja prati različite faze i cikluse sna), EMG (elektromiografija, koja mjeri napetost mišića čeljusti, EOG (elektrookulografija, koja mjeri pokrete očiju, HRV (varijabilnost otkucaja srca, koja mjeri razinu stresa

tijekom noći i odgovor tijela; parasimpatički živčani sustav aktivira se tijekom ortodoksnog spavanja, dok se simpatički živčani sustav aktivira tijekom REM faze spavanja.) (Elsenbruch i sur., 1999), noćna kretanja (spavanje treba imati razdoblja svake noći koja traju najmanje 15 minuta u kojima nema vidljivog kretanja), temperatura (sobna temperatura), MSLT (test višestruke latencije spavanja), MWT (test održavanja budnosti), tjelesna temperatura (koja pada tijekom noći) testiranje melatonina iz sline, otkucaji srca (koji padaju tijekom noći), zasićenost kisikom (mjerjenje razine kisika u krvi), krvni tlak (koji pada tijekom noći) i razina zvuka (mjerjenje pozadinske buke i hrkanje).

Također su dostupni mnogi komercijalni proizvodi za mjerenje sna kao što su: satovi za praćenje aktivnosti s funkcijom praćenja spavanja, nosivi nakit poput pametnog prstenja i privjesaka s funkcijama praćenja sna, uređaji koji osjećaju-prate pokrete tijela tijekom spavanja pomoću radio valova, aplikacije na pametnim telefonima za spavanje koje koriste senzore pokreta, pojasevi koji mjere otkucaje srca i kvalitetu sna.

Značajan dio mjerača aktivnosti prepoznaje različite faze sna samo na temelju pokreta tijela. To uključuje mnoge uređaje za praćenje aktivnosti i aplikacije za pametne telefone. Dodavanje zasebnog senzora za praćenje otkucaja srca, tjelesne temperature i frekvencije disanja značajno poboljšava točnost mjerenja. Moguće je započeti praćenje spavanja jednostavno pomoću aplikacije na pametnom telefonu iako je njihova točnost prilično loša u usporedbi s uređajima dizajniranim posebno za tu svrhu. Što se tiče pogodnosti za sportaša, najmanje je vjerojatno da će prekide spavanja uzrokovati pametni prstenovi i beskontaktni senzori pokreta tijela.

Pojasevi za otkucaje srca i razna pokrivala za glavu mogu biti neudobni za korištenje jer mogu poremetiti optimalan protok krvi. Što se tiče rizika od elektromagnetskog zračenja, pametno je odabrati Bluetooth uređaj malog dometa (0,5–1,0 mW).

Uređaj koji ja osobno koristim za praćenje kvalitete sna svojih sportaša u borilačkim sportovima je pametni prsten (Oura ring). Isti mjeri VARIJABILNOST SRČANIH OTKUCAJA (HEART RATE VARIABILITY - HRV) te također osigurava još neke od podataka koji su uvelike korisni u protokolima oporavka i procjeni spremnosti sportaša za novi trenažni podražaj ili natjecanje. Jasno je da uvijek može doći do odstupanja što se tiče sna. Kada je to slučaj, obraćam posebnu pozornost na oporavak živčanog sustava (HRV), vrijeme potrebno da se utone u san i količinu dubokog sna u odnosu na ukupno



vrijeme provedeno u snu. Ako jutarnji broj otkucaja srca u mirovanju kod sportaša počne ubrzavati, pokušavam reorganizirati dane odmora kako bi se ubrzao oporavak.

Kako bi se povećala kvaliteta sna, ključno je biti upoznat sa sljedećih nekoliko točaka:

- REM spavanje predstavlja 20-25 % vremena provedenog u snu
- Duboki san predstavlja 10-20 % vremena provedenog u snu
- Poželjno je spavati 7-8 sati noću (kao što smo i ranije spomenuli po potrebi i više)
- Poželjno je brzo zaspati (za manje od 15 minuta)
- Malo ili nimalo buđenja tijekom noći
- Povećana varijabilnost otkucaja srca (HRV) tijekom noći, što ukazuje na aktivaciju parasimpatičkog sustava (RMSSD)
- HF (high frequency power) komponenta varijabilnosti otkucaja srca dovoljno visoka (HF se povećava tijekom aktivacije parasimpatičkog živčanog sustava)
- Dnevni HR (heart rate) u mirovanju u jutarnjim satim trebao bi biti konstantan ili da pada u odnosu na mjesečni prosjek
- Malo ili nimalo hrkanja tijekom noći
- Izostanak nemira ili učestalih kretnji tijekom spavanja

## PREHRANA I HIDRACIJA

Hrana spaja ljude. Ona je izvor zadovoljstva i temelj koji čini druge aspekte života cjelovitima. Inteligentna optimizacija prehrane glavni je prioritet u svakodnevnom životu. Značajan izazov u prehrani je nažalost uobičajena dualistička navika dijeljenja sastojaka na dobre i loše opcije. No prehrana nije tako crno-bijela kao što se na prvi pogled može činiti, primjerice u kontroverznom slučaju masnoće protiv šećera. Učinak koji hrana ima na pojedinca varira ovisno o kvaliteti sastojaka, korištenim metodama obrade, kao i individualnim čimbenicima. Tri su ključne činjenice za izdvojiti kod prehrane: individualnost, optimalnost i raznolikost. Pod individualnošću mislim na detaljne karakteristike namirnica koje se ispituju kao dio velike slike. Neke istaknute značajke uključuju učinke sastojaka na razne ravnoteže sustava, metode pripreme i obrade koje povećavaju dostupnost hranjivih. Individualan pristup prehrani podrazumijeva uzimanje u obzir čimbenike kvalitete sastojaka i njihovo očekivano djelovanje na organizam sportaša. Izbor hrane nije ograničen na glavne favorite; istražiti ćemo manje poznate opcije. Prehrambene strategije su svojevrsne tehnologije koja se koristi za prevladavanje izazova svakodnevnog života, trenažnih procesa i natjecanja. Svi smo svjesni službenih prehrambenih smjernica i općih preporuka za unos hranjivih tvari kod visokoaktivnih pojedinaca kao što su sportaši. Pojednostavljenje i generalizacija su i snaga i slabost ovih preporuka.

Time dolazimo do optimizacije, a vitamin D je dobar primjer iste. Genetske varijacije u receptoru vitamina D (VDR) kod pojedinaca utječu na apsorpciju kalcija, a time i na preporučeni unos. (Ryynänen, 2014)

Kako se smanjuje raznolikost hrane, potencijalno može doći do neželjenih komplikacija po pitanju zdravlja i oporavka sportaša.

U svijetu postoji oko 50.000 jestivih biljaka. 15 onih koji se najčešće koriste predstavljaju otprilike 90 % energetskog unosa. Samo riža, kukuruz i pšenica hrane otprilike 60 % svjetske populacije. (Loftas i sur., 1995) Usporedbe radi, kroz ljudsku povijest naša je prehrana uključivala najmanje stotinu biljnih vrsta ovisno o lokalnom staništu. Cilj ovog poglavlja je prikazati najnovija istraživanja i najnaprednije strategije za dovođenje prehrane na personaliziranu razinu kod sportaša u borilačkim sportovima.

## **Ono si što probavljaš, apsorbiraš i prenosiš do svojih stanica**

Krenimo s jednostavnim pitanjem. Što je hrana? Jednostavno shvaćanje navodi nas na interpretaciju da su to stvari koje jedemo kako bismo osigurali energiju svom organizmu. S druge strane postoji i ono složenije tumačenje koje uključuje i komponente fiziologije te biokemije a glasi: da hrana sa sobom donosi kemijske veze prilikom čijeg pucanja nastaje adenozin trifosfat (ATP - jedinica ili valuta energije u organizmu) ili energija. Ipak hrana osim što osigurava energiju i makroelemente također sadrži: mikronutrijente, fitokemikalije, zookemikalije, prehrambena vlakna, vodu te neke organske molekule koje još nisu istražene. Kada uzmemo u obzir sve navedene komponente hrane lako možemo zaključiti da je hrana puno više od samog goriva za naš organizam. Stvarno značenje pojma hrane bilo bi da je ona poruka koju šaljemo našem tijelu kako da se ono ponaša.

Kako bi poruka bila što ispravnija, prehrana sportaša mora zadovoljavati nekoliko kriterija koji su sljedeći: energetska uravnoteženost, adekvatni nutrijenti, rezultiranje boljima općim osjećajem, usmjerenost na proces i uklanjanje limitirajućih faktora.

Budući da hrana kao poruka utječe na gotovo sve sustave organizma; a najistaknutiji je probavni koji razdvaja molekule, sortira molekule te transportira molekule do ostalih stanica u tijelu; nije ispravno voditi se previše dobro svima nam znanom izrekom ono si što jedeš. Puno točnije bilo bi da je svaki od nas ono što probavlja, apsorbira i prenosi do stanica svog organizma. Zahtjevi koji se postavljaju pred boksača u pogledu fizičkih performansi jedni su od najtežih u sportu. Boksači rade od 93 posto do maksimalnog broja srčanih otkucaja te po tome ispada da su oni u totalnom sprintu devet minuta. Boks također uključuje veliku psihološku komponentu. Koordinacija, snaga, brzina, reakcija i smirenost ključni su za uspjeh. Kako bi održali fizičku i mentalnu izdržljivost, boksači trebaju pravilnu prehranu i hidraciju. Pogrešna prehrambena strategija dovodi do toga da se boksači tijekom treninga osjećaju iscrpljeno. Također se ne uspijevaju oporaviti između napada i obrane, pa se upala i oksidativni stres povećavaju. Osim toga, potreba za povećanjem tjelesne težine čini dobru prehranu još važnijom. Sportaši moraju puniti svoje motore kako bi bili dobri, a usredotočenost na hranu vrhunske kvalitete također je ključ za postizanje željene tjelesne težine. Mnoga istraživanja pokazuju da sportaši rijetko zadovoljavaju sve svoje prehrambene potrebe. Čak i oni koji se trude ispravno hraniti možda neće unijeti dovoljno vode, kalorija, proteina, kvalitetnih ugljikohidrata, zdravih masti, vitamina, minerala i fitonutrijenata. Ovi nedostaci hranjivih tvari mogu smanjiti izdržljivost, smanjiti snagu i moć mišića, produžiti vrijeme oporavka nakon borbi, smanjiti mišićnu masu, povećati tjelesnu masnoću. Zato je utvrđivanje osnovnih stvari u

prehrani toliko važno i može promijeniti pravila igre, kako za performanse tako i za zdravlje. Ali pokrivanje svih tih osnova od hidratacije preko proteina do vitamina ponekad zvuči komplicirano, ali ne mora biti pod uvjetom da se koriste pravi sustav. Prehrana za boksače je ključna, ali njezino pravilno usklađivanje ne bi trebalo zahtijevati toliko truda kao svladavanje samog sporta. To bi na kraju krajeva bilo neodrživo te čak i spriječilo početak ispravnog hranjenja.

### **Kako unaprijediti funkciju probavnog sustava**

Bakterijski soj crijeva brzo se mijenja kad god se naprave prilagodbe u prehrani. Studije na miševima otkrili su da se nakon promjene prehrane mikrobiom može promijeniti preko noći. Slične se promjene događaju i kod ljudi, no točan vremenski raspon trenutačno nije poznat. (David i sur., 2014) Prelazak na prehranu koja je povoljnija za crijeva donijela je pozitivne rezultate u liječenju kroničnih upala, pretilosti i propusnosti crijeva. (Xiao i sur., 2014) Propusnost crijeva odnosi se na promijenjeno stanje epitelnih stanica na površini crijeva. Normalno se hranjive tvari apsorbiraju kroz epitelne stanice. Međutim, ponekad stanice i uski spojevi između njih počnu "propuštati" štetne tvari u cirkulaciju. Celijakija je tipičan primjer autoimune bolesti koja uključuje propusnost crijeva. Povećana propusnost crijeva (sindrom curenja crijeva) jedan je od ključnih čimbenika u razvoju autoimunih bolesti. Međutim, trenutačno nije poznato je li to uzrok ili posljedica. (Fasano, 2012; Mu i sur., 2017)

S obzirom da se za probavu opravdano kaže kako je drugi mozak jer se u istoj nalaze stanice identične onima u mozgu, a također bez njene pravilne funkcije ne može se očekivati i željena razina oporavka; jer se hranjive tvari ne razlažu i prenose u potpunosti; ključno je unaprijediti funkciju ovog sustava te ga istovremeno zaštititi i olakšati mu što je više moguće.

Predlažem sljedeće kako bi se podržao mikrobiom:

- Fermentirajuća vlakna, tj. prebiotici (Jenkins i sur., 1999; Kruse i sur., 1999) (na primjer inulin, pektin i oligofruktoza)
- Fermentirana hrana (Savard i sur., 2011; Saxelin, 2010)
- Rezistentni škrob (Haenen, 2013; Martinez i sur., 2010) (nalazi se na primjer u zelenim bananama, kuhanoj i naknadno ohlađenoj riži, krumpiru i žitaricama)
- Polifenoli (Rastmanesh, 2011)
- Tamna čokolada (sadrži polifenole i fermentabilna vlakna) (Moore i sur., 2014)

- Pistacije (Ukhanova i sur., 2014)
- Probiotici (određeni sojevi bakterija u specifičnim okolnostima; na primjer diareja izazvana putovanjem)

### Probiotici

Probiotici se odnose na žive mikrobe koji imaju pozitivne učinke na zdravlje. Prednosti postaju očite kroz balansiranje mikrobioma u probavnom traktu. Probiotičke bakterije mogu se stvoriti u laboratorijskim uvjetima ili koristiti kao organizmi koji se nalaze u tlu (SBO).

Probiotici imaju brojne zdravstvene prednosti koje su opsežno proučavane meta-analiza studijama:

- Ublažavanje zatvora(Dimidi i sur., 2014)
- Može pomoći u liječenju akutnog proljeva (Salari i sur., 2012)
- Sprječavanje putničkog proljeva (osobito *Saccharomyces Boulardii*) (McFarland, 2007)
- Olakšavanje liječenja sindroma iritabilnog crijeva(Nikfar i sur., 2008)
- Zaustavljanje napredovanja upalne bolesti crijeva, mogu olakšati oporavak (osobito *Lactobacillus acidophilus* i *Bifidobacterium lactis*) (Shen i sur., 2014; Sang i sur., 2010)
- Olakšavanje oporavka od nealkoholne bolesti masne jetre (Ma i sur., 2013)
- Mogu spriječiti običnu prehladu(Kang i sur., 2013)
- Sprječavanje i liječenje proljeva uzrokovanih antibioticima(Hempel i sur., 2012)

Probiotici su dostupni u sljedećim namirnicama: kiseli kupus i drugo fermentirano povrće (Plengvidhya i sur., 2007), fermentirani sokovi od povrća, kefir, kombucha, kimchi, natto, tempeh.

### Prebiotici

Prebiotici se odnose na neprobavljive spojeve vlakana kao što su oligo- i polisaharidi koji se koriste kao medij za rast bakterijskog soja u crijevima. Korištenje prebiotika potiče rast dobroćudnih probiotičkih bakterija poput bifidobakterija i bakterija mliječne kiseline u crijevima. Uzimanje prebiotika može imati pozitivne učinke na apsorpciju elemenata u tragovima,(Scholz-Ahrens & Schrezenmeir, 2007) imunološki sustav,(Lomax & Calder, 2009)krvni tlak i smanjeni rizik od raka debelog crijeva.(Geier i sur., 2006)

Visoke razine prebiotika mogu se naći u krumpirovom škrobu koji je uveden posljednjih godina u formi dodatka prehrani kao podrška bakterijskoj ravnoteži crijeva. Krumpirov škrob je bogat rezistentnim škrobom koji je koristan za mikrobiom. (Grabitske & Slavin, 2009) Osim općih prebiotičkih zdravstvenih dobrobiti, dokazano je da rezistentni škrob ima blagotvorne učinke na osjetljivost na inzulin i pretilost, kao i na regulaciju gladi kod glodavaca (Harazaki i sur., 2014; Higgins, 2011; Belobrajdic i sur., 2012) i ljudi. (Robertson, 2012; Higgins, 2014; Nichenametla i sur., 2014; Kwak i sur., 2012) Inulin i oligofruktoza su prebiotici koji potiču dobrobit crijeva. Oni također imaju zdravstvene prednosti slične onima dijetalnih vlakana. Namirnice koje sadrže navedena dva probiotika su: korijen cikoriije, artičoka, listovi maslačka, češnjak, poriluk, šparoge i banana.

Metode koje pospješuju probavu

Predlažem uvođenje sljedećih navika vezanih uz hranjenje:

- Pažljivo žvakanje
- Izbjegavanje stresa u vrijeme obroka
- Provođenje najmanje 20 minuta jedući
- Izbjegavati ispijanje tekućine tijekom obroka (razrjeđuje želučanu kiselinu)

Hrana koja pospješuje probavu:

- Svježi sok od mrkve (podržava crijevnu sluznicu)
- Sok od celera (pospješuje rad crijeva i ublažava zatvor)
- Razina klorovodične kiseline (betain hidroklorid, HCL)
- Karminativi smanjuju plinove u crijevima: naranča, komorač, đumbir, cimet, kardamom, cilantro, kim, sladić, origano, peršin, ulje paprene metvice, ružmarin, kadulja, matičnjak, kopar, majčina dušica, češnjak
- Gorčina potiče stvaranje želučane kiseline i probavnih enzima: artičoka, korijen *Angelica archangelica*
- Ostale namirnice koje potiču probavu: aloe vera, ananas, chia sjemenke, klorela, kiseli kupus, crni ribiz, islandski lišaj, kamilica, brusnice, zob, borovnice, origano, chaga gljive, papaja, sjemenke lana, hren, brusnice, psilij, korijen rabarbare, trputac, šipurak, spirulina, pasji trn, maline, pšenična trava, valeriana

Dodaci prehrani koji podržavaju probavu: (Masri i sur., 2015)

- Solna kiselina i pepsin

- L-glutamin: održava stanje crijevne sluznice i sprječava propusnost crijeva (Rao & Samak, 2012)
- Silicij i silicijeva kiselina-karmeloza gel: štiti sluznicu želuca (Uehleke i sur., 2012)
- Magnezij: može olakšati defekaciju i poboljšati pokretljivost probavnog trakta te je ujedno i važan mineral za crijevni epitel
- Vitamin B12
- Vitamini A, D i E: poboljšavaju regeneraciju sluznice
- Fosfolipidi i lecitin: pospješuju apsorpciju masti
- Probavni enzimi (ovisno o zahtjevima pojedinca, na primjer intolerancija na laktozu)

### **Metode pripreme namirnica**

Pažljiv odabir načina pripreme hrane može značajno utjecati na kvalitetu i sposobnost apsorpcije obroka, kao i na količinu štetnih spojeva u njemu.

Nijedna metoda pripreme nije savršena. Neke sastojke najbolje je jesti sirove, dok u mnogim slučajevima pravilno pretprocesiranje poboljšava apsorpciju hranjivih tvari i značajno olakšava rad probavnog sustava. Uravnotežena mješovita prehrana sastoji se od kuhanih i svježih namirnica. Prednosti i nedostaci kuhanja nadopunjuju se kada se pravilno izvode.

Metode pripreme hrane usmjerene na kvalitetu poboljšavaju okus, zadržavaju dragocjene hranjive tvari i smanjuju količinu štetnih spojeva koji nastaju kada se hrana tretira na visokim temperaturama.

Predlažem sljedeće metode za pripremu namirnica:

- Sporo kuhanje
- Vrenje
- Sotiranje
- Kuhanje na pari
- Polagano pečenje u pećnici
- Sous-vide
- Sirova hrana
- Fermentacija
- Prženje u vodi

Tijekom kuhanja uništavaju se štetne bakterije, virusi i jajašca parazita. Grijanje također razgrađuje određene štetne spojeve. Na primjer, razina oksalne kiseline u špinatu smanjuje se zagrijavanjem, a potencijalno kancerogeni spojevi u šampinjonima razgrađuju se kada se gljive pravilno kuhaju.

Neke hranjive tvari gube se zagrijavanjem. Na primjer, mnoge dokazane korisne tvari u brokuli uništavaju se zagrijavanjem (nastanak sulforfana pomoću enzima mirozinaze koja se inaktivira na visokim temperaturama). Razine vitamina B i C topljivih u vodi se smanji kada se sastojci prokuhaju. Mnogi minerali su također otopljeni u vodi za kuhanje. Hrana kuhana na pari znatno bolje zadržava svoje hranjive tvari. Kuhanje može poboljšati apsorpciju određenih hranjivih tvari. Beta-karoten u mrkvi i likopen u rajčici apsorbiraju se učinkovitije nakon što su kuhani.(Dewanto i sur., 2002) Samo 4 % beta-karotena u sirovoj mrkvi se apsorbira. Pasiranje i kuhanje mogu peterostruko povećati stopu apsorpcije. S druge strane, karotenoidi mogu postati manje korisni kada se kuhaju. Maillardova reakcija (posmeđivanje) poboljšava okus hrane, ali slabi apsorpciju proteina.(Seiquer i sur., 2006) Reakcija stvara spojeve koji proizvode smeđu boju i arome koje su ključne za boju i okus mnogih namirnica. Maillardova reakcija počinje na približno 140°C te proizvodi kancerogene spojeve kada temperatura prijeđe 180°C.(Stadler i sur., 2002)

### **Nutrijenti po kategorijama namirnica**

Promjene u prehrani treba provoditi pažljivo. Na primjer, studije pokazuju da ekstremne dijetete (ako primjer možemo navesti skidanje kilograma za težinsku kategoriju kod boraca) mogu dovesti do nedostatka mikronutrijenata.(Calton, 2010) S druge strane, ni obična domaća hrana možda neće ispuniti prehrambene smjernice.

Sastojke niske kvalitete relativno je lako isključiti primjenom nekoliko temeljnih načela. Voditi se načelom JEDITE HRANU NAJBLIŽE ONOM OBLIKU U KOJEM SE NALAZI U PRIRODI brzo eliminira gotovu hranu i proizvode najniže kvalitete. Osnovno pravilo je da što je hrana bliža izvornom stanju, to je vjerojatnije da će imati svojstva koja promiču oporavak i poboljšavaju zdravstveni status. Meta-analize su otkrile da organski proizvedeni sastojci sadrže znatno više antioksidansa i manje teških metala i pesticida nego neorganski sastojci.(Baranski i sur., 2014) Sve tri kategorije makronutrijenata ključne su za sportaše. Ako sportaš dosljedno slijedi smjernice za svaku



od njih, bit će pun energije, dobro nahranjen i dobro pripremljen. Boksачu je potrebno više proteina nego na primjer sportašu iz sporta izdržljivosti.

Ako ne unosi dovoljno ove hranjive tvari, to će biti teže izgraditi mišiće, izgubiti salo i oporaviti se od treninga i borbi.

Proteini također pomažu u boljoj probavi hrane, stvaranju hormon (poput hormona rasta), održavanju zdravog imunološkog sustava.

Smjernica koju osobno predlažem borcima: jesti 1,8-2,2 grama po kilogramu tjelesne težine. To osigurava da se optimizira unos proteina. (Thomas i sur., 2016; Jäger i sur., 2017)

Na primjer, ako boksač teži:

- 68 kg, unosi 120-150 grama proteina dnevno.
- 91 kg, unosi 160-200 grama proteina dnevno.
- 113 kg, unosi 200-250 grama proteina dnevno.

Prije svega, preporučam da se naglasak stavi na minimalno prerađene izvore nemasnih proteina. To uključuje životinjske proteine kao što su nemasna govedina, piletina, puretina, riba, hobotnica, školjke, kefir te biljne proteine kao što su leća, grah, slanutak, mahune.

Boksačima su pijekopotrebni i ugljikohidrati kako bi bili u najboljem izdanju. Unos dovoljne količine ugljikohidrata ključan je za optimizaciju performansi, oporavak i sastav tijela.

Konzumiranje dovoljno ugljikohidrata također može pomoći pri normalnoj funkciji štitnjače, održavanju normalne razine spolnih hormona (testosteron za muškarce; estrogen i progesteron za žene), regulaciji raspoloženja i emocija te boljem snu.

Smjernica koju osobno predlažem borcima: jesti 5-7 grama po kilogramu tjelesne težine.

Na primjer, ako boksač teži:

- 68 kg, unosi 300-450 grama ugljikohidrata dnevno.
- 91 kg, unosi 400-600 grama ugljikohidrata dnevno.
- 113 kg: unosi 500-750 grama ugljikohidrata dnevno.

Prije svega, preporučam da se naglasak stavi na visokokvalitetnu hranu bogatu ugljikohidratima koja je minimalno prerađena. To uključuje cjelovito voće, škrobno povrće, kao što su cijeli krumpir, mrkva i cikla te razne cjelovite žitarice i mahunarke

Kako bi funkcija organizma boksača bila na traženoj razini masti su također makronutrijent koji zaokružuje cijelu sliku.

Potreban je dobar omjer istih koji će pomoći u sagorijevanju viška tjelesne masti i izgradnji mišića, ispravnom radu stanica, stvaranju spolnih hormona (poput testosterona i estrogena), jačanju imunološkog sustava i apsorpciji hranjivih tvari poput vitamina A, D, E i K.

Smjernica koju osobno predlažem borcima: jesti oko 1,1 gram po kilogramu tjelesne težine.

Na primjer, ako boksač teži:

- 68 kg, unosi oko 75 grama masti dnevno.
- 91 kg, unosi oko 100 grama masti dnevno.
- 113 kg, unosi oko 125 grama masti dnevno.

Prije svega, preporučam da s naglasak stavi na minimalno prerađene, zdrave masti. Težiti mješavini cjelovitih masnoća (kao što su orašasti plodovi i sjemenke), mljevene cjelovite hrane (kao što su maslac od orašastih plodova i guacamole) i prešana ulja (kao što su maslinovo i avokado). Kako bi se osiguralo da sportaš dobije sve potrebne vitamine, minerale i fitonutrijente koji su potrebni za optimalno zdravlje i izvedbu, dajem šarenom povrću bogatom hranjivim tvarima posebnu kategoriju. To je zato što su vitamini, minerali i fitonutrijenti neopjevani heroji svijeta izvedbe, a šareno povrće je bogato istima. Ovi mikronutrijenti uključeni su u stotine metaboličkih procesa koji utječu na razinu energije, apetit, snagu, izdržljivost i raspoloženje. Bez dovoljno ovih mikronutrijenata češće nastupaju bolesti, moždane funkcije i koordinacija se smanjuju, mišićne i srčane kontrakcije slabe te češće nastupaju grčevi.

Većina sportaša ne zadovoljava sve svoje potrebe za vitaminima i mineralima. Točnije, često im nedostaje vitamina D, magnezija, cinka i kalcija. Štoviše, također imaju tendenciju manjka fitonutrijenata. Jedući što raznolikije povrće i voće osigurava se obilje vitamina i minerala. Boksači bi trebali svaki dan pokušati pojesti barem 1 šalicu povrća svake boje (zeleno, crveno, narančasto, žuto, plavo, ljubičasto, bijelo).

### **Mjerenje i praćenje prehranbenog statusa sportaša**

Važno je saznati koja je prehranbena polazna točka prije bilo kakvih značajnih promjena u prehrani ili ulaganja u dodatke prehrani. Potrebno je analizirati razine hranjivih tvari i ključne vrijednosti u krvi. Praćenje tjelesnih funkcija u odnosu na prehranu kako bi se dobile informacije o krvnim stanicama, vitaminima, razinama mikro i makronutrijenata, mikrobiološkom statusu crijeva, posebnim genetskim svojstvima i svim preosjetljivostima povezanim s hranom ili alergijama ključan je korak te uvelike olakšava

cijelokupan proces rada kako za trenera tako i za sportaša. Testiranja koja osobno koristim i preferiram kod svojih sportaša muškog spola su laboratorijska analiza krvi i urina: KKS, albumin/kreatinin omjer, AST, ALT, GGT, ALP, BILIRUBIN UKUPNI, UREJA, KREATININ, GLUKOZA, KOLESTEROL, HDL-KOLESTEROL, LDL-KOLESTEROL, TRIGLICERIDI, UKUPNI TESTOSTERON, SLOBODNI TESTOSTERON, ESTRADIOL, SHBG, DHEA-S, INZULIN, TSH, FT4, PSA (za starije od 45 godina), VITAMIN D (25-OH), VITAMIN B12 (kod vegana), FERITIN, IONIZIRANI KALCIJ, RBC MAGNEZIJ (magnezij u eritrocitima).

Kako bi cijeli proces bio detaljno popraćen tražim od sportaša dnevnik prehrane koji prati sljedeće prehrambene čimbenike:

- Omjeri makrohranjenata (proteini, ugljikohidrati, masti)
- Količine mikrohranjenata dostupnih iz pojedena hrana
- Unos kalorija u usporedbi s dnevnom potrošnjom energije (bazalni metabolizam i tjelesna aktivnost)
- Količina potrošene vode (hidracija)
- Količina konzumiranog kofeina (preporučam maksimalno 400 mg dnevno)
- Količina soli prisutna u hrani
- Omjer natrija i kalija
- Redovitost obroka
- Fotografije pojedjenih obroka

U nekoliko slučajeva sam zatražio da se provede genetsko testiranje putem usluge 23&me, kada su se kod sportaša pojavljivale nuspojave prilikom konzumacije određene vrste namirnica. Naravno, jednostavnije je ukloniti iste namirnice iz plana i programa, ali s obzirom da neka vrsta hrane može uzrokovati problem bez trenutnih promjena odlučili smo se za postupak testiranja. Genski testovi mogu se koristiti za identifikaciju povećanih individualnih rizika od raznih bolesti koji se zatim uzimaju u obzir pri odabiru načina života. Važno je razumjeti da stil života kontrolira funkciju gena. Nisu svi geni stalno aktivni. Epigenetika (aktivacija ili deaktivacija gena čimbenicima izvan genoma) može se uočiti na primjer u povećanoj ili smanjenoj funkciji određenih gena zbog čimbenika iz okoliša kao što je prehrana.(NTNU, 2011)

Nutrigenomika uključuje proučavanje učinaka prehrane na funkciju gena. Geni utječu na metabolizam na cjelovit način. Zbog toga bi bilo pogrešno očekivati da će određena dijeta (kao što je na primjer dijeta s niskim udjelom masti ili ugljikohidrata) polučiti iste rezultate za sve.

## **Hidracija**

Ljudsko biće može preživjeti bez hrane dulje vrijeme, ali samo 3-5 dana bez tekućine vjerojatno će dovesti do smrti. Slično tome, tijekom i nakon treninga, dovoljan unos tekućine je od iznimne važnosti. Tijelo je u stanju apsorbirati samo relativno malu količinu tekućine pod naporom. Taj volumen varira od 300 do 1200 mililitara na sat.(Coyle, 2004)

Samo dva posto dehidracije tjelesne mase može biti štetno, osobito u odnosu na aerobne performanse. Kako se razina dehidracije povećava, tako raste i rizik od ozljeda. Utvrđeno je da anaerobna izvedba i mišićna snaga ostaju nepromijenjeni pri malo višoj razini dehidracije. Na primjer, dehidracija od 3-4 % ne mora nužno biti značajna šteta. Neki sportaši dehidracijom pokušavaju postići željenu tjelesnu težinu, ali to je velika pogreška. Često testiranje sportaša prije treninga i natjecanja može ukazati na učinke dehidracije; gubitak snage, točnosti i znakovi umora. Dehidracija također može uzrokovati grčeve mišića i povećati rizik od toplinskog udara. S unosom tekućine treba započeti na početku treninga. Općenito pravilo je piti 0,1–0,2 litre u intervalima od 15–20 minuta tijekom cijelog treninga. Hidracija je također ključna za oporavak. Na primjer, dehidracija smanjuje proizvodnju testosterona i nakon treninga snage (Judelson i sur., 2008) i nakon treninga izdržljivosti.(Maresh i sur., 2006) Stoga je najvažniji sastojak svakog napitka za oporavak nakon treninga voda. Prema službenim smjernicama treba piti minimalno 1-1,5 litara vode dnevno, po mogućnosti 2-3 litre, ovisno o dnevnoj aktivnosti i temperaturi zraka.(Jéquier & Constant, 2010) Osim toga, dnevni unos tekućine treba povećati za najmanje litru po svakom satu treninga. Ne preporuča se pretjerani unos tekućine tijekom treninga. Pretjerana hidracija i njezina nuspojava gubitka soli/natrija (hiponatrijemija) mogu biti štetniji od nedovoljnog unosa tekućine. Stoga uvijek savjetujem konzumaciju napitaka koji sadrže elektrolite. Dnevne potrebe za vodom su otprilike 3,5 litre za muškarce i 2,5 litre za žene.(Sawka i sur., 2005) Iznenađujuće je koliko vode dobivamo iz hrane (osobito povrća, voća i bobičastog voća koje ima visok sadržaj vode).

## **Pijenje tijekom treninga i efekti dehidracije na izvedbu**

Sportsko piće mora sadržavati natrij (sol). Komercijalni sportski napitci često sadrže i druge elektrolite osim natrija, iako su istraživanja pokazala da je natrij najvažniji. Potrebna količina natrija značajno varira ovisno o vremenskim uvjetima, duljini treninga i individualnim čimbenicima. Na litru sportskog napitka trebalo bi biti 0,5-1,5 g natrija. Učinak dehidracije na smanjenje izdržljivosti postaje očit s porastom temperature zraka. Nasuprot tome, dehidracija ima mali učinak na izdržljivost kada je vrijeme svježije ili hladno.(Cheuvront i sur., 2005)

Čini se da razina dehidracije veća od 2-3 % može ugroziti motoričke vještine, sposobnost,(MacLeod & Sunderland, 2012) budnost, sposobnost donošenja odluka, pozornost,(Baker i sur., 2007) percepciju, koncentraciju(Adan, 2012) i subjektivni osjećaj energije.(Armstrong i sur., 2012) Nedovoljna hidracija također može umanjiti izvedbu zbog psiholoških učinaka.(Wall i sur., 2013)

Na primjer, čini se da pijenje više tekućine nego što nalaže osjećaj žeđi ne donosi nikakve dodatne koristi u mnogim situacijama, čak i ako dovodi do smanjene dehidracije.(Goulet, 2011)

Jednostavan pokazatelj dovoljne hidracije je boja i volumen urina. Svijetložuti urin i veliki volumen urina ukazuju na to da je ravnoteža tekućine u tijelu dovoljna. Nasuprot tome, tamno obojen urin i mali volumen urina ukazuju na dehidraciju.(Armstrong i sur., 1998) S druge strane, urin koji je potpuno bezbojan ukazuje na to da je unos tekućine prevelik ili prebrz.

Predlažem i obraćam pozornost na sljedeće kako bi hidracija kod sportaša u borilačkim sportovima bila optimalna:

- Pratiti osjećaj žeđi i boju urina
- Piti najmanje 2 litre čiste vode dnevno
- Dodati arome i dodati komponente koje potencijalno poboljšavaju hidracijske sposobnosti vode (kao što su sol, med, limun) ili koristiti druge dostupne tekućine (uključujući sportske napitke, kokosovu vodu, sok od breze, svježe prešane sokove od povrća, razne vrste čajeva)
- Uravnotežena konzistencija lako se postiže kombinacijom različitih svojstava komponenti. Na primjer, dodavanje natrija (soli) u kokosovu vodu koja je prirodno bogata kalijem (2 g/l) poboljšava hidratijski kapacitet pića.(Ismail i sur., 2007)

- Dobar sportski napitak sadrži ugljikohidrate (6–8 %) i natrij (0,5–1 %). Osim toga, mala količina proteina (1-2 %) i elektrolita (Mg, K, Ca) mogu biti korisni. Unos ugljikohidrata nije relevantan u smislu izvedbe ako trening traje manje od sat vremena i ako sportaš uglavnom sagorijeva masti za energiju (u aerobnim vježbama).
- Piće koje sadrži natrij često se smatra da ima ugodniji okus od čiste vode, što povećava vjerojatnost konzumacije.(Murray, 1987)

## **SVIJEST**

Važno je razumjeti osnovnu strukturu i fiziološke mehanizme mozga te ujedno i tehnike kojim se poželjno služiti pri opuštanju i aktivaciji centralnog živčanog sustava. Postoje mnoge studije koje proučavaju poveznicu između mozga i probave (gut-to-brain axis) te nam iste otkrivaju koliki utjecaj ima jedno od najneistraženijih područja vezanih uz čovjeka

- svijest - na materiju ili organizam. Borilački sportovi i općenito individualni sportovi su izrazito zahtjevni u svakom pogledu.

### **Metode za nadogradnju uma**

Ne razmišljati i analizirati (meditacija) - najteža stvar na svijetu

Meditacija kao pojam, riječ ili vježba različitim ljudima znači različite stvari. Rječnička definicija kaže da se meditacija odnosi na određene metode vježbanja uma ili pokušaja postizanja određenih stanja svijesti (Oxford, Cambridge). Meditacija se također može opisati kao introspekcija u kojoj praktikant promatra svoje misli i osjećaje. Istočnjačke tradicije meditacije i mistični pokreti stari su tisućama godina. Primjeri za to uključuju budizam u njegovim mnogim oblicima, hinduizam, taoizam i islam.(Goleman, 1988) Primjer koji navodim te ujedno i jednostavna metoda koju koristim kod sportaša jest ona gdje pojedinac sjedi ili leži, pokušava se maksimalno opusiti i razmišljati ni o čemu. Od 1950-ih objavljene su stotine studija o meditaciji. Najnovije koje uključuju snimanje mozga i EEG ispravili su neke od metodoloških pogrešaka ranijih studija i produbili naše razumijevanje zdravstvenih dobiti meditacije.

Sveobuhvatna metaanaliza objavljena 2012. godine (Sedlmeier i sur., 2012) obuhvatila je 163 studije o psihološkim učincima meditacije. Psihološki učinci meditacije: veća tolerancija na stres i niža razina stresa (Alexander i sur., 1996; Goyal i sur., 2014; Grossman i sur., 2004), smanjena anksioznost i depresija (Manocha i sur., 2011; Hoge i sur., 2013; Orme-Johnson & Barnes, 2013; Khoury i sur., 2013; Koszycki i sur., 2007), poboljšana sposobnost koncentracije i bolja kontrola emocija (Menezes i sur., 2013), poboljšano pamćenje (van Vugt & Jha, 2011) te poboljšana kognitivna funkcija i inteligencija (Dillbeck i sur., 1986; So & Orme-Johnson, 2001; Cranson i sur., 1991)

Fiziološki učinci meditacije: niži krvni tlak i broj otkucaja srca u mirovanju, kao i smanjeni fiziološki stres (Hughes i sur., 2013), niže razine kortizola u

krvi(Turakitwanakan i sur., 2013), smanjena kronična bol i osjećaj boli(Zeidan i sur., 2011; Zeidan i sur., 2012), poboljšani imunitet(Davidson i sur., 2003), smanjen oksidativni stres (Schneider i sur., 1998), povećani alfa i theta valovi u mozgu(Xue i sur., 2014; Lagopoulos i sur., 2009), povećana plastičnost mozga(Davidson & Lutz, 2008), usporavanje procesa starenja mozga(Gard i sur., 2014) te poboljšanje cerebralnog krvotoka. (Cahn & Polich, 2006; Cranson i sur., 1991)



## **IDEOMOTORIČKI TRENING**

Ideomotorički trening odnosi se na čin vizualizacije prije sportske izvedbe. Pojam *ideo* znači *misao*, a *motor* znači *aktivaciju mišića*. Točnije, ideomotorički trening znači *zamišljanje sportske izvedbe u mislima tijekom izvođenja mikropokreta (mali pokreti koji nalikuju na veće)*. Koncept ideomotoričkog treninga nije nov; njemački filozof I psiholog Johann Fredrich Herbart (1776. – 1841.) sugerira još 1825. Godine da svakoj radnji pokreta prethodi vizualizacija tog pokreta. (Schack I sur., 2013) Znanstvenici iz raznih područja (od kognitivne psihologije do robotike) dokazali su da složenim pokretima ljudskih bića upravljaju osnovni koncepti djelovanja (BAC) (BAC). Utvrđeno je da trening vizualizacije aktivira iste neuronske mreže I živčane puteve u mozgu kao I stvarni fizički trening. Dokazano je da sportaši koji sudjeluju u ideomotoričkom I fizičkom treningu postižu bolje rezultate u usporedbi s onima koji sudjeluju samo u fizičkom ili samo u vizualizacijskom treningu. (Schack & Ritter, 2013)

Sljedeću vježbu koristim kod sportaša u borilačkim sportovima kako bi poboljšali svoju izvedbu. Poželjno je izvoditi vježbu nekoliko puta dnevno u trajanju od 5 do 15 minuta.

1. Zatvoriti oči I duboko idsati 39inute (5 sekundi udah I 5 sekundi izdah, 5:5)
2. Skenirati cijelo tijelo od glave do pete (nastaviti disati tempom 5:5)
3. Fokusrirati se na uspješan nastup (vanjska perspektiva)
4. Interno se usredotočiti na izvedbu, prošetati kroz pokret ili niz pokreta dok se izvode imitativni mikropokreti (unutarnja perspektiva)
5. Izbjegavajte negativne slike I misli vezano uz nastup.

### **Disanje kao ključ kontrole živčanog sustava**

Studije na sisavcima otkrile su da je brzina disanja svake vrste (tj. Broj udisaja u minuti) proporcionalna životnom vijeku. Što je veća brzina disanja, životni vijek je kraći. Na primjer, brzina disanja miša varira između 60 I 230 puta u minuti, a njegov očekivani životni vijek je 1,5-3 godine. S druge strane, brzina disanja kita je 3-5 puta u minuti, a njegov očekivani životni vijek je preko 100 godina. Prosječna normalna frekvencija disanja kod ljudi je 12-20 puta u minuti. S druge strane, čini se da fizička veličina vrste ima određeni utjecaj na očekivani životni vijek, barem u slučaju sisavaca (miš naspram

ljudi naspram kitova).(Speakman, 2005) Disanje i njegova regulacija imaju velik utjecaj na funkciju autonomnog živčanog sustava. Vježbe dubokog disanja posebno su učinkovite u smanjenju stresa i napetosti. Produženi izdisaj učinkovito aktivira parasimpatički živčani sustav koji je povezan na primjer s povećanim opuštanjem i oporavkom, kao i sniženim otkucajima srca i krvnim tlakom.(Solberg i sur., 2000) Različite tehnike disanja, primjerice duboko disanje, mogu značajno smanjiti brzinu disanja i istovremeno povećati respiratorni minutni volumen, kao i smanjiti oksidativni stres u tijelu.(Martarelli i sur., 2011; Martarelli i sur., 2011)

## WIM HOF METODA

Nizozemac Wim Hof, poznat i kao The Iceman, razvio je metodu za kontrolu svog autonomnog živčanog sustava i imunološkog sustava. (Kox i sur., 2012) Hof je poznat po svojim brojnim svjetskim rekordima, na primjer po tome što je dva sata sjedio u ledenoj kupelji. Popeo se na Kilimanjaro u tri dana noseći samo kratke hlače. Također je trčao maraton u Finskoj na temperaturi od  $-20^{\circ}\text{C}$  ( $-4^{\circ}\text{F}$ ). Hofova metoda koristi Tummo meditaciju i tehniku disanja poznatu kao Pranayama. O Hof metodi objavljena je kontrolirana studija na ljudima. Ispitanici su mogli regulirati svoj simpatički živčani sustav i imunološki sustav pomoću vježbi koje je razvio Hof. Nakon što su primili injekciju bakterijskog toksina, pojedinci koji su prakticirali metodu imali su manje simptoma sličnih gripi u odnosu na kontrolnu skupinu, višu razinu adrenalina u krvi i konstantniju razinu hormona stresa u krvi. Studija je također otkrila da su pojedinci koji su prakticirali metodu imali nižu razinu proupalnih citokina (TNF- $\alpha$ , IL-6, IL-8), dok su razine protuupalnih citokina (IL-10) bile više nego u kontrolnoj skupini. (Kox i sur., 2014) Metoda se izvodi na sljedeći način:

1. Sjesti udobno ravnih leđa, zatvorenih očiju (vježbu treba prakticirati odmah nakon buđenja na prazan želudac)
2. Vježba zagrijavanja:
  - a. Polako udahnuti da se raširi dijafragma
  - b. Izdahnuti i ispuhnuti pluća onoliko koliko je moguće
  - c. Ponoviti ciklus disanja 15 puta
3. Vježba snažnog disanja
  - a. Zamisliti da se napuhuje balon; udahnuti kroz nos i izdahnuti kroz usta proizvodeći kratki ali snažni zvuk ispuhivanja zraka
  - b. Zatvoriti oči i ponoviti ovo 30 puta dok se ne osjeti lagana vrtoglavica i trnci po tijelu
4. Skeniranje tijela
  - a. Tijekom vježbe disanja pratiti od glave do pete i osjetite koji dijelovi tijela su napeti
  - b. Pokušati opustiti napete dijelove tijela
5. Zadržavanje daha
  - a. Nakon 30 ciklusa brzog disanja napuniti pluća, a zatim ih ispuhati što je više moguće
  - b. Opustiti se i osjetiti kako kisik ispunjava tijelo
  - c. Zadržati dah dok se ne osjeti potreba za udahom
6. Oporavljajuće disanje

- a. Ispuniti pluća maksimalno zrakom i osjetiti kako se dijafragma širi
  - b. Opustiti cijeli abdominalni dio (pleksus)
  - c. Zadržati dah 15 sekundi bradom prislonjenom na prsa
  - d. Popratiti jesu li ostali još neki dijelovi tijela koji su napeti te opustiti preostale
- Ovo je jedan ciklus vježbi. Ponoviti vježbu 2-3 puta. Kako nastupa napredak proširiti vježbu na šest ciklusa. Završiti vježbu opuštanjem.

## ISPREKIDANA HIPOKSIJA

Isprekidani hipoksijski trening (IHT) korišten je i proučavan u Rusiji i Ukrajini na prijelazu u 1940-e, posebno na sportašima. IHT se koristi, na primjer, kada se sportaš nalazi na većoj nadmorskoj visini gdje je zrak rjeđi. Hipoksija znači smanjenu opskrbu tijela kisikom. IHT je korišten u uvjetima istraživanja u barokomorama koje omogućuju regulaciju parcijalnog tlaka kisika i ugljičnog dioksida. Međutim, uporaba barokomora uključuje moguće nuspojave. (Serebrovskaya i sur., 2003) Trening hipoksije može se provoditi bilo gdje zadržavanjem daha korištenjem intervalnih sekvenci. (Parkes, 2006; Malshe, 2011) Druga je mogućnost korištenje posebne maske koja smanjuje zasićenost kisikom u protoku zraka i povećava ventilaciju pluća. Maska posebno dizajnirana za korištenje pri vježbanju, povećava razinu ugljičnog dioksida u protoku zraka (hiperkapnija) što, osim nedostatka kisika, ima fiziološke učinke na povećanje performansi. (Miyamura i sur., 1990; Woorons i sur., 2010)

IHT povećava plastičnost dišnog sustava kao i snagu povećanjem broja faktora rasta u motoneuronima respiratornog trakta. (Dale i sur., 2014) Dodatno, IHT može povećati izdržljivost tijekom atletskih treninga. (Katayama i sur., 2003) Pravilno prakticirana IHT također će vjerojatno poboljšati opskrbu tkiva kisikom i funkciju imunološkog sustava, kao i potaknuti proizvodnju antioksidansa u tijelu. (Hellemans, 1999)

Metoda se izvodi na sljedeće načine:

- Vježbati zadržavanje daha dok je lice uronjeno u hladnoj vodi što je duže moguće. Ponoviti ovo pet puta s tri stabilizirajuća udisaja između vježbi.
- Hiperventilirati, a zatim zadržite dah što je duže moguće; ponoviti isto 5 puta
  - Hiperventilacija povećava vrijeme zadržavanja daha dok uklanja ugljični dioksid iz krvi
- Vježbe za vrijeme plivanja u hladnoj vodi
  - Zadržati dah i plivati u dužini od 25 metara; stabilizirati disanje i zatim ponoviti interval plivanja ukupno 10 puta

## KROKODILSKO DISANJE

Krokodilsko disanje nazvano je zbog položaja

i tehnike disanja tipične za krokodile. Krokodilsko disanje jača dijafragmu, glavni i zapostavljeni dišni mišić u tijelu. Vježbe dubokog trbušnog disanja mogu aktivirati parasimpatički živčani sustav i smanjiti stres. Trbušno disanje također može smanjiti

oksidativni stres nakon treninga ili meča te ubrzati proces oporavka.(Martarelli i sur., 2011)

Metoda se izvodi na sljedeći način:

- Leći potrbuške na pod s rukama ispod čela, nadlanicama okrenutim prema gore
- Koristeći dijafragmu, disati duboko kroz nos
- Disati na načina da se donji dio leđa podiže, a bokovi se šire pri udisaju
- Početi s 20 udisaja i postupno povećavati broj dok se ne dođe do sto
- Pratiti tempo 1:2, točnije izdisaj traje dvostruko duže od udisaja (4 sekunde udah i 8 sekundi izdah)

### **Neurotransmiteri**

Neurotransmiteri su glasničke molekule koje prenose, pojačavaju i ako je potrebno blokiraju signale među neuronima.

Osim neurotransmitera, mozak sadrži veliki broj različitih neuropeptida (glasničkih molekula koje utječu na funkcije živčanog sustava). Neurotransmiteri su skupljeni u mjehuriće (vezikule) koji se kreću od jednog neurona do drugog preko sučelja (sinapsi). Učinak neurotransmitera može se očitovati brzo ili sporo, ovisno o mehanizmu prijenosa.(Südhof, 2008) Hranjive tvari ključne su za proizvodnju neurotransmitera. Mnogi neurotransmiteri nastaju iz aminokiselina koje se nalaze u hrani. Nedostatak hranjivih tvari sam po sebi stoga može uzrokovati neurokemijske probleme kao što su poteškoće s učenjem i pažnjom, depresija i drugi psihološki poremećaji. Neurotransmiteri utječu na misli i osjećaje.(Pietrini i sur., 1999)

Neravnoteža neurotransmitera može se manifestirati kao različiti psihički poremećaji. Ravnoteža između glavnih neurotransmitera (serotonin, dopamin, GABA i acetyl-kolin) može se subjektivno procijeniti pomoću indikativnog testa tipa osobnosti koji je razvio američki liječnik Eric R. Braverman.(Braverman, 2004) Razine neurotransmitera (noradrenalin, dopamin, serotonin) mogu se u praksi mjeriti testiranjem metaboličkih produkata istih u krvi ili urinu. Najbolji primjer proučavanja ravnoteže neurotransmitera uključuje mjerenje organskih kiselina u urinu što daje uvid u opću ravnotežu neurotransmitera u tijelu.(Hoffmann i sur., 1989) Bitno je napomenuti da se značajno oslobađanje neurotransmitera događa u crijevima(Ferri, 1988) i test ne razlikuje neurotransmitere koji potječu iz središnjeg živčanog sustava. Postoje metode izravnog mjerenja neurotransmitera središnjeg živčanog sustava, ali njihova je dostupnost ograničena.(Ting & Phillips, 2008) Dotaknimo se svakog od ključnih neurotransmitera.

## **Serotonin**

Serotonin je monoaminski neurotransmitter mozga i crijeva. Biokemijski je izveden iz triptofana. Otprilike 90 % serotonina nalazi se u crijevima gdje regulira crijevne pokrete.(Berger i sur., 2009) Ostatak se stvara u neuronima središnjeg živčanog sustava koji proizvode serotonin. Serotonin ima nekoliko fizioloških učinaka na raspoloženje, apetit, san, pamćenje i učenje. Brojni su serotoninški receptori u raznim organima. Najpoznatiji od njih su obitelji 5-HT1 i 5-HT2 receptora. Tipični problemi uzrokovani nedostatkom serotonina uključuju anksioznost, depresiju i opsesivno-kompulzivne poremećaje. Crijevni problemi uključuju zatvor i sporiju probavu.(Costedio i sur., 2007) Promjene u prehrani mogu uvelike pomoći u otklanjanju nedostatka serotonina. Hrana koja potiče stvaranje serotonina je sljedeća: banana, kiwi, šljiva, papaja, datulja, rajčica, puretina, piletina, razne vrste ribe, jaja, sir, orašasti plodovi, sjemenke, kakao. Dodaci prehrani koji potiču stvaranje serotonina: kalcij, riblje ulje, 5-HTP, magnezij, melatonin, piridoksin, triptofan, cink.

## **Dopamin**

Dopamin je moždani neurotransmitter iz obitelji katekolamina i fenetilamina. Dopamin se biokemijski sintetizira iz tirozina i DOPA-e. Mozak sadrži nekoliko različitih dopaminskih sustava, od kojih većina uključuje nagrađivanje i motiviranje obrazaca ponašanja.(Schultz, 2002) Stoga ne čudi da lijekovi i stimulansi koji povećavaju dopamin kao što su kokain, amfetamin, alkohol i nikotin stvaraju ovisnost. Drugi dopaminski sustavi uključuju motoričku kontrolu i lučenje hormona. Disregulacija dopamina značajan je dio nekih bolesti kao što su Parkinsonova bolest, šizofrenija, ADHD i sindrom nemirnih nogu.(O'Sullivan i sur., 2009) Osim mozga i središnjeg živčanog sustava, dopamin utječe na druge dijelove tijela, uključujući probavni sustav, krvne žile i imunološki sustav. Dopamin utječe na neurone koji proizvode dopamin kojih u ljudskom mozgu ima približno 400 000.(Schultz, 2007) Učinci na motivaciju i kogniciju posebno su značajni. Primjetno je da i pretjerano niske i pretjerano visoke razine dopamina imaju učinak slabljenja pamćenja.(Vijayraghavan i sur., 2007) Poput serotonina, postoji nekoliko dopaminskih receptora. Receptori D1-D5 najviše su proučavani i smatraju se najznačajnijima. Broj D1 receptora daleko nadmašuju sve ostale dopaminske receptore. Tipični problemi uzrokovani nedostatkom dopamina uključuju promjene raspoloženja, depresiju, socijalno povlačenje, slabe vještine zapažanja, kronični umor i niske razine fizičke energije.(DeLong & Wichmann, 2010) Hrana koja potiče stvaranje dopamina je

sljedeća: banana, avokado, puretina, piletina, svježi sir, ricotta sir, jaja, svinjetina, pačestina, orah, badem, sjemenke sezama, sjemenke bundeve. Dodaci prehrani koji potiču stvaranje dopamina: fenilalanin, tirozin, metionin, piridoksin, B-kompleks, fosfatidilserin.

### **Acetilkolin**

Acetilkolin je ester acetata i kolina. Acetilkolin aktivira mišiće i pokreće mišićne kontrakcije putem nikotinskih receptora. Acetilkolin djeluje kao neurotransmiter za plastičnost mozga i pamćenje preko muskarinskih receptora u središnjem živčanom sustavu i mozgu.(Micheau & Marighetto, 2011) Na primjer, Alzheimerova bolest uključuje teške kolinergičke poremećaje (koji proizvode acetilkolin).

Acetilkolin ima ključnu ulogu u primanju raznih vanjskih podražaja kao i sposobnosti promatranja. Na temelju studija provedenih na životinjama, to uključuje somato-senzorne (taktilne),(Stone, 1972) slušne(Foote i sur., 1975) i vizualne podražaje.(Spehlmann i sur., 1971)

Acetilkolin također utječe na prijenos senzornih informacija iz talamusa u određene dijelove korteksa.(Hsieh i sur., 2000)

Kako acetilkolin regulira "brzinu" mozga i frekvenciju električnih signala, nedovoljne razine acetilkolina mogu uzrokovati probleme s pamćenjem, usporenost pokreta, promjene raspoloženja, poteškoće s učenjem i poteškoće u apstraktnom razmišljanju.(Hasselmo & McGaughy, 2004)

Hrana koja potiče stvaranje acetilkolina je sljedeća: brokula, prokulica, krastavac, salata, tikvice, jaja, janjeća jetra, junetina, svinjetina, jogurt, kozice, losos, pinjole, bademi, lješnjaci, makadamija. Dodaci prehrani koji potiču stvaranje acetilkolina: kolin, fosfatidilkolin, fosfatidilserin, L-karnitin, DHA, vitamin B1, vitamin B5, vitamin B12, taurin, Ginkgo Biloba.



## **GABA**

GABA ili gama-aminomaslačna kiselina glavni je inhibitorni neurotransmiter živčanog sustava. Proizvodnja GABA odvija se u cijelom mozgu. Utječe na frekvenciju smirivanja theta moždanih valova. GABA ne prolazi krvno-moždanu barijeru, umjesto toga, sintetizira se u mozgu iz glutaminske kiseline uz pomoć aktivnog oblika vitamina B6 (piridoksal-5-fosfat). (Petroff, 2002) Nasuprot tome, GABA se razgrađuje u glutamat koji je stimulatorni neurotransmiter. Postoje dvije kategorije GABA receptora: a i b. Na GABA a receptore utječu, primjerice, umirujući derivati lijeka diazepama. Alkohol dominantno utječe na GABA b receptore kao i na osjećaj boli. (Jelita & Madarasz, 2005) Uloga GABA neurotransmitera posebno je važna u razvoju mozga djeteta. (Obrietan i sur., 2002; Spiller, 2005)

Osobe koje pate od nedostatka GABA često imaju problema s tolerancijom na stres, anksioznošću, depresijom, osjećajem krivnje kao i opsesivno-kompulzivnim poremećajima. (Petty i sur., 1993)

Hrana koja potiče stvaranje GABA je sljedeća: banana, brokula, citrusi, špinat, skuša, iverak, badem, orah, crna riža, zob. Dodaci prehrani koji potiču stvaranje GABA: inozitol, glutaminska kiselina, melatonin, vitamin B1, vitamin B3, piridoksin.

Kod utvrđivanja vlastite ravnoteže neurotransmitera pomoću upitnika i laboratorijskih testova, moguće je upotrijebiti rezultate za usklađivanje prehrane, dodataka prehrani i drugih čimbenika koji utječu na mozak. (Dulcis i sur., 2013)

Treba napomenuti da je kod neurotransmitera točna terapijska doza rijetko "što više to bolje". Na primjer, pretjerano niske i pretjerano visoke razine dopamina oštećuju funkciju radne memorije. (Vijayraghavan i sur., 2007) Svatko individualno ima optimalnu ravnotežu neurotransmitera. Nakon provođenja testova potrebno je dodatno osobno eksperimentiranje. Vrijedno je istaknuti da izravan utjecaj na neurotransmitere ne donosi automatski sreću, spokoj, fokus ili radost u život. Um je složena cjelina koja zahtijeva sveobuhvatan pristup.

## **Nootropici**

Čovječanstvo je kroz povijest tražilo razne alate za regulaciju hormonalnih reakcija, performansi i budnosti tijela. Jedna od najzanimljivijih perspektiva uključuje poboljšanje rada mozga, kognitivnih funkcija i pamćenja korištenjem različitih tvari i ljekovitih biljaka. Godine 1964. rumunjski psiholog i kemičar Corneliu E. Giurgea (1923. – 1995.)

razvio je kemijski spoj koji je nazvao piracetam. Giurgea je otkrio da ovaj novi kemijski spoj utječe na moždane neurone, pojačava protok krvi i povećava potrošnju kisika. Nekoliko godina kasnije, Giurgea je osmislio izraz nootropik, što znači pametna droga; izvedeno od starogrčkih riječi noos, što znači um, i tropos, što znači okretanje ili poravnavanje.(Giurgea, 1972) Utvrđeno je da nootropici poboljšavaju pamćenje i raspoloženje kao i povećanje budnosti.(Lanni i sur., 2008) Ne treba ih brkati s jednostavnim kognitivnim pojačivačima budući da su nootropici često neuroprotektivni i općenito se dobro podnose.(Giurgea i sur., 1983) Nootropike koji slijede u nastavku koristim u radu sa sportašima u borilačkim sportovima.

- Alfa lipoična kiselina (ALA)
  - Štiti mozak i mitohondrije od oštećenja(Liu, 2008)
  
- DHA (omega-3 masna kiselina)
  - Poboljšava pamćenje i vrijeme reakcije(Stonehouse i sur., 2013)
  - Usporava starenje mozga i pospješuje učenje(Yurko-Mauro, 2010)
  - Povećava cerebralni protok krvi(Jackson i sur., 2012; Jackson i sur, 2012)
- Kofein (kava, čaj)
  - Poboljšava dugoročno pamćenje(Borota i sur., 2014)
  - Sprječava demenciju(Santos i sur., 2010)
  - Kada se konzumira zajedno s teaninom svestrano pospješuje kognitivne funkcije(Camfield i sur., 2014)
  
- Kreatin (monohidrat)
  - Poboljšava opće performanse mozga(Rae i sur., 2003)
  - Može poboljšati kratkoročno pamćenje(Avgerinos i sur., 2018)
  
- Teanin
  - Može proći kroz krvno-moždanu barijeru i tako ima izravan utjecaj na mozak

- Poboljšava pamćenje i sposobnosti zapažanja(Ito i sur., 1998) kada se konzumira zajedno sa zelenim čajem
- Povećava učestalost alfa valova u mozgu(Kelly i sur., 2008) poboljšava vještinu zapažanja i kognitivne funkcije kada se konzumira zajedno s kofeinom(Mori i sur., 2008)

## Mjerenje funkcije uma

Funkcija uma može se mjeriti korištenjem nekoliko različitih metoda. To uključuje: kognitivni i neuropsihološki testovi, EEG, studije cerebralnog protoka krvi, snimanje mozga.

Povijest elektroencefalograma (EEG) vraća nas na početak 20. stoljeća kada je britanski liječnik Richard Caton u cijenjenom British Medical Journalu predstavio svoju studiju o električnim karakteristikama mozga zeca i majmuna.(Canton, 1875) Otprilike u isto vrijeme, poljski fiziolog Adolf Beck objavio je svoju studiju o ritmičkim oscilacijama u mozgu kunića i pasa. Prvi pravi EEG snimio je 1924. njemački fiziolog Hans Berger.(Haas, 2003)

Električna aktivnost mozga uključuje milijarde električki nabijenih (polariziranih) neurona. Promjene u EEG-u ukazuju na aktivnost neurona (transportni proteini stanične membrane pumpaju ione u stanicu i iz nje). Prilikom provođenja EEG studije, elektrode su pričvršćene na vlasište za mjerenje električne aktivnosti. Ova se metoda obično koristi za dijagnosticiranje raznih neuroloških tegoba, migrena, ADHD-a i poremećaja poput epilepsije i nesanice. EEG se može koristiti zajedno sa studijama oslikavanja mozga kako bi se dobili točniji podaci o moždanoj aktivnosti.(Difrancesco i sur., 2008) Kvantitativni EEG (qEEG) je snimka ili vizualna karta mozga koja omogućuje razvoj posebno prilagođenog neurofeedback protokola za osobne potrebe i željene rezultate svakog pojedinca. Stoga se također naziva mapiranjem mozga, topografskim EEG-om ili mapiranjem električne aktivnosti mozga (BEAM).(Duffy i sur., 1979) Kvantitativni EEG koristi znatno više površinskih elektroda od standardnog EEG-a za prikupljanje podataka iz više od 24 područja mozga. Prikupljeni podaci pretvaraju se u šarene vizualizacije podataka koje predstavljaju EEG aktivnost pojedinih područja mozga.(Nuwer, 1997)

qEEG pruža informacije, na primjer, o neuobičajenim EEG frekvencijama (brzina, snaga i distribucija), obrascima povezivanja i načinu na koji mozak mijenja svoje stanje. Snimka se uspoređuje s bazom podataka tisuća tipičnih mozgova kako bi se pronašli neobični uzorci.

Za istraživanje različitih aspekata ljudske kognicije i mogućih kognitivnih poremećaja, kvalificirani neurofiziolog može oprezno koristiti qEEG kako bi poboljšao analizu i moguće pogreške u tumačenju. Prema studijama, qEEG se može koristiti kod encefalopatija, delirija, poteškoća u učenju, poremećaja pažnje, poremećaja raspoloženja i demencija.(Kanda i sur., 2009) Osobito kod ADHD-a, qEEG je naizgled koristan u otkrivanju ADHD-a promatranjem omjera theta/beta.(Snyder & Hall, 2006) Danas se

mjerenje qEEG-a može kombinirati s neurofeedback treningom (qEEG-guided Neurofeedback; qNF) za poboljšanje pažnje, raspoloženja, fokusa, samoregulacije i samokontrola kao i poboljšanje sna i otklanjanje stresa. Ključni fokus qNF-a je precizno prilagođavanje protokola neurofeedbacka na temelju individualne početne vrijednosti EEG-a i statusa simptoma pojedinca kako je utvrđeno putem qEEG-a. To se radi u skladu s kliničkom poviješću i prevladavajućim simptomima. Na primjer, ako qEEG ukazuje na višak beta frekvencije i prisutni simptomi se očekuju s tim obrascem (tj. anksioznost), protokol bi bio dizajniran da smanji amplitudu beta frekvencije. (Wigton & Krigbaum, 2015) Neurofeedback trening u kombinaciji s qEEG-om temelji se na stalnoj reorganizaciji mozga zbog neuroplastičnosti. Ponovljeno aktiviranje neurona proizvodi veću učinkovitost, međupovezanost i sinkronizaciju. Novo učenje događa se brzo, u nekoliko minuta, ali stvaranje novih neurona i veza traje tjednima.

## **OPTIMIZACIJA I MJERENJE OPORAVKA**

Cilj svakog sportaša je poboljšati svoje tijelo kako bi postalo optimalno funkcionalna cjelina. Ovo je također poznat kao "Opća fizička pripremljenost" (GPP). Ključni dio toga je uravnoteženi trening različitih aspekata tjelesne izvedbe i personalizirane metode oporavka. Budući da je svaka osoba individua, najbolje metode oporavka se razlikuju od pojedinca do pojedinca. Slijedeći određena osnovna načela može se smanjiti nepotreban napor i usredotočiti se na metode koje daju najbolje rezultate. Ključno je biti što prije spreman za novi podražaj.

### **Metode za unaprjeđenje oporavka i performansi**

#### **HLADNA TERMOGENEZA**

Brze promjene temperature imaju nekoliko prednosti. Hladna termogeneza i stvaranje topline izazvano njome može potaknuti metabolizam i cirkulaciju te aktivirati smeđe masno tkivo (BAT) koje se nalazi u stražnjem dijelu vrata i gornjem dijelu leđa.(van der Lans i sur., 2013) Svrha smeđeg masnog tkiva je brzo stvaranje topline.

Aktivacija smeđeg masnog tkiva također povećava korištenje glukoze u energetsom metabolizmu stanica.(Ouellet i sur., 2012) Redovito izlaganje hladnoći može povećati količinu smeđeg masnog tkiva i tako dodatno potaknuti navedene procese. Stoga hladna termogeneza može pomoći u kontroli tjelesne težine, smanjiti sklonost osjećaju hladnoće i poboljšati otpornost na hladnoću.(Dempersmier i sur., 2015) Osjećaj hladnoće znak je pada tjelesne temperature. Refleks drhtanja uzrokuje vibriranje mišićnih stanica koje stvaraju toplinu. Ovaj refleks regulira hipotalamus. Hladna termogeneza aktivira simpatički živčani sustav, sužava krvne žile u rukama, stopalima i slojevima kože kako bi se zaštitile vitalne funkcije od hladnoće.(Rintamäki, 2007) Do hipotermije dolazi kada tjelesna temperatura padne ispod 35°C. To se događa kada nenavikla osoba provodi otprilike 15-30 minuta u vodi od

0–5°C. Gubitak svijesti slijedi kada tjelesna temperatura padne ispod 30°C. Prema studijama, hladnu termogenezu nije poželjno prakticirati odmah nakon intenzivnog treninga snage. Hladna termogeneza izvedena odmah nakon treninga može čak spriječiti korisne učinke treninga snage.(Roberts i sur., 2015) Do neželjenog efekta dolazi zbog izlaganja hladnoći neposredno nakon vježbanja koje sprječava hormonički stres izazvana

treningom snage.(Mattson, 2008) Odgovarajuća hormona rezultira povećanom anatomsom i fiziološkom snagom. Stoga preporuča se pričekati najmanje dva sata nakon treninga snage prije izlaganja ovoj vrsti hladnoće. Hladna termogeneza koja rezultira drhtavicom može povećati rast mišića stimulirajući lučenje irizina.(Huh i sur., 2014; Lee i sur., 2014)

Practiciranje hladne termogeneze

Trigeminalni živac koji se nalazi na licu posebno je osjetljiv na hladnoću. Practiciranjem hladne termogeneze licem poboljšava se sposobnost cijelog tijela da izdrži hladnoću. Sportašima stoga predlažem sljedeće:

- Prije svake sesije popiti čašu hladne vode
- Napuniti posudu hladnom vodom i dodati kockice leda
- Izmjerite temperaturu i provjerite je li približno 5–10°C
- Postaviti mjerač vremena na 30 sekundi
- Zatvorite oči, napuniti pluća zrakom i zaroniti glavu u hladnu vodu
- Ostatiti uronjenog lica zadržavajući dah 30 sekundi
- Disati dijafragmalno najmanje minutu prije sljedeće serije kako bi se otklonilo što više ugljikovog dioksida iz pluća
- Napraviti 3 serije u večernjim satima

Kada se čini da je 30 sekundi lako za izdržati, produžiti vrijeme prema napredovanju. Ipak, ne preporuča se zadržavanje daha više od 90 sekundi.

## **REBOUNding - TRAMPOLIN**

Rebounding ili skakanje na minijaturnom trampolinu od samo nekoliko minuta značajno poboljšava limfnu i krvnu cirkulaciju te primitak kisika.(Smith & Bishop, 1988) Javna svijest o skaknju na trampolinu porasla je 1980-ih nakon dobro poznate studije NASA-e koja je uspoređivala fiziološke učinke trčanja i skakanja na trampolinu. Studija je imala mali skup uzoraka (8 osoba), ali je metodologija bila dobra. Utvrđeno je da je skakanje na trampolinu znatno sigurniji oblik treninga od trčanja (u smislu opterećenja zglobova i tkiva). Pri ubrzanju manjem od 4G, potrošnja kisika bila je katkad dvostruko veća od trčanja na traci, dok je biomehanički stres bio identičan.(Bhattacharya i sur., 1980)

Učinkovite vježbe na minijaturnom trampolinu uključuju skakanje, trčanje u mjestu, preskakanje na jednoj nozi i skakanje uz zadržavanje raznih statičkih položaja. Skakanje na minijaturnom trampolinu spaja dječju razigranost s pospješivanjem oporavka.

## **SAUNA I IZLAGANJE TOPLINI**

Postoje dvije općenite vrste sauna: tradicionalna sauna i infracrvena sauna. Saune, koje voli većina Finaca,

primjer su brze promjene temperature na koju unutarnji termostat reagira na način koji je koristan za zdravlje. Tradicionalna sauna potiče proizvodnju hormona rasta (Leppäluoto i sur., 1987), poboljšava metabolizam i povećava primitak kisika. Utvrđeno je da sauna ima pozitivan učinak na izdržljivost kod sportaša. (Scoon i sur., 2007) Sauna također može smanjiti bolove u zglobovima i poboljšati pokretljivost zglobova (Isomäki, 1988) kao i ublažiti simptome kod osoba koje pate od tenzijskih glavobolja. (Kanji i sur., 2015)

Pronađena je veza između redovitog korištenja saune (2-3 puta tjedno) i značajno nižeg rizika od srčanog zastoja i koronarne bolesti srca. Što je korištenje saune češće i dulje, to je veća korist za zdravlje. (Laukkanen i sur., 2015) Redovito korištenje saune također smanjuje vjerojatnost prehlade. (Ernst i sur., 1990) Finska izreka "sauna je liječnik za siromahe" je izuzetno točna. Kombinacija saune i kupanja u ledu nordijska je tradicija u čije se zdravstvene dobrobiti mnogi zaklinju i znanstveno su opravdane.

Učinci korištenja saune slični su u nekim segmentima učincima treninga. (Iguchi i sur., 2012) Izlaganje ovoj vrsti topline proizvodi proteine toplinskog udara (HSP) koji mogu imati pozitivne učinke na mišićni rast. (Thompson i sur., 2003) Čini se da provođenje vremena u vrućoj sauni također povećava osjetljivost na inzulin što je korisno za gubitak tjelesne težine i prevenciju dijabetesa. (McCarty i sur., 2009)

Preporuke koje dajem sportašima prilikom korištenja saune:

- Ostati u sauni minimalno 15 minuta
- Dvije sesije od 20 minuta na više od 80 stupnjeva Celzijas 30-minutnom pauzom za hlađenje između može povećati proizvodnju hormona rasta 2-5 puta (što je temperatura viša, veća je proizvodnja hormona rasta)
- Dvije jednosatne saune dnevno mogu povećati razinu hormona rasta do 16 puta (Leppäluoto i sur., 1986)
- Provesti 15-30 minuta u sauni nakon čega slijedi 5-10 minuta pod hladnim tušem. Ovaj pristup 2-3 sata prije spavanja značajno poboljšava kvalitetu sna



- Kako bi se maksimizirao mišićni oporavak, provesti najmanje 30 minuta u sauni nakon treninga

### **Monitoring i mjerenje oporavka**

Promjene u tijelu izazvane treningom postaju korisne samo uz dovoljno vremena za oporavak. Pretjerani fizički i mentalni stres te nedovoljno vrijeme oporavka lako mogu dovesti do pretreniranosti. Sindrom pretreniranosti (OTS) je medicinsko stanje, (Meeuse i sur., 2006) u kojem je tijelo pod psihofizičkim stresom od kojeg se ne uspijeva adekvatno oporaviti u određenom vremenskom periodu. (Kreher & Schwartz, 2012) Pretreniranost nije samo problem sportaša, već se može odnositi na bilo koju fizički aktivnu osobu čiji životni stil uključuje nekoliko dugotrajnih stresora. Prema različitim procjenama, 15-60 % sportaša tijekom karijere pati od dugotrajnog sindroma pretreniranosti, što ukazuje na to da su sportaši posebno osjetljivi na pretreniranost. (Matos i sur., 2011; Budgett, 1998) Osoba s iskustvom pretreniranosti često postaje osjetljiva na učinke prenaprezanja. Simptomi se mogu pojaviti nakon samo jednog treninga izvedenog uz pretjeranu razinu napora. Sindromu kronične pretreniranosti prethode funkcionalna i namjerna razdoblja prekomjernog treninga. Kako se stanje stresa produljuje, prekomjerni trening bez dovoljnog odmora može dovesti do pretreniranosti. S druge strane, ako je cilj razviti različita fiziološka svojstva, potrebno je privremeno prekoračenje sve dok je upareno s dovoljnim vremenom za oporavak. Procjena oporavka je stoga važna osobito kada se radi o pojedincima u sportovima s visokom razinom psihofizičkog stresa, kao što su ovom slučaju sportaši u borilačkim sportovima.

Također postoje i razne hipoteze o uzrocima pretreniranosti: (Kreher & Schwartz, 2012)

- Hipoteza glikogena
  - Niske rezerve glikogena (manifestiraju se kao umor mišića i teške noge)
  - Može biti rezultat povećanog lučenja citokina
- Hipoteza umora središnjeg živčanog sustava
  - Presudni faktor je serotonin i njegova disregulacija
- Glutaminska hipoteza
  - Niske razine glutamina u hrani i tijelu su predisponirajući faktor za infekcije i umor
- Hipoteza o oksidativnom stresu

- Sportaši koji pretjerano treniraju pate od visoke razine oksidativnog stresa koji je predisponirajući čimbenik za tihu upalu, umor mišića i upalu mišića
  - Međutim, nije jasno je li oksidativni stres uzrok ili posljedica pretreniranosti
  - Hipoteza autonomnog živčanog sustava
  - Disbalans simpatikusa i parasimpatikusa
  - Promjene su vidljive u analizi varijabilnosti srčanog ritma
  - Hipotalamus hipoteza
  - Promjene u HPA osi (hipotalamus–hipofiza–adrenalna os) i HPG os (hipotalamus-hipofiza-gonadna os) utječu na razine kortizola, ACTH, testosterona i drugih hormona u tijelu
  - Tipičan nalaz je nizak omjer testosterona i kortizola
  - Citokinska hipoteza
  - 
  - Kontinuirani naporni treninzi i nedovoljno odmora stvaraju kronično stanje upale i oluju citokina (IL-1b, IL-6, TNF-alfa)
  - Visoke razine citokina u tijelu mogu uzrokovati smanjeni apetit, poremećaje spavanja, depresiju i opći osjećaj bolesti
- Uzroci pretreniranosti su složeni. Nijedna od gore navedenih hipoteza ne može u potpunosti objasniti sve aspekte sindroma pretreniranosti. Znanstvenici sumnjaju da su uključeni mnogi čimbenici. Sindrom pretreniranosti također se različito manifestira od osobe do osobe.
- U nastavku slijede alati koje koristim prilikom praćenja i procjene oporavka kod sportaša u borilačkim sportovima.
- Objektivni alati za praćenje oporavka:
- Varijabilnost otkucaja srca (HRV)
  - Otkucaji srca u mirovanju
  - Jasno povećanje broja otkucaja srca u mirovanju ukazuje na smanjenu brzinu oporavka
  - Oporavak otkucaja srca nakon treninga – X posto u Z minuta
  - Tjelesna težina
  - Brzi gubitak može biti pokazatelj gubitka viška tekućine
  - Test vremena reakcije
  - Sporije reakcije ukazuju na smanjenu brzinu oporavka živčanog sustava

- Ortostatski test

Subjektivni alati za praćenje oporavka:

- Količina i kvaliteta sna
- Appetit
- Ozbiljnost i trajanje bolova u mišićima (DOMS)
- Opća razina energije
- Mjerenje osjetljivosti živčanog sustava, za na primjer, testiranje skoka na određenu visinu
- Opće stanje sportaša

Čimbenici koji utječu na oporavak:

- Opće stanje uhranjenosti (količina i kvaliteta hrane)
- Opće zdravstveno stanje
- Količina i kvaliteta sna
- Odmor i opuštanje
- Razni lijekovi
- Upotreba alkohola
- Jet lag
- Velika nadmorska visina
- Prilagodba na novu klimu
- Čimbenici socijalnog stresa
- Čimbenici emocionalnog stresa

## **PROCES MJERENJA VARIJABLI ZA VRIJEME TAPERINGA TE NAKON SAMOG NATJECANJA - PRIMJER “HEART RATE VARIABILITY (HRV)”**

Srčana varijabilnost je normalan fiziološki fenomen. Brzina otkucaja srca nije konstantna, a interval između otkucaja srca mijenja se s obzirom na mnogobrojne faktore (npr. disanje - respiratorna sinusna aritmija). Puls se povećava i time se vrijeme između uzastopnih RR intervala skraćuje tijekom udisaja i produžuje tijekom izdisaja. **Ova fluktuacija u vremenu između uzastopnih RR intervala (uzastopni otkucaji) naziva se varijabilnost otkucaja srca (HRV).** Pri udahu frekvencija je obično nešto veća (simpatički refleks), dok je pri izdahu (parasimpatički refleks) niža. Raspon HRV-a dobar je pokazatelj funkcionalnog stanja i dinamike autonomnog živčanog sustava kao i interakcije srca i mozga. HRV se povećava kada se tijelo oporavlja ili se sportaš opušta. Suprotno tome, smanjuje se kada je tijelo pod naporom (kao što je psihofizički stres). HRV se može značajno promijeniti ovisno o situaciji, a doseže vrhunac kod mlađih osoba (15–39 godina) i počinje se smanjivati starenjem.

Autonomni živčani sustav (ANS) igra ključnu ulogu u održavanju fizioloških funkcija tijela, uključujući fleksibilnu i odgovarajuću regulaciju kardiovaskularnog sustava u skladu sa zadatkom ili ponašanjem. Stres se fiziološki očituje pojačanom simpatičkom i/ili smanjenom parasimpatičkom aktivnošću ANS-a. Periodi oporavka (konkretno spavanje) potrebni su za tjelesni oporavak (fiziološki i psihološki). Oporavak se događa kada se fiziološka uzbuđenost smanji, a parasimpatička aktivnost dominira ANS-om. Varijabilnost otkucaja srca (HRV) povezana je s aktivnošću ANS-a i može se koristiti za modeliranje fiziološkog stresa i reakcije oporavka. Metoda HRV-a koristi mjerenja u stvarnom životu za analizu stresa, oporavka i tjelesne aktivnosti. Ista se može široko koristiti za istraživanje i poboljšanje dobrobiti, zdravlja i performansi sportaša. Čimbenici koji utječu na varijabilnost otkucaja srca su sljedeći: disanje, reakcije i funkcionalno stanje autonomnog sustava živčani sustav, reakcije na stres, hormonske reakcije, opuštanje, metabolički procesi, fizički stres (treening i natjecanje), pokreti i promjene u držanju tijela, razmišljanje i emocionalne reakcije (opći psihološki stres), upotreba alkohola i prehrana.

## **Trening, pretreniranost i HRV**

Pretreniranost je uzrokovana dugotrajnim stresom ili iscrpljenošću zbog dugotrajne neravnoteže između treninga, ostalih vanjskih i unutarnjih stresora te oporavka. **Rezultati ukazuju na povećanu aktivaciju kardiorespiratornog i simpatičkog živčanog sustava u stanju pretreniranosti.** Na HRV utječe i opterećenje u treningu prilikom izvođenja pojedinačnih vježbi, tj. što je veće opterećenje u treningu, to je niži HRV nakon treninga. Stoga je HRV u velikoj mjeri ovisan o kontekstu i reagira na akutne stresore kao što je fizički stres. Mjerenje HRV-a tijekom 3–7 dana izvrstan je način za ispitivanje stresa izazvanog treningom, oporavka tijekom dana i oporavka preko noći. Isti se također može mjeriti pomoću različitih senzora koji se mogu nositi ili staviti ispod posteljine za praćenje dugoročnog oporavka. Jedan od ključnih elemenata efekta treninga na poboljšanje sposobnosti jest da kada se kardiovaskularni i hormonalni sustav snažno aktiviraju i optereće, a zatim oporave tijekom perioda odmora, gdje se poboljšavaju prilagodbene sposobnosti tijela podržavajući fleksibilno prilagođavanje fiziološke homeostaze. Trening daje sportašu više resursa za fleksibilnu prilagodbu neuroendokrinog i kardiovaskularnog sustava ako je popraćen adekvatnim odmorom.

## **Emocije i HRV**

Negativne emocije (poput frustracije, bijesa, tjeskobe i zabrinutosti) smanjuju HRV uzrokujući nepravilne varijacije srčanih otkucaja. Suprotno tome, pozitivne emocije (poput zahvalnosti, radosti i ljubavi) povećavaju HRV i pravilne sinusne valove (koherencija).

## **HRV kao indikator aktivnosti autonomnog živčanog sustava (ANS)**

Živčani sustav sastoji se od središnjeg živčanog sustava i perifernog živčanog sustava. Potonji ima dva glavna djela: dobrovoljni i autonomni sustav. Dobrovoljni živčani sustav uglavnom se bavi svjesnim pokretima i osjećajima. Autonomni živčani sustav (ANS) uglavnom kontrolira funkcije nad kojima imamo manje svjesnu kontrolu. Tu spadaju, na primjer, kardiovaskularni sustav, čija je regulacija brza i nehotična. Isti kontrolira različite ciljane organe putem parasimpatičkih i simpatičkih živčanih grana. Parasimpatički živac koji kontrolira srce naziva se vagusni živac. ANS igra glavnu ulogu u modificiranju brzine otkucaja srca prema potrebi. Bez živčane regulacije, srce se skuplja u skladu s automatskim ili suštinskim ritmom koji regulira sinusni čvor. Puls u zdrave odrasle osobe u sjedećem položaju je oko 105 otkucaja/min. Međutim, normalni puls u

mirovanju u sjedećem položaju je oko 60-80 otkucaja/min zbog učinaka simpatičkog i parasimpatičkog živčanog sustava, hormonalnih čimbenika i refleksnih čimbenika. Povezanost između ANS-a i HRV-a potvrđena je istraživanjima invazivne autonomne blokade u laboratorijskim uvjetima, gdje je blokiranje parasimpatičke i simpatičke aktivnosti lijekovima (atropin, metoprolol) smanjilo i reverziralo HRV. Stoga HRV nudi snažno oruđe za promatranje međusobnog djelovanja simpatičkog i parasimpatičkog živčanog sustava, a široko je prihvaćen da odražava aktivnost autonomnog živčanog sustava. Broj studija koje se odnose na HRV-a naglo raste tijekom posljednjih godina. Studije su izvijestile da je viši HRV povezan sa smanjenim morbiditetom, psihološkom dobrobiti i kvalitetom života, kao i boljom tjelesnom spremnošću. Akutni psihofizički stres povezan je sa smanjenjem HRV-a tijekom spavanja i tijekom dana.

### **Metode mjerenja**

#### Pristup metode je sljedeći:

HRV podaci se koriste kao takvi za izračunavanje fizioloških varijabli (potrošnja kisika, brzina disanja, prekomjerna potrošnja kisika nakon treninga ili natjecanja) za modeliranje fizioloških reakcija pojedinca. Dakle, metoda generira nove mjere za fiziološke pojave koje je nemoguće dobiti samo iz osnovnih mjera HRV-a. Povratne informacije o različitim fiziološkim stanjima, poput stresa, oporavka ili tjelesne aktivnosti daju se na temelju stvorenog fiziološkog modela. Metoda otkriva količinu stresa u situaciji kada simpatička aktivnost autonomnog živčanog sustava dominira nad parasimpatičkom aktivnošću. Oporavak nastupa kada parasimpatička aktivnost prevladava nad autonomnim živčanim sustavom. Kada je metabolizam sportaša mjeren potrošnjom kisika povišen, isto ukazuje na prisutnost psihofizičkog stresa.

#### Postupak analize je sljedeći:

Prvo se prikupljaju i pripremaju podaci o otkucajima srca. Zatim se izračunavaju potrebne fiziološke informacije za otkrivanje stanja, uključujući varijable HRV-a, frekvenciju disanja, potrošnju kisika (VO<sub>2</sub>) i povećana potrošnja kisika nakon treninga ili natjecanja (EPOC). Nakon toga se identificiraju fiziološki stacionarni segmenti i prepoznaju različita stanja.

#### Praktična primjena metode:

U sportskim postavkama metoda je primijenjena za procjenu stresa izazvanog treningom ili natjecanjem, praćenje opterećenja u treningu i naknadni oporavak kako bi se optimizirali trening i performanse te izbjegla pretreniranost.

## ZAKLJUČAK

Ako se trening ne mijenja, određeni mišići i energetske sustavi se neće u potpunosti oporaviti. Na primjeru tvrdokornog borca koji uvijek radi isti program dok ne "izgori" ili se ozlijedi jasno je vidljivo kako je navedena tvrdnja istinita. Radi li intenzivne intervale, a zatim intenzivan trening otpora, dan za danom, opterećuje svoj anaerobni sustav. Ako dan za danom trči, radi trening izdržljivosti, opteretiti će svoj oksidativni sustav, štoviše, zalihe hranjivih tvari vjerojatno se neće popuniti. To su oba primjera lokalnog umora, s iscrpljenim energetske sustavima i nakupljenim metaboličkim otpadnim proizvodima. Nakon svakog stresnog treninga, potrebno je popraviti oštećena tkiva i stanice dok se obnavljaju zalihe hranjivih tvari te uklanjaju nastali produkti iz sustava. Uključivanje odgovarajućih metoda oporavka pomaže u cijelom procesu dovođenja tijela u stanje pripravnosti za novi podražaj. Krv donosi kisik i hranjive tvari dok uklanja otpad iz organizma. San je esencija cijelog procesa oporavka kod sportaša te ujedno i preduvjet za uspješnost ostalih koraka koje poduzimamo kako bi se isti što bolje proveo. U današnje vrijeme su metode koje pospješuju kvalitetu sna u drugom planu, a istima bi se prioritarno trebala davati pozornost. Spoznajom da hrana nije samo gorivo već i poruka-smjernica koju tijelo prima kako da se ponaša prilikom izvedbe, čini najveći iskorak u samom odnosu i pristupu hranjenja kod sportaša. Preciznim odabirom i adekvatnom pripremom namirnica organizmu se osigurava spektar nutrijenata koji multipliciraju efekte oporavka i spremnosti za novi trenažni podražaj. Vremenski period potreban za doseganje željene razine hidracije upućuje na to koliko precizno je potrebno pratiti unos tekućine (vode i napitaka koji pospješuju hidraciju) kako bi izvedba i oporavak ostali netaknuti. Voda je u ulozi otapala te kao medij za prijenos hranjivih tvari u organizmu, stoga je prijekopotreban plan hidracije sportaša. Razumijevanje osnovnih struktura i fizioloških mehanizama mozga te ujedno i tehnika kojima se poželjno služiti pri opuštanju ili aktivaciji centralnog živčanog sustava zaokružuje cijelu priču oporavka sportaša pod velikom razinom psihofizičkog stresa kao što je ona u borilačkim sportovima. Ujedno je od velike koristi poznavanje neurotransmitera i nootropika te izvora u kojima se nalaze ili koji potiču stvaranje istih. Dosljednost, preciznost, pravovremenost i individualizacija četiri su stupa na kojima leži optimizacija oporavka sportaša. Kako bi se unaprijedila izvedba u borilačkim sportovima te sami oporavak, potrebno je koristiti adekvatne metode s obzirom na individualne potrebe pojedinca. Iz navedenog primjera varijabilnosti otkucaja srca kao metode za praćenje i mjerenje oporavka kod sportaša jasno se može



vidjeti koliko jedna vrsta monitoringa osigurava informacija koje su ključne za poduzimanje daljnjih postupaka po pitanju podizanja performansi i oporavka. Varijabilnost otkucaja srca pruža neinvazivni prozor za aktivnost autonomnog živčanog sustava i može se koristiti za otkrivanje različitih fizioloških stanja. Podaci o HRV-u koriste se za izračunavanje aktivnosti autonomnog živčanog sustava, potrošnje kisika, frekvencije disanja i varijabli povezanih s određenim vježbama, kao što je povećana potrošnja kisika nakon treninga ili natjecanja, a zatim se koriste za oblikovanje individualnog modela i pristupa. Znanje o stresu, oporavku i tjelesnoj aktivnosti široko je primjenjivo za praćenje zdravstvenog statusa i dobiti te za potporu razvoja sposobnosti kod sportaša u borilačkim sportovima.

## LITERATURA

1. Abbasi, B. & Kimiagar, M. & Sadeghniaat, K. & Shirazi, M. & Hedayati, M. & Rashidkhani, B. (2012). The effect of magnesium supplementation on primary insomnia in elderly: A double-blind placebo-controlled clinical trial. *Journal of Research in Medical Sciences* 17 (12): 1161–1169.
3. Alexander, C. et al. (1996). A randomized controlled trial of stress reduction on cardiovascular and all cause mortality in the elderly. Results of 8 year and 15 year follow-ups. *Circulation* 93 (3): 629.<sup>50</sup> Manocha, R. & Black, D &, Sarris, J. & Stough C. (2011).
4. Andersen, L. & Aagaard, P. (2006). Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *European Journal of Applied Physiology* 96 (1): 46–52.
5. Arendt, J. (2010). Shift work: coping with the biological clock. *Occupational Medicine* 60 (1): 10–20. Review.
6. Asprey, D. (2012). *Bulletproof Your Sleep with Vitamin D. The Bulletproof Executive*. [date of reference: 27.9.2013].
7. Aspy, D. & Madden, N. & Delfabbro, P. (2018). Effects of Vitamin B6 (Pyridoxine) and a B Complex Preparation on Dreaming and Sleep. *Perceptual and Motor Skills* 125 (3): 451–462.
8. Avena, N. & Rada, P. & Hoebel, B. (2008). Evidence for sugar addiction: behavioral and neurochemical effects of intermittent, excessive sugar intake. *Neuroscience and Behavioral Reviews* 32 (1): 20–39. Review.
9. Avgerinos, K. & Spyrou, N, & Bougioukas, K. & Kapogiannis, D. (2018 ). Effects of creatine supplementation on cognitive function of healthy individuals: A systematic review of randomized controlled trials. *Experimental Gerontology* 108: 166–173.

10. Baglioni, C. et al. (2011). Insomnia as a predictor of depression: A meta-analytic evaluation of longitudinal epidemiological studies. *Journal of Affective Disorders* 135 (1–3): 10–19.
11. Bar-Sela, G. & Epelbaum, R. & Schaffer, M. (2010). Curcumin as an anti-cancer agent: review of the gap between basic and clinical applications. *Current Medical Chemistry* 17 (3): 190–197. Review.
12. Baranski, M. et al. (2014). Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. *The British Journal of Nutrition* 26: 1–18.
13. Barrett-Connor, E. & Dam, T. & Stone, K. & Harrison, S. & Redline, S. & Orwoll, E. (2008). Osteoporotic Fractures in Men Study Group. The association of testosterone levels with overall sleep quality, sleep architecture, and sleep-disordered breathing. *The Journal of Clinical Endocrinology Metabolism* 93 (7): 2602–2609.
14. Belobrajdic, D. & King, R. & Christophersen, C. & Bird, A. (2012). Dietary resistant starch dose-dependently reduces adiposity in obesity-prone and obesity-resistant male rats. *Nutrition and Metabolism* 9 (1): 93.
15. Bent, S. & Padula, A. & Moore, D. & Patterson, M. & Mehling, W. (2006). Valerian for sleep: a systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Medicine* 119 (12): 1005–1012.
16. Berger, M. & Gray, J. & Roth, B. (2009). The expanded biology of serotonin. *Annual Review of Medicine* 60: 355–366.
17. Bhattacharya, A. & McCutcheon, E. & Shvartz, E. & Greenleaf, J. (1980). Body acceleration distribution and O<sub>2</sub> uptake in humans during running and jumping. *Journal of Applied Physiology* 49 (5): 881–887.
18. Borota D. et al. (2014). Post-study caffeine administration enhances memory consolidation in humans. *Nature Neuroscience* 17 (2): 201–203.

19. Bounhoure, J. & Galinier, M. & Didier A. & Leophonte P. (2005). Sleep apnea syndromes and cardiovascular disease. *Bull Academy of National Medicine* 189 (3): 445–459. Review.
20. Boyko, E. et al. (2013). Sleep Characteristics, Mental Health, and Diabetes Risk: A prospective study of U.S. military service members in the Millennium Cohort Study. *Diabetes Care* 36 (10): 3154–3161.
21. Braverman, E. (2004). *The Edge Effect. Achieve Total Health and Longevity with the Balanced Brain Advantage.* New York: Sterling Publishing.
22. Brown, C. & Dulloo, A. & Montani, J. (2008). Sugary drinks in the pathogenesis of obesity and cardiovascular diseases. *International Journal of Obesity* 32 Suppl 6: S28–34. Review.
23. Cahn, B. & Polich, J. (2006). Meditation states and traits. EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychological Bulletin* 132 (2): 180–211.
24. Calton, J. (2010). Prevalence of micronutrient deficiency in popular diet plans. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 7: 24.

Takase, B. (2004). Effect of chronic stress and sleep deprivation on both flow-mediated dilation in the brachial artery and the intracellular magnesium level in humans. *Clinical Cardiology* 27 (4): 223–227.

Barrett-Connor, E. & Dam, T. & Stone, K. & Harrison, S. & Redline, S. & Orwoll, E. (2008). Osteoporotic Fractures in Men Study Group. The association of testosterone levels with overall sleep quality, sleep architecture, and sleep-disordered breathing. *The Journal of Clinical Endocrinology Metabolism* 93 (7): 2602–2609.

1. alik, V. et al. (2010). Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes Care* 33 (11): 2477–2483.

Brown, C. & Dulloo, A. & Montani, J. (2008). Sugary drinks in the pathogenesis of obesity and cardiovascular diseases. *International Journal of Obesity* 32 Suppl 6: S28–34. Review.

Welsh, J. & Sharma, A. & Cunningham, S. & Vos, M. (2011). Consumption of added sugars and indicators of cardiovascular disease risk among US adolescents. *Circulation* 123 (3): 249–257.

Moreira, P. (2013). High-sugar diets, type 2 diabetes and Alzheimer's disease. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 16 (4): 440–445. Review.

Avena, N. & Rada, P. & Hoebel, B. (2008). Evidence for sugar addiction: behavioral and neurochemical effects of intermittent, excessive sugar intake. *Neuroscience and Behavioral Reviews* 32 (1): 20–39. Review.

Miceli Sopo, S. & Greco, M. & Monaco, S. & Varrasi, G. & Di Lorenzo, G. & Simeone, G. (2014). Effect of multiple honey doses on non-specific acute cough in children. An open randomised study and literature review. *Allergologia et Immunopathologia* 43 (5): 449–455.

Wagner, J. & Pine, H. (2013). Chronic cough in children. *Pediatric Clinics of North America* 60 (4): 951–967.

Mishra, S. & Palanivelu, K. (2008). The effect of curcumin (turmeric) on Alzheimer's disease: An overview. *Annals of Indian Academy of Neurology* 11 (1): 13–19.

Chandran, B. & Goel, A. (2012). A randomized, pilot study to assess the efficacy and safety of curcumin in patients with active rheumatoid arthritis. *Phytotherapy Research* 26 (11): 1719–1725.

Park, C. et al. (2007). Curcumin induces apoptosis and inhibits prostaglandin E(2) production in synovial fibroblasts of patients with rheumatoid arthritis. *International Journal of Molecular Medicine* 20 (3): 365–372.

Hanai, H. & Sugimoto, K. (2009). Curcumin has bright prospects for the treatment of inflammatory bowel disease. *Current Pharmacological Design* 15 (18): 2087–2094. Review.

Moghadamtousi, S. et al. (2014). A review on antibacterial, antiviral, and antifungal activity of curcumin. *Biomed Research International* 2014: 186864.

Bar-Sela, G. & Epelbaum, R. & Schaffer, M. (2010). Curcumin as an anti-cancer agent: review of the gap between basic and clinical applications. *Current Medical Chemistry* 17 (3): 190–197. Review.

Wilken, R. & Veena, M. & Wang, M. & Srivatsan, E. (2011). Curcumin: A review of anti-cancer properties and therapeutic activity in head and neck squamous cell carcinoma. *Molecular Cancer* 10: 12. Review.

A randomized, controlled trial of meditation for work stress, anxiety and depressed mood in full-time workers. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine* 960583.

25. Canton, R. (1875). Electrical currents of the brain. *Chicago Journal of Nervous and Mental Disease* 2 (4): 610.
26. Cappuccio, F. & D'Elia, L. & Strazzullo, P. & Miller, M. (2010). Sleep duration and all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Sleep* 33 (5): 585–592. Review.
27. Carter, P. & Taylor, B. & Williams, S. & Taylor, R. (2011). Longitudinal analysis of sleep in relation to BMI and body fat in children: the FLAME study. *British Medical Journal* 342: d2712.
28. Chambers, R. & Lo, B. & Allen, N. (2008). The impact of intensive mindfulness training on attentional control, cognitive style and affect. *Cognitive Therapy and Research* 32: 303–322.
29. Chandran, B. & Goel, A. (2012). A randomized, pilot study to assess the efficacy and safety of curcumin in patients with active rheumatoid arthritis. *Phytotherapy Research* 26 (11): 1719–1725.

30. Chevalier, G. & Sinatra, S. & Oschman, J. & Sokal, K. & Sokal, P. (2012). Earthing: health implications of reconnecting the human body to the Earth's surface electrons. *Journal of Environmental and Public Health* 2012: 291541.
31. Cohen, S. & Doyle, W. & Alper, C. & Janicki-Deverts, D. & Turner, R. (2009). Sleep Habits and Susceptibility to the Common Cold. *Archives of Internal Medicine* 169 (1): 62–67.
32. Costedio, M. & Hyman, N. & Mawe, G. (2007). Serotonin and its role in colonic function and in gastrointestinal disorders. *Diseases of Colon and Rectum* 50 (3): 376–388. Review.
33. Cranson, R. et al. (1991). Transcendental meditation an improved performance on intelligence-related measures. A longitudinal study. *Personality and Individual Differences*. 12 (10): 1105–1116.
34. Cranson, R. et al. (1991). Transcendental Meditation and improved performance on intelligence-related measures. A longitudinal study. *Personality and Individual Differences* 12: 1105–1116.
35. Dale, E. & Ben Mabrouk, F. & Mitchell, G. (2014). Unexpected benefits of intermittent hypoxia: enhanced respiratory and nonrespiratory motor function. *Physiology* 29 (1): 39–48. Review.
36. David, L. et al. (2014). Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome. *Nature* 505 (7484): 559–563.
37. Davidson, R. & Lutz, A. (2008). Buddha's Brain. *Neuroplasticity and Meditation*. *IEEE Signal Processing Magazine* 25 (1): 176–174.
38. Davidson, R. et al. (2003). Alterations in brain and immune function produced by mindfulness meditation. *Psychosomatic Medicine* 65 (4): 564–570.
39. DeLong, M. & Wichmann, T. (2010). Changing views of basal ganglia circuits and circuit disorders. *Clinical EEG Neuroscience* 41 (2): 61–67.

40. Dempersmier, J. et al. (2015). Cold-Inducible Zfp516 Activates UCP1 Transcription to Promote Browning of White Fat and Development of Brown Fat. *Molecular Cell* 57 (2): 235–246.
41. Dewanto, V. & Wu, X. & Adom, K. K. & Liu, R. H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50 (10): 3010–3014.
42. Diego MA, Field T. Moderate pressure massage elicits a parasympathetic nervous system response. *Int J Neurosci.* 2009;119(5):630–8.
43. Difrancesco, M. & Holland, S. & Szaflarski, J. (2008). Simultaneous EEG/functional magnetic resonance imaging at 4 Tesla. Correlates of brain activity to spontaneous alpha rhythm during relaxation. *Journal of Clinical Neurophysiology* 25 (5): 255–264.
44. Dillbeck, M. et al. (1986). Longitudinal effects of the Transcendental Meditation and TM-Sidhi program on cognitive ability and cognitive style. *Perceptual and Motor Skills* 62: 731–738.
45. Dimidi, E. & Christodoulides, S. & Fragkos, K. & Scott, S. & Whelan, K. (2014). The effect of probiotics on functional constipation in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition* 100 (4): 1075–1084.
46. Drennan, M. & Kripke, D. & Klemfuss, H. & Moore, J. (1991). Potassium affects actigraph-identified sleep. *Sleep* 14 (4): 357–360.
47. Duffy, F. & Burchfiel, J. & Lombroso, C. (1979). Brain electrical activity mapping (BEAM): a method for extending the clinical utility of EEG and evoked potential data. *Annals of Neurology* 5 (4): 309–321.
48. Dulcis, D. & Jamshidi, P. & Leutgeb, S. & Spitzer, N. (2013). Neurotransmitter switching in the adult brain regulates behavior. *Science* 340 (6131): 449–453.
49. Dupont G, Blondel N, Berthoin S. Performance for short intermittent runs: active recovery vs. passive recovery. *Eur J Appl Physiol.* 2003 Aug;89(6):548–54.



50. El Idrissi, A. et al. (2009). Effects of Taurine on Anxiety-Like and Locomotor Behavior of Mice. *Advances in Experimental Medicines and Biology* 643: 207–215.
51. Ellenbogen, J. & Payne, J. & Stickgold R. (2006). The role of sleep in declarative memory consolidation: passive, permissive, active or none? *Current Opinion Neurobiology* 16 (6): 716–722.
52. Elsenbruch, S. & Harnish, M. & Orr, W. (1999). Heart rate variability during waking and sleep in healthy males and females. *Sleep* 22 (8): 1067–1071.
53. Ernst, E. & Pecho, E. & Wirz, P. & Saradeth, T. (1990). Regular sauna bathing and the incidence of common colds. *Annals of Medicine* 22 (4): 225–257.
54. Fasano, A. (2012). Leaky gut and autoimmune diseases. *Clinical Reviews in Allergy and Immunology* 42 (1): 71–78. Review.
55. Ferri, G. (1988). Human gut neuroanatomy. Methodology for a quantitative analysis of nerve elements and neurotransmitter diversity in the human “enteric nervous system”. *Basic and Applied Histochemistry* 32 (1): 117–144. Review.
56. Foote, S. & Freedman, R. & Oliver, A. (1975). Effects of putative neurotransmitters on neuronal activity in monkey auditory cortex. *Brain Research* 86 (2): 229–242.
57. Gard, T. & Hölzel, B. & Lazar, S. (2014). The potential effects of meditation on age-related cognitive decline. A systematic review. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1307: 89–103.
58. Geier, M. & Butler, R. & Howarth, G. (2006). Probiotics, prebiotics and synbiotics: a role in chemoprevention for colorectal cancer? *Cancer Biology and Therapy* 5 (10): 1265–1269. Review.
59. Giurgea, C. (1972). Pharmacology of integrative activity of the brain. Attempt at nootropic concept in psychopharmacology. *Actual Pharmacol (Paris)* 25: 115–156.

60. Giurgea, C. & Greindl, M. & Preat S. (1983). Nootropic drugs and aging. *Acta Psychiatrica Belgica* 83 (4): 349–358.
61. Goleman, D. (1988). *The meditative mind. The varieties of meditative experience.* New York: Tarcher.
62. Goyal, M. et al. (2014). Meditation Programs for Psychological Stress and Well-being. A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Internal Medicine* 174 (3): 357–368.
63. Grabitske, H. & Slavin, J. (2009). Gastrointestinal effects of low-digestible carbohydrates. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (4): 327–360. Review.
64. Greenwood JD, Moses GE, Bernardino FM, Gaesser GA, Weltman A. Intensity of exercise recovery, blood lactate disappearance, and subsequent swimming performance. *J Sports Sci.* 2008 Jan 1;26(1):29–34.
65. Grossman, P. & Niemann, L. & Schmidt, S. & Walach, H. (2004). Mindfulness-based stress reduction and health benefits. A meta-analysis. *Journal of Psychosomatic Research* 57 (1): 35–43.
66. Guzman-Marin, R. et al. (2008). Rapid eye movement sleep deprivation contributes to reduction of neurogenesis in the hippocampal dentate gyrus of the adult rat. *Sleep* 31 (2): 167–175.
67. Haas, L. (2003). Hans Berger (1873–1941), Richard Caton (1842–1926), and electroencephalography. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 74 (1): 9.
68. Haenen, D. (2013). A diet high in resistant starch modulates microbiota composition, SCFA concentrations, and gene expression in pig intestine. *The Journal of Nutrition* 143 (3): 274–283.
69. Hanai, H. & Sugimoto, K. (2009). Curcumin has bright prospects for the treatment of inflammatory bowel disease. *Current Pharmacological Design* 15 (18): 2087–2094. Review.

70. Harazaki, T. & Inoue, S. & Imai, C. & Mochizuki, K. & Goda, T. (2014). Resistant starch improves insulin resistance and reduces adipose tissue weight and CD11c expression in rat OLETF adipose tissue. *Nutrition* 30 (5): 590–595.
71. Hasselmo, M. & McGaughy, J. (2004). High acetylcholine levels set circuit dynamics for attention and encoding and low acetylcholine levels set dynamics for consolidation. *Progress in Brain Research* 145: 207–231. Review.
72. Hellemans J. (1999). Intermittent hypoxic training: a review. *Proceedings from the Gatorade International Triathlon Science II Conference Noosa Australia Nov. 7–8, 1999.*
73. Hempel, S. et al. (2012). Probiotics for the prevention and treatment of antibiotic-associated diarrhea: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of the American Medical Association* 307 (18): 1959–1969. Review.
74. Higgins, J. (2011). Resistant starch and exercise independently attenuate weight regain on a high fat diet in a rat model of obesity. *Nutrition and Metabolism* 8: 49.
75. Higgins, J. (2014). Resistant starch and energy balance: impact on weight loss and maintenance. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 54 (9): 1158–1566. Review.
76. Hoffmann, G. & Aramaki, S. & Blum-Hoffmann, E. & Nyhan, W. & Sweetman, L. (1989). Quantitative analysis for organic acids in biological samples. Batch isolation followed by gas chromatographic-mass spectrometric analysis. *Clinical Chemistry* 35 (4): 587–595.
77. Hoge, E. et al. (2013). Randomized controlled trial of mindfulness meditation for generalized anxiety disorder. Effects on anxiety and stress reactivity. *Journal of Clinical Psychiatry* 74 (8): 786–792.
78. Hsieh, C. & Cruikshank, S. & Metherate, R. (2000). Differential modulation of auditory thalamocortical and intracortical synaptic transmission by cholinergic

880 (1–2): 51–64.

79. Hughes, J. et al. (2013). Randomized controlled trial of mindfulness-based stress reduction for prehypertension. *Psychosomatic Medicine* 75 (8): 721–728.
80. Huh, J. & Dincer, F. & Mesfum, E. & Mantzoros, C. (2014). Irisin stimulates muscle growth-related genes and regulates adipocyte differentiation and metabolism in humans. *International Journal of Obesity* 38 (12): 1538–1544.
81. Iguchi, M. et al. (2012). Heat Stress and Cardiovascular, Hormonal, and Heat Shock Proteins in Humans. *Journal of Athletic Training* 47 (2): 184–190.
82. Isomäki, H. (1988). The sauna and rheumatic diseases. *Annals of Clinical Research* 20 (4): 271–275.
83. Ito, K. et al. (1998). Effects of L-theanine on the release of alpha-brain waves in human volunteers. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 72: 153–157.
84. Jackson, P. & Reay, J. & Scholey, A. & Kennedy, D. (2012). DHA-rich oil modulates the cerebral haemodynamic response to cognitive tasks in healthy young adults: a near IR spectroscopy pilot study. *The British Journal of Nutrition* 107 (8): 1093–1098.
85. Jackson, P. & Reay, J. & Scholey, A. & Kennedy, D. (2012). Docosahexaenoic acid-rich fish oil modulates the cerebral hemodynamic response to cognitive tasks in healthy young adults. *Biological Psychology* 89 (1): 183–190.
86. Jang, H. et al. (2012). L-theanine partially counteracts caffeine-induced sleep disturbances in rats. *Pharmacology Biochemistry and Behaviour* 101 (2): 217–221.
87. Jelitai, M. & Madarasz, E. (2005). The role of GABA in the early neuronal development. *International Review of Neurobiology* 71: 27–62. Review.
88. Jenkins, D. & Kendall, C. & Vuksan, V. (1999). Inulin, oligofructose and intestinal function. *The Journal of Nutrition* 129 (7 Suppl): 1431S–1433S. Review.

89. Jha, A. & Krompinger, J. & Baime, M. J. (2007). Mindfulness training modifies subsystems of attention. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience* 7: 109–119.
90. Kanda, P. & Anghinah, R. & Smidth, M. & Silva, J. (2009). The clinical use of quantitative EEG in cognitive disorders. *Dementia and Neuropsychologia* 3 (3): 195–203.
91. Kang, E. & Kim, S. & Hwang, H. & Ji, Y. (2013). The effect of probiotics on prevention of common cold: a meta-analysis of randomized controlled trial studies. *Korean Journal of Family Medicine* 34 (1): 2–10.
92. Kanji, G. & Weatherall, M. & Peter, R. & Purdie, G. & Page, R. (2015). Efficacy of regular sauna bathing for chronic tension-type headache: a randomized controlled study. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* 21 (2): 103–109.
93. Kasasbeh, E. & Chi, D. & Krishnaswamy, G. (2006). Inflammatory aspects of sleep apnea and their cardiovascular consequences. *Southern Medical Journal* 99 (1): 58–67. Review.
94. Katayama, K. & Matsuo, H. & Ishida, K. & Mori, S. & Miyamura, M. (2003). Intermittent hypoxia improves endurance performance and submaximal exercise efficiency. *High Altitude Medicine and Biology* 4 (3): 291–304.
95. Kelly, S. & Gomez-Ramirez, M. & Montesi, J. & Foxe, J. (2008). L-theanine and caffeine in combination affect human cognition as evidenced by oscillatory alpha-band activity and attention task performance. *Journal of Nutrition* 138 (8): 1572S–1577S.
96. Khoury, B. et al. (2013). Mindfulness-based therapy: a comprehensive meta-analysis. *Clinical Psychology Review* 33 (6): 763–771.
97. Kluger, J. (2013). How the Moon Messes With Your Sleep. A new look at old data gives credence to a long-suspected phenomenon. *Time Science and Space* (July 25, 2013).

98. Knutson, K. & Ryden, A. & Mander, B. & Van Cauter, E. (2006). Role of Sleep Duration and Quality in the Risk and Severity of Type 2 Diabetes Mellitus. *Archives of Internal Medicine* 166 (16): 1768–1774.
99. Kong, W. et al. (2006). Effects of Taurine on Rat Behaviors in Three Anxiety Models. *Pharmacology, Biochemistry, and Behavior* 83 (2): 271–276.
100. Koszycki, D. & Benger, M. & Shlik, J. & Bradwejn, J. (2007). Randomized trial of a meditation-based stress reduction program and cognitive behavior therapy in generalized social anxiety disorder. *Behaviour Research and Therapy* 45 (10): 2518–2526.
101. Kox, M. et al. (2012). The influence of concentration/meditation on autonomic nervous system activity and the innate immune response: a case study. *Psychosomatic Medicine* 74 (5): 489–394.
102. Kox, M. et al. (2014) Voluntary activation of the sympathetic nervous system and attenuation of the innate immune response in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111 (20): 7379–7384.
103. Kruse, H. & Kleessen, B. & Blaut, M. (1999). Effects of inulin on faecal bifidobacteria in human subjects. *British Journal of Nutrition* 82 (5): 37582.
104. Kwak, J. et al. (2012). Dietary treatment with rice containing resistant starch improves markers of endothelialfunction with reduction of postprandial blood glucose and oxidative stress in patients with prediabetes or newly diagnosed type 2 diabetes. *Atherosclerosis* 224 (2): 457–464.
105. Lagopoulos, J. et al. (2009). Increased theta and alpha EEG activity during nondirective meditation. *Journal of Alternative and Complementary Medicine* 15 (11): 1187–1192.
106. Lanni, C. et al. (2008). Cognition enhancers between treating and doping the mind. *Pharmacological Research* 57 (3): 196–213.

107. Laukkanen, T. & Khan, H. & Zaccardi, F. & Laukkanen, J. (2015). Association between sauna bathing and fatal cardiovascular and all-cause mortality events. *JAMA Internal Medicine* 175 (4): 542–548.
108. Lee, P. et al. (2014). Irisin and FGF21 are cold-induced endocrine activators of brown fat function in humans. *Cell Metabolism* 19 (2): 302–309.
109. Leppäluoto, J. & Tapanainen, P. & Knip, M. (1987). Heat exposure elevates plasma immunoreactive growth hormone-releasing hormone levels in man. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 65 (5): 1035–1038.
110. Leppäluoto, J. et al. (1986). Endocrine effects of repeated sauna bathing. *Acta Physiologica Scandinavica* 128 (3): 467–470.
111. Liu, J. (2008). The effects and mechanisms of mitochondrial nutrient alpha-lipoic acid on improving age-associated mitochondrial and cognitive dysfunction: an overview. *Neurochemical Research* 33 (1): 194–203.
112. Loftas, T. et al. (1995). *Dimensions of Need. An Atlas of Food and Agriculture.* Food and Agriculture Organization of the United Nations.
113. Lomax, A. & Calder, P. (2009). Prebiotics, immune function, infection and inflammation: a review of the evidence. *British Journal of Nutrition* 101 (5): 633–658. Review.
114. Lopez E-ID, Smoliga JM, Zavorsky GS. The effect of passive versus active recovery on power output over six repeated wingate sprints. *Res Q Exerc Sport.* 2014 Dec;85(4):519–26.
115. Ma ,Y. et al. (2013). Effects of probiotics on nonalcoholic fatty liver disease: a meta-analysis. *World Journal of Gastroenterology* 19 (40): 6911–6918. Review.
116. Malik, V. et al. (2010). Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes Care* 33 (11): 2477–2483.
117. Malik, V. et al. (2010). Sugar-sweetened beverages, obesity, type 2 diabetes mellitus, and cardiovascular disease risk. *Circulation* 121 (11): 1356–1364. Review.

118. Malshe, P. (2011). Nisshesha rechaka pranayama offers benefits through brief intermittent hypoxia. *Ayu* 32 (4): 451–457.
119. Manocha, R. & Black, D. & Sarris, J. & Stough C. (2011). A randomized, controlled trial of meditation for work stress, anxiety and depressed mood in full-time workers. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine* 960583.
120. Mao, J. et al. (2014). Long-Term Chamomile Therapy of Generalized Anxiety Disorder: A Study Protocol for a Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Journal of clinical trials* 4 (5): 188.
121. Martarelli, D. & Cocchioni, M. & Scuri, S. & Pompei, P. (2011). Diaphragmatic breathing reduces postprandial oxidative stress. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* 17 (7): 623–628.
122. Martarelli, D. & Cocchioni, M. & Scuri, S. & Pompei, P. (2011). Diaphragmatic breathing reduces exercise-induced oxidative stress. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine* 2011: 932430.
123. Martarelli, D. & Cocchioni, M. & Scuri, S. & Pompei, P. (2011). Diaphragmatic breathing reduces exercise-induced oxidative stress. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine* 2011: 932430.
124. Martínez, I. & Kim, J. & Duffy, P. & Schlegel, V. & Walter, J. (2010). Resistant starches types 2 and 4 have differential effects on the composition of the fecal microbiota in human subjects. *PLoS One* 5 (11): e15046.
125. Masri, O. & Chalhoub, J. & Sharara, A. (2015). Role of vitamins in gastrointestinal diseases. *World Journal of Gastroenterology* 21 (17): 5191–5209.
126. Mattson, M. (2008). Hormesis Defined. *Ageing Research Reviews* 7 (1): 1–7.
127. McCarty, M. & Barroso-Aranda, J. & Contreras, F. (2009). Regular thermal therapy may promote insulin sensitivity while boosting expression of endothelial nitric oxide synthase--effects comparable to those of exercise training. *Medical Hypotheses* 73 (1): 103–105.



128. McFarland, L. (2007). Meta-analysis of probiotics for the prevention of traveler's diarrhea. *Travel Medicine and Infectious Disease* 5 (2): 97–105.
129. Menezes, C. et al. (2013). The improvement of emotion and attention regulation after a 6-week training of focused meditation: a randomized controlled trial. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine* 984678.
130. Menzies P, Menzies C, McIntyre L, Paterson P, Wilson J, Kemi OJ. Blood lactate clearance during active recovery after an intense running bout depends on the intensity of the active recovery. *J Sports Sci.* 2010 Jul;28(9):975–82.
131. Miceli Sopo, S. & Greco, M. & Monaco, S. & Varrasi, G. & Di Lorenzo, G. & Simeone, G. (2014). Effect of multiple honey doses on non-specific acute cough in children. An open randomised study and literature review. *Allergologia et Immunopathologia* 43 (5): 449–455.
132. Micheau, J. & Marighetto, A. (2011). Acetylcholine and memory: a long, complex and chaotic but still living relationship. *Behavioral Brain Research* 221 (2): 424–429. Review.
133. Mishra, S. & Palanivelu, K. (2008). The effect of curcumin (turmeric) on Alzheimer's disease: An overview. *Annals of Indian Academy of Neurology* 11 (1): 13–19.
134. Miyamura, M. & Ishida, K. (1990). Adaptive changes in hypercapnic ventilatory response during training and detraining. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 60 (5): 353–359.
135. Moghadamtousi, S. et al. (2014). A review on antibacterial, antiviral, and antifungal activity of curcumin. *Biomed Research International* 2014: 186864.
136. Moore, M. & Goita, M. & Finley, J. (2014). Impact of the Microbiome on Cocoa Polyphenolic Compounds. National Meeting & Exposition of the American Chemical Society. Department of Nutrition and Food Science, Louisiana State University.

137. Moreira, P. (2013). High-sugar diets, type 2 diabetes and Alzheimer's disease. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 16 (4): 440–445. Review.
138. Mori, K. et al. (2008). Nerve growth factor-inducing activity of *Hericium erinaceus* in 1321N1 human astrocytoma cells. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 31 (9): 1727–1732.
139. Mu, Q. & Kirby, J. & Reilly, C. M. & Luo, X. (2017). Leaky Gut As a Danger Signal for Autoimmune Diseases. *Frontiers in immunology* 8: 598.
140. Nichenametla, S. et al. (2014). Resistant starch type 4-enriched diet lowered blood cholesterols and improved body composition in a double blind controlled cross-over intervention. *Molecular Nutrition and Food Research* 58 (6): 1365–1369.
141. Nikfar, S. & Rahimi, R. & Rahimi, F. & Derakhshani, S. & Abdollahi, M. (2008). Efficacy of probiotics in irritable bowel syndrome: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *The Diseases of Colon and Rectum* 51 (12): 1775–1780.
142. Nuwer, M. (1997). Assessment of digital EEG, quantitative EEG, and EEG brain mapping: report of the American Academy of Neurology and the American Clinical Neurophysiology Society. *Neurology* 49 (1): 277–292. Review.
143. O'Sullivan, S. & Evans, A. & Lees, A. (2009). Dopamine dysregulation syndrome: an overview of its epidemiology, mechanisms and management. *CNS Drugs* 23 (2): 157–170.
144. Obrietan, K. & Gao, X. & Van Den Pol, A. (2002). Excitatory actions of GABA increase BDNF expression via a MAPK-CREB-dependent mechanism – a positive feedback circuit in developing neurons. *Journal of Neurophysiology* 88 (2): 1005–1015.
145. Orme-Johnson, D. & Barnes, A. (2013). Effects of the Transcendental Meditation Technique on Trait Anxiety. A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Alternative and Complementary Medicine* 20 (5): 330–341.

146. Ouellet, V. et al. (2012). Brown adipose tissue oxidative metabolism contributes to energy expenditure during acute cold exposure in humans. *The Journal of Clinical Investigation* 122 (2): 545–552.
147. Park, C. et al. (2007). Curcumin induces apoptosis and inhibits prostaglandin E(2) production in synovial fibroblasts of patients with rheumatoid arthritis. *International Journal of Molecular Medicine* 20 (3): 365–372.
148. Parkes, M. (2006). Breath-holding and its breakpoint. *Experimental Physiology* 91 (1): 1–15. Review.
149. Petroff, O. (2002). GABA and glutamate in the human brain. *Neuroscientist* 8 (6): 562–573.
150. Petty, F. & Kramer, G. & Fulton, M. & Moeller, F. & Rush, A. (1993). Low plasma GABA is a trait-like marker for bipolar illness. *Neuropsychopharmacology* 9 (2): 125–132.
151. Pietrini, P. & Furey, M. & Guazzelli, M. (1999). In vivo biochemistry of the brain in understanding human cognition and emotions. *Towards a molecular psychology. Brain Research Bulletin* 50 (5–6): 417–418.
152. Plengvidhya, V. & Breidt, F. Jr. & Lu, Z. & Fleming, H. (2007). DNA fingerprinting of lactic acid bacteria in sauerkraut fermentations. *Applied and Environmental Microbiology* 73 (23): 7697–7702.
153. Prasad, A. & Mantzoros, C. & Beck, F. & Hess, J. & Brewer, G. (1996). Zinc status and serum testosterone levels in healthy adults. *Nutrition* 12 (5): 334–338.
154. Rae, C. & Digney, A. & McEwan, S. & Bates, T. (2003). Oral creatine monohydrate supplementation improves brain performance. A double-blind, placebo-controlled, cross-over trial. *Proceedings of the Royal Society: Biological Sciences* 270 (1529): 2147–2150.

155. Rao, R. & Samak, G. (2012). Role of Glutamine in Protection of Intestinal Epithelial Tight Junctions. *Journal of Epithelial Biology & Pharmacology* 5 (Suppl M1-M7): 47–54.
156. Rastmanesh, R. (2011). High polyphenol, low probiotic diet for weight loss because of intestinal microbiota interaction. *Chemico-Biological Interactions* 189 (1–2): 1–8. Review.
157. Rintamäki, H. (2007). Human responses to cold. *Alaska Medicine* 49 (2 Suppl): 29–31.
158. Robb, G. & Sultana, S. & Ameratunga, S. & Jackson, R. (2008). A systematic review of epidemiological studies investigating risk factors for work-related road traffic crashes and injuries. *Injury Prevention* 14 (1): 51–58. Review.
159. Roberts, L. et al. (2015). Post-exercise cold water immersion attenuates acute anabolic signalling and long-term adaptations in muscle to strength training. *The Journal of Physiology* 593 (18): 4285–4301.
160. Robertson, M. (2012). Insulin-sensitizing effects on muscle and adipose tissue after dietary fiber intake in men and women with metabolic syndrome. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 97 (9): 3326–3332.
161. Roffwarg, H. & Muzio, J. & Dement, W. (1966). Ontogenetic development of the human sleep-dream cycle. *Science* 152 (3722): 604–619.
162. Ryyänänen, J. (2014). Pleiotropy of vitamin D-mediated gene regulation. Väitöskirja, Itä-Suomen yliopisto. [date of reference: 21.9.2014]
163. Salari, P. & Nikfar, S. & Abdollahi, M. (2012). A meta-analysis and systematic review on the effect of probiotics in acute diarrhea. *Inflammation and Allergy Drug Targets* 11 (1): 3–14. Review.
164. Sang, L. et al. (2010). Remission induction and maintenance effect of probiotics on ulcerative colitis: a meta-analysis. *World Journal of Gastroenterology* 16 (15): 1908–1915.

165. Santos, C. & Costa, J. & Santos, J. & Vaz-Carneiro, A. & Lunet N. (2010). Caffeine intake and dementia. Systematic review and meta-analysis. *Journal of Alzheimers Disease* 20 (Suppl 1): S187–S204.
166. Savage, K. & Firth, J. & Stough, C. & Sarris, J. (2018). GABA-modulating phytomedicines for anxiety: A systematic review of preclinical and clinical evidence. *Phytotherapy Research* 32 (1): 3–18. Review.
167. Savard, P. et al. (2011). Impact of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 and, *Lactobacillus acidophilus* LA-5-containing yoghurt, on fecal bacterial counts of healthy adults. *International Journal of Food Microbiology* 149 (1): 50–67.
168. Saxelin, M. (2010). Persistence of probiotic strains in the gastrointestinal tract when administered as capsules, yoghurt, or cheese. *International Journal of Food Microbiology* 144 (2): 293–300.
169. Schack, T. & Essig, K. & Frank, C. & Koester, D. (2014). Mental representation and motor imagery training. *Frontiers in Human Neuroscience* 8: 328.
170. Schack, T. & Ritter, H. (2013). Representation and learning in motor action – Bridges between experimental research and cognitive robotics. *New Ideas in Psychology* 31 (3): 258–269.
171. Schneider, R. et al. (1998). Lower lipid peroxide levels in practitioners of the Transcendental Meditation program. *Psychosomatic Medicine* 60 (1): 38–41.
172. Scholz-Ahrens, K. & Schrezenmeir, J. (2007). Inulin and oligofructose and mineral metabolism: the evidence from animal trials. *The Journal of Nutrition* 137 (11 Suppl): 2513S–2523S. Review.
173. Schultz, W. (2002). Getting formal with dopamine and reward. *Neuron* 36 (2): 241–263.
174. Schultz, W. (2007). Multiple dopamine functions at different time courses. *Annual Review of Neuroscience* 30: 259–288. Review.

175. Scoon, G, & Hopkins, W. & Mayhew, S. & Cotter, J. (2007) Effect of post-exercise sauna bathing on the endurance performance of competitive male runners. *Journal of Science Medicine Sport* 10 (4): 259–262.
176. Sedlmeier, P. et al. (2012). The psychological effects of meditation: a meta-analysis. *Psychological Bulletin* 138 (6): 1139–1171.
177. Seiquer, I. et al. (2006). Diets rich in Maillard reaction products affect protein digestibility in adolescent males aged 11–14 y. *The American Journal of Clinical Nutrition* 83 (5): 1082–1088.
178. Serebrovskaya, T. & Swanson, R. & Kolesnikova, E. (2003). Intermittent hypoxia: mechanisms of action and some applications to bronchial asthma treatment. *Journal of Physiology and Pharmacology* 54 (Suppl 1): 35–41. Review.
179. Shen, J. & Zuo, Z. & Mao, A. (2014). Effect of probiotics on inducing remission and maintaining therapy in ulcerative colitis, Crohn's disease, and pouchitis: meta-analysis of randomized controlled trials. *Inflammatory Bowel Diseases* 20 (1): 21–35.
180. Sieck, G. & Prakash, Y. (1997). Morphological adaptations of neuromuscular junctions depend on fiber type. *Canadian Journal of Applied Physiology* 22 (3): 197–230. Review.
181. Silber, M. et al. (2007). The visual scoring of sleep in adults. *Journal of Clinical Sleep Medicine* 3 (2): 121–131.
182. Smith, J. & Bishop, P. (1988). Rebounding exercise. Are the training effects sufficient for cardiorespiratory fitness? *Sports Medicine* 5 (1): 6–10. Review.
183. Snyder, S. & Hall, J. (2006)- A meta-analysis of quantitative EEG power associated with attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Neurophysiology* 23 (5): 440–455.
184. So, K. & Orme-Johnson, D. (2001). Three randomized experiments on the longitudinal effects of the Transcendental Meditation technique on cognition. *Intelligence* 29: 419–440.

185. Solberg, E. et al. (2000). Stress reactivity to and recovery from a standardised exercise bout: a study of 31 runners practising relaxation techniques. *British Journal of Sports Medicine* 34 (4): 268–272.
186. Song, C. & Jung, J. & Oh, J. & Kim, K. (2003). Effects of Theanine on the Release of Brain Alpha Wave in Adult Males. *The Korean Journal of Nutrition* 36 (9): 918–923.
187. Speakman, J. (2005). Body size, energy metabolism and lifespan. *Journal of Experimental Biology* 208 (Pt 9): 1717–1730. Review.
188. Spehlmann, R. & Daniels, J. & Smathers, C. (1971). Acetylcholine and the synaptic transmission of specific impulses to the visual cortex. *Brain* 94 (1): 125–138.
189. Spiller, H. (2005). Retrospective evaluation of tiagabine overdose. *Clinical Toxicology* 43 (7): 855–859. Review.
190. Stadler, R. et al. (2002). Acrylamide from Maillard reaction products. *Nature* 419 (6906): 449–450.
191. Stone, T. (1972). Cholinergic mechanisms in the rat somatosensory cerebral cortex. *The Journal of Physiology* 225 (2): 485–499.
192. Stonehouse, W. et al. (2013). DHA supplementation improved both memory and reaction time in healthy young adults: a randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition* 97 (5): 1134–1143.
193. Südhof, T. (2008). Neurotransmitter release. *Handbook of Experimental Pharmacology* (184): 1–21. Review.
194. Takase, B. (2004). Effect of chronic stress and sleep deprivation on both flow-mediated dilation in the brachial artery and the intracellular magnesium level in humans. *Clinical Cardiology* 27 (4): 223–227.
195. Thompson, H. & Maynard, E. & Morales, E. & Scordilis, S. (2003). Exercise-induced HSP27, HSP70 and MAPK responses in human skeletal muscle. *Acta Physiologica Scandinavica* 178 (1): 61–72.

196. Ting, J. & Phillips, P. (2008). Neurotransmitter: Release. Wiley Encyclopedia of Chemical Biology. Hoboken: John Wiley & Sons.
197. Turakitwanakan, W. & Mekseepralard, C. & Busarakumtragul, P. (2013). Effects of mindfulness meditation on serum cortisol of medical students. *Journal of the Medical Association of Thailand* 96 Suppl 1: S90-5.
198. Uehleke, B. & Ortiz, M. & Stange, R. (2012). Silicea gastrointestinal gel improves gastrointestinal disorders: a non-controlled, pilot clinical study. *Gastroenterology Research and Practice* 2012: 750750.
199. Ukhanova, M. et al. (2014). Effects of almond and pistachio consumption on gut microbiota composition in a randomised cross-over human feeding study. *British Journal of Nutrition* 111 (12): 2146–2152.
200. van der Lans, A. et al. (2013). Cold acclimation recruits human brown fat and increases nonshivering thermogenesis. *The Journal of Clinical Investigation* 123 (8): 3395–3403.
201. van Vugt, M. & Jha, A. (2011). Investigating the impact of mindfulness meditation training on working memory: a mathematical modeling approach. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience* 11 (3): 344–353.
202. Veqar, Z. & Imtiyaz, S. (2014). Vibration Therapy in Management of Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 8 (6): LE01–04. Review.
203. Vijayraghavan, S. & Wang, M. & Birnbaum, S. & Williams, G. & Arnsten, A. (2007). Inverted-U dopamine D1 receptor actions on prefrontal neurons engaged in working memory. *Nature Neuroscience* 10 (3): 376–384.
204. Vijayraghavan, S. & Wang, M. & Birnbaum, S. & Williams, G. & Arnsten, A. (2007). Inverted-U dopamine D1 receptor actions on prefrontal neurons engaged in working memory. *Nature Neuroscience* 10 (3): 376–384.



205. Wagner, J. & Pine, H. (2013). Chronic cough in children. *Pediatric Clinics of North America* 60 (4): 951–967.
206. Wagner, U. & Gais, S. & Haider, H. & Verleger, R. & Born, J. (2004). Sleep inspires insight. *Nature* 427 (6972): 352–355.
207. Wagner, U. & Gais, S. & Haider, H. & Verleger, R. & Born, J. (2004). Sleep inspires insight. *Nature* 427 (6972): 352–355.
208. Walker, M. & Brakefield, T. & Morgan, A. & Hobson, J. & Stickgold, R. (2002). Practice with sleep makes perfect: sleep-dependent motor skill learning. *Neuron* 35 (1): 205–211.
209. Welsh, J. & Sharma, A. & Cunningham, S. & Vos, M. (2011). Consumption of added sugars and indicators of cardiovascular disease risk among US adolescents. *Circulation* 123 (3): 249–257.
210. Wigton, N. & Krigbaum, G. (2015). A review of qEEG-guided neurofeedback. *NeuroRegulation* 2 (3): 149–155.
211. Wilken, R. & Veena, M. & Wang, M. & Srivatsan, E. (2011). Curcumin: A review of anti-cancer properties and therapeutic activity in head and neck squamous cell carcinoma. *Molecular Cancer* 10: 12. Review.
212. Wolverton, B. & Johnson, A. & Bounds, K. (1989). *Interior Landscape Plants for Indoor Air Pollution Abatement*. NASA/ALCA Final Report, Plants for Clean Air Council, Davidsonville, Maryland.
213. Woorons, X. et al. (2010). Exercise with hypoventilation induces lower muscle oxygenation and higher blood lactate concentration: role of hypoxia and hypercapnia. *European Journal of Applied Physiology* 110 (2): 367–377.
214. Xiao, S. et al. (2014). A gut microbiota-targeted dietary intervention for amelioration of chronic inflammation underlying metabolic syndrome. *FEMS Microbiology Ecology* 87 (2): 357–367.

215. Xue, S. & Tang, Y. & Tang, R. & Posner, M. (2014). Short-term meditation induces changes in brain resting EEG theta networks. *Brain and Cognition* 87C: 1–6.
216. Young, S. (2011). Biologic effects of mindfulness meditation: growing insights into neurobiologic aspects of the prevention of depression. *Journal of Psychiatry and Neuroscience* 36 (2): 75–77.
217. Yurko-Mauro, K. (2010). Cognitive and cardiovascular benefits of docosahexaenoic acid in aging and cognitive decline. *Current Alzheimer Research* 7 (3): 190–196. Review.
218. Zanobetti, A. et al. (2010). Associations of PM10 with sleep and sleepdisordered breathing in adults from seven U.S. urban areas. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 182 (6): 819–825.
219. Zeidan, F. & Grant, J. & Brown, C. & McHaffie, J. & Coghill, R. (2012). Mindfulness meditation-related pain relief: evidence for unique brain mechanisms in the regulation of pain. *Neuroscience Letters* 520 (2): 165–173.
220. Zeidan, F. et al. (2011). Brain mechanisms supporting the modulation of pain by mindfulness meditation. *Journal of Neuroscience* 31 (14): 5540–5548.