

Test 400 m je maksimalen test, ki ga tekači na 400 m pogostokrat ne želijo izvajati tako v pripravljalnem delu sezone (takrat so tako ali tako »slabi« (tudi naš primer), kot tudi ne v tekmovalnem, ko že tako ali tako tekmujejo na tej razdalji. Torej jih je potrebno najprej podučiti o smiselnosti takšnega početja in jim predstaviti rezultate. Pomanjkljivost tega testa je v tem, ker ni mogoč opazovati sprememb mnogih kazalcev med samim testom (odvzem vzorcev krvi). Torej pri nekaterih pomembnih kazalcih ne dobimo podatkov o dinamičnosti njihovih sprememb.

Naše večletne izkušnje v preteklosti so povezane s tekači na srednje proge zelo različne starosti (15 - 28 let), različne kvalitete (400m: 58 - 46 s, 800m: 2:05 - 1:49) in različnega števila opravljenih testov: od samo enega, do večletnega (> 10 let) spremljanja posameznika. Lahko sklepamo, da je test v veliko pomoč v procesu športne vadbe, predvsem trenerju in tekmovalcu. Test je smiselno uporabljati le pod pogojem, da se dejansko izvede skozi celotno tekmovalno sezono, vsak mezocikel ali pa vsaj vsak drugi mesec.

Literatura

Astrand P O, Rodhal K., Dahl HA, Stomme SB (2003): Textbook of Work Physiology. Human Kinetics.

DiPrampo P E. (1981): Energetics of muscular exercise. Rev. Physiol. Biochem. Pharmacol. 89: 144-222.

Margaria R (1976) Biomechanics and Energetics of Muscular Exercise. Oxford University Press
Šturm J in Ušaj A (1986): Modelne značilnosti tekačev na srednje proge. (Raziskovalno poročilo). Ljubljana, Fakulteta za šport

Ušaj A in Šturm J (1984): Anaerobne laktatne kapacitete pri tekačih, njihovo merjenje in nekateri testi (Raziskovalno poročilo). Ljubljana, Fakulteta za šport.

Ušaj A in E.V. Mackova (1990): Zveza med spremembami treninga, sposobnostmi in fiziološkimi značilnostmi tekačev na 800 m (Raziskovalno poročilo). Ljubljana, Fakulteta za šport in Praga, Faculta Telesny Vychovy.

Imunski sistem in doping



Pripravil:
Doc. dr. Tadej
Malovrh
Predsednik Komisije
za antidoping pri AZS

Okolje, ki nas obdaja si lahko predstavljamo kot velik štadion, na katerem tekmujejo za svoj položaj z različnimi dejavniki. Eden izmed dejavnikov okolja je tudi mikroflora, se pravi mikroorganizmi, ki nas obdajajo. Z mikroorganizmi tekmujejo tako za hrano, kot za prostor in kadar nas mikroorganizmi premagajo, zbolimo. Naše telo ima za boj proti mikroorganizmom razvit poseben sistem obrambe, ki ga imenujemo imunski sistem. Torej, če hočemo v tekmovanju z mikrobi zmagovati, mora biti naš imunski sistem v dobri kondiciji, moramo ga negovati, v nekem smislu tudi trenirati ter preprečevati njegove poškodbe. Poškodovan imunski sistem se pokaže s pojavom različnih bolezni, predvsem tistih, ki jih povzročajo mikroorganizmi, njegova nefunkcionalnost lahko privede do rakavih obolenj ali pa se pojavijo določena funkcionalna obolenja.

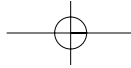
Imunski sistem

Izraz imunski sistem se danes omenja na številnih področjih in je pogosto dobra tema tudi za marketinške prijeme, saj nam pogosto omemba v sklopu nekega npr. dodatka k prehrani daje občutek sigurnosti in učinkovitosti, ob potencialni uporabi reklamiranega izdelka. Da bi presodili, koliko je resnice v pogosto uporabljenih frazah o krepitvi imunskega sistema z različnimi prehranbenimi dodatki, pa moramo poznati, kaj sploh je imunski sistem in kako deluje. Že samo ime nam pove, da je imunski sistem, kompleksno zgrajen sistem, ki vključuje veliko število različnih molekul, celic ter organov, ki delujejo v sozvočju in vsak sestavni element pripomore k delovanju sistema kot celote, vendar so kot posamezni elementi nefunkcionalni.

Ko se rodimo, takoj začne delovati del t.i. prirojenega imunskega sistema, ki ga sestavljajo anatomske in fiziološke bariere ter posebne molekule in specializirane celice. Anatomske bariere so koža s svojo trdnostjo, izločki kože (loj) ter kislost kože (pH) in pa sluznice z intenzivnim izločanjem sluzi, ki preprečuje bakterijam, virusom in raznim škodljivim delčkom vstop v telo. Molekule (komplement, interferon) lahko blokirajo ali celo uničijo mikroorganizme, s katerimi novorojenec začne tekmovali v okolju. S temi molekulami nujno sodelujejo specializirane obrambne celice tako imenovane celice naravne ubijalke (NK celice) in fagocine

(nevtrofilni granulociti, makrofagi). Takšne posebne celice imajo sposobnost, da zaznajo vse tujke v telesu, ki so bodisi prišli v telo (bakterije, virusi, paraziti, razni delčki in druge snovi) ali so nastali v telesu (poškodovane, uničene in odmrle celice, tumorsko spremenjene celice), in jih ali napadejo in uničijo z izločanjem prostih radikalov (oksidativni izbruh), druge pa jih požrejo (fagocitirajo) in jih neškodljivo razgradijo. Te celice splošno prištevamo med bele krvne celice ali levkocite. Prirojeni imunski sistem tako deluje celo življenje in nas nespecifično brani ter nam s tem daje prednost v tekmi npr. pred mikroorganizmi iz okolja.

Takoj po rojstvu pa se začne v telesu razvijati veliko bolj pomemben del obrambe imenovan pridobljeni imunski sistem. Ta del prav tako kot prirojeni del sestavljajo posebne molekule med katere štejemo splošno poznana protitelesa (nekateri jih imenujejo nepravilno antitelesca) in različne vrste citokinov. Celice, ki sodelujejo v tem delu pa imenujemo limfocite (limfociti B in limfociti T, ki jih delimo na celice T pomagalk, ki izločajo citokine, s katerimi uravnavajo imunski odziv in citotoksične celice T), ki so prav tako predstavniki levkocitov. Za limfocite lahko trdimo, da so osrednje celice imunskega sistema, saj se po rojstvu naučijo z receptorji prepoznavati tuje snovi. Prepoznavanje je torej specifično in npr. proti neki bakteriji, ki je vdrla v telo odreagirajo samo tisti limfociti, ki to bakterijo prepoznajo. Tak način je zelo ekonomičen, saj ni



potrebno aktivirati vseh obrambnih celic v telesu, ki bi v primeru, če bi se vse aktivirale lahko poškodovale telo v takšni meri, da bi umrli. Največja prednost prirojenega imunskega sistema pa je imunski spomin, kar pomeni, da v telesu po vsakem prvem vdoru nekega mikroorganizma ostane nekaj limfocitov pripravljenih, na morebitni ponovni vdor istega mikroorganizma. Ob ponovnem vdoru bi tako limfociti odreagirali takoj in ne po približno 5 do 8 dnevih (inkubacijska doba, kar pomeni čas od vdora mikroorganizma v telo pa do pojava bolezni), kakor je običajno pri prvem vdoru nekega mikroorganizma v telo. Pri tem moramo omeniti, da princip imunskega spomina s pridom uporabljamo že več kakor 100 let pri cepljenju. S cepljenjem namreč umetno povzročimo »vdor« določenega mikroorganizma v telo (cepivo vsebuje mrtve mikroorganizme ali pa njihove delčke), limfociti odreagirajo in posledica je nastanek protiteles, ki so specifična za cepivo (ta ostanejo lahko v telesu do več let) ter spominski limfociti, ki krožijo po krvi in so pripravljeni na pravi, naravni vdor določenega mikroorganizma, da ga napadejo in čim hitreje premagajo. Na ta način torej nekako treniramo in v naprej pripravimo imunski sistem na tekmo z mikroorganizmi.

Celice imunskega sistema nastajajo in zorijo v primarnih limfatičnih organih (kostni mozeg in timus), imunski odziv in nastanek obrambne komponente na ravni molekul pa poteka predvsem v sekundarnih limfatičnih organih (vraničca, bezgavke in desiminirano limfatično tkivo telesa) ali na samem mestu vdora mikroba v telo. Celotno telo pa za imunski sistem predstavlja nekakšen poligon, po katerem se razporedijo obrambne komponente; tako molekule kot celice se po telesu razporedijo po krvi ali limfi in jih najdemo skoraj v vsakem delu našega telesa.

Torej, če govorimo o imunskem sistemu sedaj vidimo, da ne moremo govoriti o enostavnem pojmu imunskega sistema, temveč o zelo kompleksnem sistemu, na katerega lahko vplivamo le preko posameznih sestavnih komponent. Če izpostavljamo vpliv, oz. če želimo »ojačati« imunski sistem, potem moramo preverjati in dokazati nastale funkcionalne spremembe (ojačitev) na posameznih komponentah in ne kot celoten sistem. Iz tega je torej več kot očitno, da so oglaševanja o možnosti do celo 80% ojačanem imunskem sistemu po uporabi nekega reklamiranega pripravka, iz trte izvita.

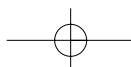
Vpliv dopinga na imunski sistem

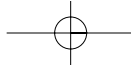
Uporaba nekaterih substanc iz Liste prepovedanih substanc in metod ima direkten učinek na imunski sistem, kot tudi indirektnega kakor smo že omenili. Direktni učinek pomeni, da uporabljena substanca v telesu na določen način, ki pa je včasih še nepoznan, vpliva predvsem na celice imunskega sistema, tako na njihovo število, kot tudi na njihovo funkcijsko sposobnost.

Glukokortikosteroidi se kot zdravilo v uradni medicini uporabljajo predvsem za lokalno ter tudi za sistemsko zmanjševanje vnetja, se pravi, da delujejo protivnetno. Ker so običajno sestavni deli vnetne reakcije tudi imunske celice, torej vplivamo z zdravljenjem na njih tako, da zmanjšujemo sposobnost celic, da iz krvi ali limfe pridejo na mesto vnetja, ter da zmanjšamo njihovo protivnetno funkcijsko delovanje. Prav nič drugače pa ni v primeru, če so glukokortikosteroidi zlorabljeni za namene dopinga, le da se pri tem uporabljajo precej višje koncentracije, ki se aplicirajo sistemsko, zato je učinek na obrambne celice tudi sistemski. V takih pogojih je potem razumljivo, da je splošna obrambna sposobnost telesa zelo zmanjšana in obstaja verjetnost za najmanj oportunistične okužbe, kot tudi za okužbe s patogenimi mikroorganizmi. Snovi iz skupine anaboličnih agensov prav tako delujejo imunosupresivno, kar je poznano predvsem za testosteron in njegove strukturno sorodne snovi. Za ostale snovi iz te skupine je razmeroma malo strokovnih podatkov, vendar lahko precej zanesljivo sklepamo, da je delovanje precej podobno. Testosteron zmanjšuje nivo citokinov v krvi in spreminja njihovo razmerje, zmanjšuje število NK celic in makrofagov, zmanjšuje količino B in T limfocitov ter njihovo razmerje, skratka, deluje protivnetno. Testosteron vpliva tudi na mehanske in fiziološke bariere prirojenega imunskega sistema, saj spreminja strukturo kože in njene sekrete (izločke), kar povzroča razna kožna vnetja, ker je bakterijam omogočen lažji vstop skozi ali v kožne strukture (izvodila lojnic in znojnic, dlačni mešički) in omogočeno je njihovo razmnoževanje (posledica je aknavost). Pri zlorabi eritropoetina (EPO) se lahko imunski sistem aktivira in začne proizvajati protitelesa proti molekuli EPO. Ker je lastni, endogeni EPO skoraj identičen tistemu, ki pride v telo od zunaj (eksogeni), protitelesa blokirajo obe obliki EPO, kar privede do funkcionalne blokade hormona in posledično do hude slabokrvnosti (anemije).

Imunski sistem in trening

Zdrav organizem je v ravnovesju, tako znotraj, med telesnimi fiziološkimi procesi, kot navzven z okoljem. Če na telo deluje določen stresni dejavnik dovolj intenzivno ter dovolj dolgo, se lahko notranje ravnovesje poruši in posledica je lahko določeno bolezensko stanje. Takšni stresni dejavniki, ki so vsesplošno poznani so kvantitativno in kvalitativno stradanje, izguba telesne mase, različne okužbe, zlasti, ko pridemo v stik z novimi mikroorganizmi (potovanja) dehidracija, mentalni stres, nezadosten počitek, huda telesna obremenitev ipd. Športniki so pri tem izpostavljeni vsaj enemu izmed stresnih dejavnikov, se pravi treningu, ki je pogosto hud kroničen napor, ki se pogosto dopolnjuje z dehidracijo, nepravilno prehrano in s premalo počitka. Razumljivo je torej, da športnikovo telo velikokrat »deluje na meji« in že banalna sprememba vsakdanjega ritma lahko povzroči bolezen. Kaj se dogaja s športnikovim imunskim sistemom? Obrambni mehanizmi so pogosto »načeti« zaradi pomanjkanja gonilnih snovi za obrambne celice, lahko primanjkujejo sestavni elementi za obrambne molekule, lahko pa se ti mehanizmi kronično izrabljajo za vzdrževanja ravnovesja z mikrobi. Takšen vrhunsko pripravljen športnik, pogosto pri »piljenju« forme (1 do 2 tedna pred načrtovanim tekmovanjem) lahko zboli zaradi okužbe z mikroorganizmi, ki so popolnoma vsakdanji v življenju (oportunistične okužbe) in jih normalni, zdravi ljudje nezavedajoče premagujejo. Pri vrhunskih športnikih zaradi teh vzrokov najpogosteje opisujejo okužbe zgornjih dihal (URTI upper respiratory tract infection). Znanstveno je dokazano, da zmerna telesna vadba krepi vse elemente imunskega sistema, za razliko od intenzivne vadbe, ki je značilnost vrhunškega športnika in katere elemente imunskega sistema ter njihove efektorske mehanizme zmanjšuje. Povrhu vsega pa je v vrhunskem športu prisoten tudi doping s katerim med drugim lahko bolj intenziviramo treninge in s tem posredno še znižujemo obrambno sposobnost organizma. Kronična intenzivna telesna vadba ima zaradi individualnih razlik (genetika, različni drugi stresni dejavniki) pri športnikih lahko različne posledice za imunski sistem. Značilno je zmanjšanje števila nevtrofilnih granulocitov ter njihova fagocitna funkcija, po nekaterih podatkih pa tudi funkcijo makrofagov ter B in T limfocitov, dokazano je zmanjšanje serumskega nivoja aminokislinske glutamina, ki je eden od pomem-





bnih »goriv« nekaterih celic imunskega sistema, prav tako je dokazana znižana koncentracija citokinov v plazmi in manj intenzivno izločanje sekretornih imunoglobulinov A (protitelesa za zaščito sluznic). Večje število in aktivnost NK celic pa je edini pozitiven učinek intenzivne vadbe na imunski sistem. Pri tem naj omenimo še to, da nastale negativne spremembe posameznih elementov imunskega sistema lahko ostanejo nekaj ur ali celo nekaj dni po prenehanju intenzivne vadbe.

Kako lahko vplivamo na imunski sistem

Zaenkrat velja, da z imunskim sistemom precej bolj uspešno in enostavno manipuliramo, kadar želimo zmanjšati ali popolnoma zavreti njegovo obrambno funkcijo. Zaviranje delovanja imunskega sistema z radiacijo, ali imunosupresivnimi zdravili (npr. glukokortikosteroidi) je danes zelo dobro proučeno in se uporablja pri zdravljenju avtoimunih bolezni in pri presaditvi organov. Nasprotno, pri ojačanju funkcije imunskega sistema znanost še zdaleč ni tako uspešna kot pri prej omenjenem zaviranju delovanja. Takšna zdravila bi močno potrebovali pri zdravljenju bolezni pomanjkljivosti imunskega sistema, pri bolnikih okuženih s HIV in nenazadnje pri čisto vsakdanjih bakterijskih in virusnih okužbah, ki se jih zdravi poenostavljeno z antibiotiki. Če bi obstajala takšna zdravila, bi jih uporabljali poleg zdravljenja lahko tudi preventivno in nikoli ne bi zboleli, kajti vedno bi odšli kot zmagovalci iz stadiona, kjer smo tekmovali z mikroorganizmi. V realnosti pa, vsi dobro vemo, da temu ni tako, kljub markantnemu oglaševanju npr. nekaterih vrst probiotičnih jogurtov ali dodatkov k prehrani. V številnih eksperimentalnih modelih, veliko manj pa v praktičnem življenju se uporabljajo nekateri pripravki, ki nekoliko pospešijo delovanje imunskega sistema ali pa ga vzdržujejo na še obrambno zadostnem nivoju, kadar pričakujemo njegov kolaps. Ti pripravki ojačajo posamezne komponente imunskega sistema organizma le redko nad nivo statistične značilnosti, kar pa je včasih že dovolj, da opazimo razlike na nivoju celotne populacije, ki je po tretiranju bolj odporna na nekatere okužbe v primerjavi z netretirano populacijo. Vitamin C, vitamin E, Selen, aminokislina Glutamin, nekateri pripravki iz ovojnice določenih virusov ali iz ovojnice določenih bakterij so danes pripravki, s katerimi nespeci-

fično aktiviramo obrambni sistem ali nekoliko ojačamo splošno telesno odpornost in premagamo blažje okužbe brez posebno opaznih bolezenskih znamenj.

Zaključek

Pri doseganju vrhunskih rezultatov v športu skrbimo za skeletno mišični aparat, za živčni sistem, ne smemo pa pozabiti na imunski sistem. Sistem ni viden in otipljiv, prepoznamo ga šele, ko z obrambnimi mehanizmi ne more več zmagovati v bitki z mikroorganizmi. Če imamo zdrav imunski sistem, ne bomo bolehamo za boleznimi, ki jih povzročajo mikrobi, zato lahko intenzivno treniramo in si obetamo dobrih rezultatov. Paziti moramo torej tudi na dobro kondicijo imunskega sistema, tako da se ne pretreniramo, da imamo dovolj počitka, da ne uživamo prehrabnih dodatkov, ki škodujejo imunskemu sistemu, da se ne poslužujemo dopinga ter da primerno in z razumom uživamo pripravke ali substance, ki krepijo ali pomagajo vzdrževati imunokompetenten obrambni sistem organizma.

Literatura

- Ahmed SA, Talal N. Sex hormones and the immune system. *Baillieres Clin Rheumatol* 1990;4(1): 13-31.
- Angele MK, Ayala A, Cioffi WG, Bland KI, Chaudry IH. Testosterone: the culprit for producing splenocyte immune depression after trauma hemorrhage. *Am J Physiol* 1998;274 (6): 1530-6.
- Angele MK, Knoferl MW, Schwacha MG, Ayala A, Cioffi WG, Bland KI, Chaudry IH. Sex steroids regulate pro- and anti-inflammatory cytokine release by macrophages after trauma-hemorrhage. *Am J Physiol* 1999;277 (1): C35-42.
- Banič S, Kotnik V, Malovrh T, Stantič-Pavlinič M, Kuliš S, Hostnik P, Grom J. Immunostimulatory effect of vitamins E and the combination of vitamins E and C in persons vaccinated against rabies diploid cell vaccine. *Alpe Adria microbiol j.*, 1998; 7 (4): 289-297.
- Bhasin S, Calof OM, Storer TW, Lee ML, Mazer NA, Jasuja R, Montori VM, Gao W, Dalton JT. Drug insight: Testosterone and selective androgen receptor modulators as anabolic therapies for chronic illness and aging. *Nat Clin Pract Endocrinol Metab* 2006; 2(3): 146-59.
- Bouman A, Heineman MJ, Faas MM. Sex hormones and the immune response in humans. *Hum Reprod Update* 2005; 11(4): 411-23.
- Buyukyazi G, Kutukculer N, Kutlu N, Genel F, Karadeniz G, Ozkutuk N. Differences in the cellular and humoral immune system between middle-aged men with different intensity and duration of physically training. *J Sports Med Phys Fitness* 2004; 44(2): 207-14.
- Castell LM, Newsholme EA. Glutamine and the effects of exhaustive exercise upon the immune response. *Can J Physiol Pharmacol* 1998; 76(5):

524-32.

Castell LM, Newsholme EA. The relation between glutamine and the immunodepression observed in exercise. *Amino Acids*. 2001; 20(1): 49-61.

Gani F, Passalacqua G, Senna G, Mosca Frezet M. Sport, immune system and respiratory infections. *Allerg Immunol (Paris)* 2003; 35(2): 41-6.

Gilliver SC, Ashworth JJ, Mills SJ, Hardman MJ, Ashcroft GS. Androgens modulate the inflammatory response during acute wound healing. *J Cell Sci* 2006; 119(4): 722-32.

Jeurissen A, Bossuyt X, Ceuppens JL, Hespel P[The effects of physical exercise on the immune system]. *Ned Tijdschr Geneesk* 2003; 147(28): 1347-51.

Mackinnon LT. Chronic exercise training effects on immune function. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(7): S369-76.

Mackinnon LT. Immunity in athletes. *Int J Sports Med* 1997; 18(1): S62-8.

Muehlenbein MP, Bribiescas RG. Testosterone-mediated immune functions and male life histories. *Am J Hum Biol* 2005; 17(5): 527-58.

Nieman DC. Exercise and resistance to infection. *Can J Physiol Pharmacol* 1998; 76(5): 573-80.

Nieman DC. Exercise immunology: practical applications. *Int J Sports Med* 1997; 18(1): S91-100.

Nieman DC. Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26(2): 128-39.

Nieman DC. Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: exercise effects on systemic immunity. *Immunol Cell Biol* 2000; 78(5): 496-501.

Rang HP, Dale MM Ritter JM. *Pharmacology*. Edinburgh, London, New York, Philadelphia, Sydney, Toronto: Churchill, Livingstone, 1999.

Rivera VM, Gao GP, Grant RL, et al. Long-term pharmacologically regulated expression of erythropoietin in primates following AAV-mediated gene transfer. *Blood* 2005; 105 (4): 1424-30.

Smith C, Myburgh KH. Are the relationships between early activation of lymphocytes and cortisol or testosterone influenced by intensified cycling training in men? *Appl Physiol Nutr Metab* 2006; 31(3): 226-34.

Škoberne M, Malovrh T, Kotnik V. Chemotaxis a test to measure impairment of phagocyte cells. *Med. razgl* 1998; 37(5): 115-21.

Verthelyi D. Sex hormones as immunomodulators in health and disease. *Int Immunopharmacol* 2001; 1(6): 983-93.

PRISTOP

