

Pregledni prispevek/Review article

## TELESNA DEJAVNOST IN ZDRAVJE

## PHYSICAL ACTIVITY AND HEALTH

Aleš Blinc<sup>1</sup>, Mara Bresjanac<sup>2</sup><sup>1</sup> Klinični oddelek za žilne bolezni, Klinični center, Zaloška 7, 1525 Ljubljana<sup>2</sup> Inštitut za patološko fiziologijo, Medicinska fakulteta, Zaloška 4, 1000 Ljubljana

Prispelo 2005-09-15, sprejeto 2005-11-21; ZDRAV VESTN 2005; 74: 771-7

**Ključne besede:** telesna dejavnost; zdravje; koronarna bolezen; rak; staranje**Izvleček** – Izhodišča. Zaradi tehnološkega napredka postaja v razvitem svetu prebivalstvo v povprečju čedalje manj telesno dejavno, kar pomembno prispeva k epidemiji debelosti in presnovnega sindroma.

Rezultati (ugotovitve). Čeprav pretirani telesni naporji škodujejo hormonskemu ravnovesju in imunskemu sistemu ter nekoliko povečajo verjetnost nenadne srčne smrti, je velika večina prilagoditev na redno telesno vadbo zdravju koristna. Poveča se občutljivost na inzulin, izboljša se presnova trigliceridov in holesterola, zmanjša se bazalna aktivnost simpatičnega živčevja, kar zmanjšuje koronarne aterotrombotične zaplete in srčno-žilno umrljivost. Telesna dejavnost je povezana z manjšim tveganjem raka širokega črevesa, raka na dojki in endometrijskega karcinoma. Ob redni telesni vadbi se življenje v primerjavi z neaktivno populacijo v povprečju podaljša za približno dve leti, predvsem pa je mogoče tudi v visoki starosti ohraniti vzdržljivost in mišično moč, kar omogoča samostojno življenje. Telesna vadba zmanjšuje depresivnost in povečuje občutje splošnega zadovoljstva.

Zaključki. Za doseganje koristnih presnovnih in psihičnih učinkov je treba večino dni v tednu vsaj pol ure vaditi z najmanj zmerno intenzivnostjo, še bolje pa se je gibati vsak dan.

**Uvod**

Odnos človeštva do telesne dejavnosti že tisočletja niha med »ljubeznijo in sovraštvom«. Antični filozofi so pripisovali telesni dejavnosti lastnosti univerzalnega zdravila, ki krepi telo in duha, po drugi strani pa se skoraj vsi tehnični izumi človeštva od izuma kolesa in vzvoda do prenosnih telefonov borijo proti potrebi po telesnem delu. V drugi polovici 20. stoletja je tehnološka razvitost v Severni Ameriki in Evropi dosegla stopnjo, ko je pomanjkanje telesne dejavnosti pričelo ogrožati zdravje velikega števila prebivalcev. Kljub temu da je postal splošno znan pojem rekreativne telesne vadbe, prostovoljne dejavnosti, namenjene obnavljanju telesne in duševne svežine, je le tretjina prebivalcev zahodnega sveta dovolj telesno dejavna, da s tem skrbi za svoje zdravje, ostali pa z neaktivnostjo prispevajo k preveliki telesni teži, boleznim srca in žilja in čedalje večji pogostosti motenj razpoloženja (1). Pro-

**Key words:** physical activity; health; coronary disease; cancer; ageing**Abstract** – Background. Due to technological development, the average level of physical activity is decreasing among residents of developed countries, which is an important factor in the epidemic of obesity and metabolic syndrome.

Results (findings). Although excessive physical exertion disrupts hormonal balance, harms the immune system and somewhat increases the risk of sudden cardiac death, the overwhelming majority of adaptations to regular exercise comprise health benefits. Sensitivity to insulin is increased, metabolism of triglycerides and cholesterol is improved, and the basal tone of the sympathetic nervous system is decreased, which all reduces coronary atherothrombotic events and cardio-vascular mortality. Physical exercise is linked to reduced risk of colon carcinoma, breast cancer and endometrial carcinoma. Regular physical activity prolongs life on average by about two years in comparison with sedentary population, but even more importantly, it preserves endurance and power necessary for independent living well into advanced age. Physical exercise reduces symptoms of depression and improves the perceived level of satisfaction.

Conclusions. In order to achieve the metabolic and psychological benefits of exercise, it is necessary to engage in at least a half hour of moderately intense activity on most days of the week, but daily physical activity is even better.

blem debelosti, motenj presnove in pridruženih bolezni je v Združenih državah Amerike že prerasel v epidemijo (2), saj sta dve tretjini odraslih Američanov pretežkih z indeksom telesne mase > 25 kg/m<sup>2</sup>, približno tretjina pa je predebelih z indeksom telesne mase > 30 kg/m<sup>2</sup> (3). Debelost in motnje presnove postajajo čedalje pogostejše tudi v Evropi in mestnem prebivalstvu v Aziji (4), kar ni zgolj posledica uživanja pretiranih količin hrane, temveč v veliki meri tudi posledica pomanjkanja telesne dejavnosti (2-4).

**Osnovni vrsti telesne vadbe**

V strokovni literaturi najpogosteje omenjajo dve vrsti telesne dejavnosti, aerobno vadbo in uporovno vadbo (angl. *resistive training*).

Prvi izraz se nanaša na prevladujoči aerobni način proizvodnje celične »energijske valute« adenozintrifosfata (ATP) pri ponavljajočem se, pretežno izotoničnem krčenju velikih mišičnih skupin, ki jih izvajamo npr. pri hoji, kolesarjenju, plavanju in vzdržljivostnem teku. Kot pove ime, je pri aerobni vadbi znatno povečano privzemanje kisika v telo, kar omogočata povečan minutni volumen srca in povečana ekstrakcija kisika iz kapilarne krvi v delujočem mišičju. Med aerobnim naporom se v dejavnih mišicah do 20-krat poveča lokalni pretok krvi v primerjavi s pretokom med mirovanjem (5). Ritmično krčenje mišic pomaga vračanju krvi v desni preddvor in desni prekat srca. Zdravo srce se odziva na povečan priliv venske krvi tako, da poveča moč in frekvenco krčenja (6), dodatno pa k učinkovitejšemu iztisu med naporom prispevata akutno povečan tonus simpatičnega in zmanjšan tonus parasimpatičnega avtonomnega živčevja. Povprečna poraba kisika med mirovanjem, ki jo označujemo kot 1 metabolični ekvivalent (1 MET), znaša 3,5 ml O<sub>2</sub>/kg/min, kar približno ustreza stopnji porabe energije 1 kcal/min (= 4,2 kJ/min). Oseba, ki v vsakdanjem življenju ni omejena zaradi zmanjšane sposobnosti opravljanja telesnega dela in jo po razvrstitvi Newyorške zveze za srce (*New York Heart Association*) razvrstimo v 1. funkcionalni razred, je sposobna telesnega napora stopnje vsaj 8 MET (7). Mlad, zdrav, netreniran človek lahko med maksimalnim aerobnim naporom doseže 12 MET, trenirani športniki pa tudi več kot 20 MET (8).

Izraz uporovna vadba označuje premagovanje znatnega upora vzmeti ali uteži z namenom povečanja ali vzdrževanja mišične moči in mase. Na začetku giba je poudarjena izometrična faza mišičnega krčenja, znaten del energije za mišično delo pa se proizvede anaerobno, ker dolgotrajno pretisnjenje mišičnih kapilar preprečuje povečano dostavo kisika mišicam. Minutni volumen srca se le malo poveča, pač pa se zaradi povečanega perifernega upora znatno poveča sistolični krvni tlak (8).

## Aerobna in anaerobna proizvodnja ATP med telesnim naporom

Osnovni problem organizma med telesnim naporom je zagotavljanje zadostne količine ATP delujočemu mišičju. Aerobna in anaerobna sinteza ATP ob presnovi ogljikovih hidratov sta povezani, saj ju ločuje le ena biokemična reakcija, ki jo katalizira laktatna dehidrogenaza. Ob prisotnosti zadostne količine kisika se glikolitična pot, ki do nastanka piruvata proizvede dve molekuli ATP na vsako presnovljeno molekulo glukoze, nadaljuje aerobno, pri čemer se sintetizira acetil-koencim A, ki vstopa v cikel trikarboksilnih kislin (CTKK), znan tudi kot Krebsov cikel (9). Acetil-koencim A nastaja tudi pri oksidaciji maščobnih kislin. Iz CTKK se sproščajo energijsko bogate spojine, dajalke elektronov, ki vstopajo v reakcije dihalne verige. Potovanje elektronov vzdolž encimov dihalne verige do končnega prejemnika kisika sprošča energijo, ki ob popolni aerobni presnovi ene molekule glukoze zadostuje za nastanek dodatnih 36 molekul ATP. Popolna aerobna presnova maščobne kisline s 16 ogljikovimi atomi (palmitinske kisline) proizvede 131 molekul ATP (9).

Kadar mišičju primanjkuje kisika ali kadar je glikolitična presnovna pot med intenzivnim naporom zelo pospešena, se čedalje večji delež piruvata ne presnavlja v acetil-koencim A, temveč se z encimom laktatna dehidrogenazo presnavlja v mlečno kislino – laktat, pri čemer nastaneta na eno molekulo glukoze le še dve dodatni molekuli ATP (9). Anaerobna presnova telesu omogoča izvajanje kratkotrajnih, zelo intenzivnih naporov. Maščob ne moremo presnavljati anaerobno, zato predstavljajo pomemben vir energije predvsem pri dolgotrajnejši aerobni vadbi (9).

Med mirovanjem in blagim telesnim naporom se skoraj vedno piruvat, ki nastaja s presnovo ogljikovih hidratov, presnavlja po aerobni poti. Šele ko stopnja napora preseže 60% maksimalne aerobne presnove, kar običajno označujemo kot prehod iz zmerne intenzivnosti vadbe v veliko intenzivnost, se prične znatnejša proizvodnja laktata (8, 9). Maksimalni aerobni napor zaradi zakisanja ob kopičenju laktata privede do izčrpanja po 5 do 10 minutah (8). Zelo kratek čas, npr. med šprinti, smo sposobni napora, ki je večji od maksimalnega aerobnega, vendar se pri tem telo še hitreje zakisa in si nabere »kisikov dolg«, ki ga je potrebno »odplačati« s hiperventilacijo po naporu. Med 100-metrskim šprintom se 90% ATP proizvede po anaerobni poti in 10% aerobno, med maratonskim tekom pa anaerobna presnova prispeva le 1% proizvodnje ATP, aerobna pa 99% (8). Od stopnje treniranosti je odvisno, kako hitro se laktat odstranjuje, in pri kolikšni koncentraciji laktata se mišice še lahko učinkovito krčijo. Netrenirane osebe so sposobne le zmernega, dolgotrajnega telesnega napora, ki ne presega 60% maksimalne aerobne zmogljivosti, trenirani tekači pa lahko več kot dve uri dolgo tečejo pri približno 90% svoje največje porabe kisika (8). Za pospešeno sproščanje glukoze iz mišičnega in jetrnega glikogena in za pospešeno lipolizo med telesnim naporom poskrbi povečano sproščanje glukokortikoidov, rastnega hormona, adrenalina in noradrenalina (10).

## Presnovne prilagoditve na telesni napor

Telesna dejavnost v telesu izzove kopico prilagoditev, ki v prvi vrsti povečajo sposobnost opravljanja tiste dejavnosti, ki jo vadimo, pomemben »stranski proizvod« primerno odmerjene vadbe pa je izboljšano zdravje.

Ponavljajoča se aerobna vadba z intenzivnostjo, ki dosega najmanj 60% maksimalne aerobne zmogljivosti, izboljša sposobnost telesa za privzemanje kisika, ker povečuje črpalno sposobnost srca in zgosti mrežje kapilar v treniranih mišicah (11). Za doseganje vrhunskih rezultatov v vzdržljivostnih športih je potrebna intenzivna vadba, ki vključuje tudi anaerobne napore (11), vendar načela športnega treniranja, ki ni več nujno povezano z izboljšanim zdravjem, presegajo okvir tega članka. Telesna vadba izboljša živčno-mišično koordinacijo in tudi s tem prispeva k povečani učinkovitosti delovanja dihalnih mišic in treniranih mišičnih skupin v udih (8, 12). V treniranih mišicah se učinkoviteje presnavljajo maščobne kisline, kar omogoči varčevanje z notranjim virom ogljikovih hidratov, mišičnim glikogenom. Ogljikovi hidrati so pri oksidaciji maščobnih kislin še vedno potrebni vsaj za obnavljanje intermediatov CTKK. Trening v mišičju poveča sposobnost presnavljanja laktata in poveča gostoto encimov dihalne poti (8). Poveča se občutljivost mišičja na inzulin, kar omogoči natančnejšo regulacijo ravnih krvnega sladkorja (13). V krvi se zmanjšata koncentracija škodljivega LDL holesterola in trigliceridov, poveča se koncentracija zaščitnega HDL holesterola, zmanjšajo pa se tudi koncentracije kazalcev vnetja, kot so C-reaktivna beljakovina, faktor tumorske nekroze alfa, interleukin 1 in 6 (14). Zmanjša se aktivnost zaviralca aktivatorja plazminogeneza (PAI-1), kar pomeni izboljšano sposobnost endogene fibrinolize in manjšo nagnjenost k aterosklozi in trombotičnim zapletom (15). Zmanjšana bazalna aktivnost simpatičnega živčevja zmanjšuje frekvenco srca med mirovanjem, zmeroma znižuje krvni tlak in blaži učinke psihičnega stresa (8).

Uporovna vadba v prvi vrsti služi povečevanju ali vsaj vzdrževanju mišične mase, ki se sicer s starostjo nezadržno manjša in slabi gibalne sposobnosti organizma (16). Za vzdrževanje kostne mase je poleg endokrinih dejavnikov in primerne prehrane potrebna kombinacija različnih obremenitev gibalnega sistema, zelo pomembni pa so tudi intervali počitka, ki pre-

prečujajo desenzitizacijo celičnega mehanosenzornega aparata v kosti in s tem omogočajo večji anabolni odziv osteoblastov na vadbo (17).

Zmanjšanje telesnega maščevja in še posebej visceralnega maščevja je mogoče doseči tako z aerobno kot z uporovno vadbo. Pomembno zmanjšanje skupnega maščevja navadno zahteva omejitve vnosa energije s hrano ali veliko porabo energije s telesno vadbo, npr. tedensko 5–7 ur vadbe z veliko intenzivnostjo (18). Na srečo pri hujšanju hitreje izgublamo visceralno maščevje kot skupno maščevje, tako da je že majhno zmanjšanje telesne teže povezano s pomembnimi presnovnimi učinki, zlasti z izboljšano odzivnostjo na inzulin (18). Med mirovanjem, ki sledi telesnemu naporu, se hitrost presnove vrača na izhodiščno vrednost, vendar ostaja merljivo povečana še vsaj dve uri po naporu (19). Dolgotrajni telesni trening lahko nekoliko pospeši hitrost presnove med mirovanjem zaradi povečanega deleža mišične mase, več raziskav pa poročajo celo o zmanjšanju hitrosti presnove med mirovanjem ob intenzivnem telesnem treningu (19). Zdi se, da je pri majhnih vrednostih vnosa in porabe energije večja verjetnost pozitivne bilance oz. pridobivanja telesne teže kot pri velikih vrednostih, kar z drugimi besedami pomeni, da je zgolj z dieto mnogo težje nadzorovati telesno težo kot s sočasno redno telesno dejavnostjo (20).

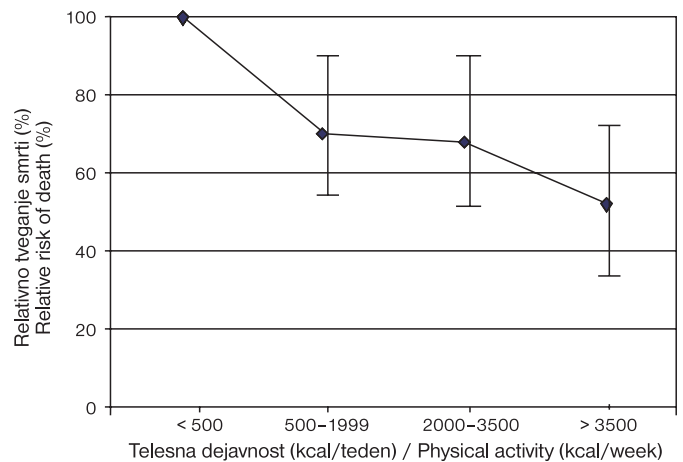
V zadnjih letih se kopičijo dokazi, da telesna treniranost izdatno koristi tudi osebam, ki ostajajo pretežke, saj dobra telesna zmogljivost štiti tudi osebe s povečanim indeksom telesne mase pred presnovnim sindromom, tj. kombinacijo trebušne debelosti, zmanjšane odzivnosti na inzulin, motene presnove maščob in zvečanega krvnega tlaka (21–23). Kombinacija individualnega svetovanja o primerni prehrani in rednega izvajanja aerobne vadbe je pri pretežkih osebah z moteno toleranco za glukozo zmanjšala pojavnost sladkorne bolezni po 3 letih za 58% v primerjavi s kontrolnimi osebami, ki so bile deležne le splošnega nasveta o prehrani in telesni vadbi (24).

## Telesna vadba in umrljivost zaradi koronarne bolezni

V zadnjih 50 letih so številne raziskave potrdile zvezo med telesno nedejavnostjo in koronarno boleznijo, ki je v razvitem svetu vodilni vzrok umrljivosti. Znamenita je študija Morrisa in sodelavcev, ki so našli več koronarne bolezni pri šoferjih kot pri sprevodnikih v dvonadstropnih angleških avtobusih, kar so pripisali telesni nedejavnosti šoferjev (25, 26). Paffenbarger in sodelavci so pri velikem vzorcu diplomantov harvardске univerze dokazali obratno povezavo med redno telesno dejavnostjo in umrljivostjo (Sl. 1), jasno pa so tudi potrdili, da je zaščitna le vadba, ki jo preiskovanci še vedno izvajajo, saj trening v preteklosti ne prinaša dolgotrajne koristi (27, 28).

V zadnjih letih so poročali o zaščitnem vplivu rekreativne vadbe pred koronarno boleznijo in o škodljivosti telesnega dela v službenem času (29). Slednje ima morda več opraviti z družbenoekonomskim statusom preiskovancev kot z njihovim telesnim delom. Znano je, da sta višji družbenoekonomski položaj in večja možnost vplivanja na delovno in domače okolje značilno povezana z manjšo umrljivostjo zaradi srčno-žilnih bolezni ter z manjšo pogostostjo depresivnosti in anksioznosti (30, 31).

Velike prospektivne raziskave na zdravih preiskovancih, kot so Harvard Alumni Health Study (28), Multiple Risk Factor Intervention Study (32), British Civil Servants Health Study (33), Aerobics Center Longitudinal Study (34), Lipid Research Clinics Mortality Follow-up Study (35) in norveška raziskava telesne zmogljivosti pri moških (36) so dokazale, da koronarna obolenost in umrljivost upadata z naraščajočo telesno dejavnostjo ali telesno zmogljivostjo in da se velika razlika pojavi že med najmanj treniranimi preiskovanci in tistimi, ki so le zmerno bolj

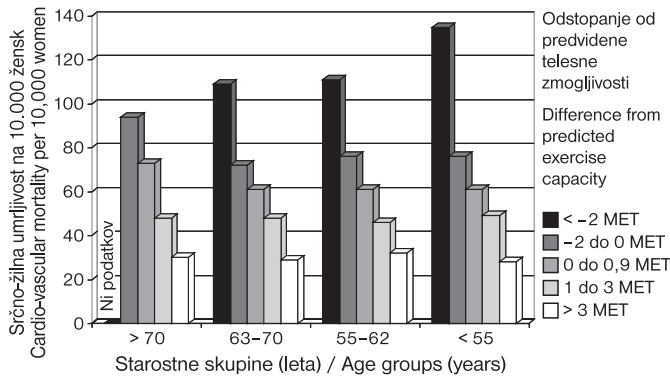


Sl. 1. Relativno tveganje smrti zaradi vseh vzrokov (s 95-odstotnim intervalom zaupanja) v odvisnosti od tedenske porabe energije za telesno dejavnost pri 10.269 harvardskih diplomantih, ki so bili ob pričetku raziskave stari 45–84 let in so jih spremljali 8 let. Že razmeroma skromen obseg telesne vadbe je pomenil znatno korist v primerjavi z nedejavnim življenjskim slogom. Prirejeno po Paffenbarger et al. (28).

Figure 1. Relative risk of death from all causes (with 95% confidence intervals) in relation to physical activity, expressed as weekly energy expenditure, in 10,269 Harvard alumni, aged 45–80 years at recruitment into the study, who were followed for 8 years. Even a relatively modest level of physical activity conferred a significant survival benefit in comparison to inactive individuals. Adapted from Paffenbarger et al. (28).

dejavni ali zmogljivi. Zaščitni učinki telesne dejavnosti so močnejše izraženi pri nekadilcih, osebah z normalnim krvnim tlakom in normalno ravni serumskih lipidov, vendar vadba koristi vsem skupinam (28, 32–36). Metodološke razlike med raziskavami sicer otežujejo natančno opredelitev odvisnosti učinka telesne vadbe od njene količine, pogostosti in intenzivnosti, vendar je jasno, da tedenska poraba 1000 kcal na račun telesnega napora prinaša pomembne zaščitne učinke, ki se kažejo kot približno 30% manjša umrljivost v primerjavi z nedejavnimi vrstniki (20), tedenska poraba 2000 kcal pa zmanjšuje umrljivost za približno 50% (18). Za ilustracijo naj navedemo, da 1000 kcal/teden ustreza približno 2,5 ure hitre hoje z intenzivnostjo 6 MET ali 1 uri in 40 min rekreativnega teka z intenzivnostjo 10 MET. Pomembno je, da je telesna dejavnost razporejena v dnevne odmerke, ki niso manjši od 150–200 kcal/dan in da vadimo večino dni v tednu, vseeno pa je, ali gre za hojo ali različne druge športne dejavnosti (20). Že 2,4 km hoje na dan je značilno zmanjšalo umrljivost starejših moških v primerjavi z nedejavnimi vrstniki (37), prav tako pa so se statistično značilni učinki na zmanjševanje umrljivosti zaradi koronarne bolezni in vseh vzrokov pokazali že pri moških, ki so bili vsaj 23 min dnevno telesno dejavni, čeprav je šlo večinoma le za zmerno intenzivnost vadbe (38).

Telesna zmogljivost je pri obeh spolih obratno povezana s tveganjem smrti in srčno-žilnih zapletov. Nedavno so objavili, da znaša normalna telesna zmogljivost pri ženskah [14,7 MET - (0,13 × starost v letih)] (39). Ženske, ki pri obremenitvenem testiranju dosežejo manj kot 85% predvidene telesne zmogljivosti, umirajo 2-krat pogosteje kot tiste, ki zmorejo vsaj 85% norme (39). Odvisnost srčno-žilne umrljivosti žensk različnih starostnih skupin od njihove telesne zmogljivosti kaže Slika 2. Telesna zmogljivost ni odvisna le od količine opravljene vadbe, bolj je povezana z njeno intenzivnostjo (40). Telesno zmogljivost povečujemo z vadbo, ki je intenzivnejša od posameznikove običajne dejavnosti (20, 40). Ker je krivulja



Sl. 2. Umrljivost žensk različnih starostnih skupin zaradi srčno-žilnih vzrokov kot funkcija odstopanja od predvidene telesne zmogljivosti, ki so jo določili empirično in je znašala:  $[14,7 \text{ MET} - (0,13 \times \text{starost v letih})]$ . MET = metabolični ekvivalent, 1 MET ustreza porabi kisika  $3,5 \text{ ml O}_2/\text{kg}$  telesne teže/min. Prirejeno po Gulati et al. (39).

Figure 2. Cardio-vascular mortality of women in different age groups as a function of the difference from the predicted maximal exercise capacity that was determined empirically and amounted to:  $[14.7 \text{ MET} - (0.13 \times \text{age in years})]$ . MET = metabolic equivalent, 1 MET corresponds to oxygen uptake of  $3.5 \text{ ml O}_2/\text{kg}$  body weight/min. Adapted from Gulati et al. (39).

napredovanja parabolična, najhitreje in z najmanjšim absolutnim vložkom telesnega dela napredujejo začetniki, dobro trenirane osebe pa morajo za majhen napredek vlagati velike napore (20, 40).

## Povezava telesne vadbe in zbolewnosti za rakom

Telesna dejavnost zmanjšuje tveganje za nekatere vrste raka. Metaanaliza 19 kohortnih raziskav je pokazala za približno 20% manjšo zbolewnost za rakom debelega črevesa pri moških, ki so bili redno telesno dejavni pri delu ali rekreaciji, in za skoraj 30% manjšo zbolewnost pri ženskah, ki so vadile rekreativno (41). Šanghajska raziskava karcinoma endometrija je pokazala za skoraj 40% manjše tveganje za razvoj bolezni pri ženskah, ki so ostale telesno dejavne tudi v odrasli dobi v primerjavi s telesno nedejavnimi vrstnicami (42). Pri karcinomu dojke so opisali zaščitni učinek telesne vadbe in normalnega indeksa telesne mase, saj je bolezen 1,5- do 2-krat pogostejša pri telesno nedejavnih, debelih ženskah kot pri njihovih dejavnih in normalno težkih vrstnicah (43). Mehanizmi zaščitnega delovanja telesne dejavnosti pred razvojem omejenih vrst raka niso povsem razjasnjeni, zdi pa se, da gre pri karcinomu endometrija in dojke za učinke presnove estrogena v maščevju (44). Pred kratkim so opisali mehanizem, po katerem naj bi telesna vadba koristila pri karcinomu prostate (45). Izboljšana občutljivost na inzulin zmanjša serumsko raven inzulina podobnega ravnega dejavnika IGF-1 in poveča raven vezalne beljakovine IGFBP-1. V celicah karcinoma prostate se poveča izražanje zaviralne beljakovine p53 in njegovega efektorja, beljakovine p21, ki zmanjšata razmnoževanje rakavih celic in pospešita njihovo apoptozo (45).

## Učinki telesne vadbe na bolečinske sindrome

Številna bolezenska stanja, pri katerih so zelo moteče kronične bolečine, močno zmanjšajo gibljivost in s tem tudi splošno učinkovitost posameznika. Uporaba odmerjene telesne vad-

be lahko izboljša mišično moč in aerobno zmogljivost, zato lahko koristno vpliva na počutje in dejavnost bolnika. Primeri stanj, pri katerih so študije pokazale pomembno izboljšanje ob odmerjeni telesni vadbi, so: kronična bolečina v križu (46), osteoartrza (47, 48), revmatoidni artritis (49), fibromialgija (50) in sindrom kronične utrujenosti (51).

## Učinki telesne vadbe na staranje

Telesne spremembe, ki jih povzročata nedejavnost, so zelo podobne tistim, ki jih opazujemo pri starostnikih: zmanjšanje mišične mase in mišične moči, zmanjšanje aerobne zmogljivosti, povečanje visceralnega maščevja, zmanjšanje občutljivosti na inzulin, zmanjšanje kostne gostote, oslABLjena propriocepcija in občutek za ravnotežje (18). Telesno nedejavni odrasli ljudje postopoma izgubijo 20–40% mišične mase, zaradi česar se pomembno poslabšajo njihove gibalne sposobnosti (18). Aerobna telesna vadba ne more preprečiti starostne izgube mišične mase, lahko pa jo prepreči redna, dovolj intenzivna uporabna vadba (52). Po drugi strani redna aerobna vadba pomembno upočasni starostno zmanjševanje sposobnosti privzemanja kisika med naporom, čeprav ne vpliva na zmanjševanje maksimalne srčne frekvence, ki je posledica čedalje manjše občutljivosti srca na beta-adrenergično stimulacijo (53). Za ohranjanje primerne sestave telesa z zadosti mišičja in čim manj visceralnega maščevja je torej pomembna kombinacija raznovrstnih telesnih dejavnosti s komponentami uporovne in aerobne vadbe. Z ustrezno vadbo lahko tudi osebe v visoki starosti pomembno izboljšajo svoje telesne sposobnosti (54, 55). Telesna dejavnost sicer ne more preprečiti starostnega zmanjševanja kostne mase, lahko pa ga znatno upočasni, še pomembnejše pa je, da z ohranjanjem mišične moči, propriocepcije in občutka za ravnotežje zmanjšuje tveganje za padce, ki privedejo do zlomov kosti (18).

Ker sta tako staranje kot tudi telesni napor povezana s povečanim nastajanjem prostih radikalov, se nekateri raziskovalci sprašujejo, ali telesna vadba starostnikom lahko škoduje (56). V skeletnih mišicah starih poskusnih živali so med naporom opisali povečano nastajanje superoksidnega radikala, ki naj bi bilo posledica »odtekanja« elektronov iz reakcij dihalne verige zaradi stehiometričnega neravnovesja med oksidazo citokroma C in ostalimi encimi dihalne verige (57), po drugi strani pa je pomemben vir nastajanja prostih radikalov tudi vnetje, ki spremlja drobne poškodbe starih mišic (56). Na srečo tudi pri starih mišicah obstaja sposobnost prilagoditve na napor, saj enaka stopnja telesnega dela izzove znatno manjši oksidativni stres pri treniranih starih poskusnih živalih kot pri njihovih netreniranih vrstnicah (56). Jasno je, da koristni učinki redne telesne vadbe več kot odtehtajo škodljive učinke povečanega oksidativnega stresa, vendar starostnikom svetujemo izogibanje sunkovitim obremenitvam, ki povzročajo mišične poškodbe, in priporočajo zelo postopno stopnjevanje zahtevnosti vadbe (56).

Kot smo že navedli v poglavju o umrljivosti zaradi koronarne bolezni, redna telesna vadba podaljšuje povprečno življenjsko dobo (20), tako da telesno dejavni moški umrejo v povprečju dve leti kasneje kot njihovi nedejavni vrstniki (28, 36). Se pomembnejše pa je, da redna telesna dejavnost »odloži« s starostjo povezane kronične bolezni in invalidnost v povprečju kar za 15 let, kar pomeni izrazito podaljšanje kakovostnega življenjskega obdobja in skrajšanje bolehanja pred smrtjo (56, 58).

## Psihološki učinki telesne vadbe

Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) predvideva, da bo v tem stoletju depresija postala vodilni vzrok nesposobnosti za delo in eden vodilnih dejavnikov prezgodnje smrti v razvitem svetu (18, 59). Redna telesna dejavnost je povezana z manj-

šo pojavnostjo simptomov depresije v epidemioloških raziskavah (60, 61) in v intervencijskih raziskavah (62, 63). Tudi pri klinično razvitih oblikah depresije so rezultati 14 randomiziranih raziskav potrdili koristen učinek aerobne ali uporovne vadbe, ki sta dosegli pomembno izboljšanje pri 31 do 88% oseb (18). Neposredna primerjava antidepresivnega zdravila sertalina in intenzivne aerobne vadbe je pri depresivnih osebah obeh spolov, starejših od 50 let, pokazala enako učinkovitost obeh pristopov po 16 tednih, čeprav je bil odziv na zdravljenje hitrejši ob farmakološkem zdravljenju (64). V klinični praksi je depresivne bolnike težko motivirati za redno telesno vadbo (1). Mehanizmi antidepresivnega delovanja telesne vadbe niso znani, dokazano pa je, da telesna treniranost zmanjšuje somatske učinke psihičnega stresa (1). Ker telesna vadba izboljšuje telesno in duševno zdravje, se postavlja vprašanje, zakaj je le približno tretjina prebivalcev razvitih dežel dovolj telesno dejavna, da je deležna koristi. Najverjetnejša razlaga je, da se razpoloženje praviloma izboljša le, če ne presežemo intenzivnosti vadbe, na katero smo navajeni, povečevanje obsega in intenzivnosti vadbe pa razpoloženje praviloma poslabša (1).

## Škodljivi učinki pretirane telesne vadbe

Pri telesni dejavnosti lahko ob nekontroliranih mehanskih obremenitvah pride do akutnih poškodb, pri ponavljajočih se preobremenitvah gibal pa do kroničnih poškodb, ki so značilne za posamezno vrsto telesne dejavnosti (65).

Pretirane telesne obremenitve povzročijo tudi škodljiv sistemski odziv, ki ga označujemo kot sindrom pretreniranosti. Njegove značilnosti so zmanjšana telesna zmogljivost, slabo subjektivno počutje, povečanje kazalcev vnetja, zmanjšanje celične imunosti in zmanjšana odzivnost hipotalamično-hipofizno-nadledvične žlezne osi, kar ustreza fazi izčrpanja Selyejevega systemskega odziva na stres (66–68). Najverjetnejši razlog za sindrom pretreniranosti so ponavljajoče se mikrotravme veziva in kosti, ki sprožijo kronično vnetje, povezano s sproščanjem vnetnih citokinov (67). Edino učinkovito zdravilo za sindrom pretreniranosti je zmanjšanje intenzivnosti treninga (66–68).

Intenzivna telesna vadba, ki je povezana s premajhnim vnosom hrane in negativno energijsko bilanco, pri ženskah povzroči amenorejo in posledično osteoporozo. Pri amenoreičnih športnicah gre za zmanjšano pulzatilno sekrecijo gonadotropin sproščajočega hormona (GnRH) iz hipotalamusa, kar zavira pulzatilno sekrecijo luteinizirajočega hormona (LH) in folikle stimulirajočega hormona (FSH) iz hipofize ter zavre hormonsko proizvodnjo v ovariju (69). Najučinkovitejše zdravljenje teh motenj je zmanjšanje intenzivnosti vadbe in povečanje energijskega vnosa s hrano (69). Pri športnicah, ki se tekmovalno ukvarjajo z zvrstmi, kjer je pomembna majhna telesna teža, so motnje hranjenja žal dokaj pogoste (69).

Pri zelo intenzivni vadbi opisujejo povečano pogostost okužb dihal, kar je najverjetneje posledica zavrte celične imunosti kljub spodbujeni humoralni imunosti (66). Zavoro celične imunosti ob dolgotrajni, intenzivni telesni vadbi lahko nekoliko omili uživanje ogljikovih hidratov, medtem ko z dodatki cinka, vitamina C in drugih antioksidantov niso dosegli učinka (70). Najpomembnejša je zmernost pri vadbi, saj vsakodnevna pol- do enourna intenzivna vadba nima pomembnega zaviralnega učinka na funkcijo limfocitov T in B, naravnih celic ubijalk in nevtrofilcev (71).

Med osebami z osamljeno atrijsko fibrilacijo, tj. atrijsko fibrilacijo brez strukturne bolezni srca ali znanega sprožilnega dejavnika, je več kot 60% dolgoletnih športnikov, v splošni populaciji pa le približno 15% (72). K atrijski fibrilaciji pri starejših športnikih prispevata zmerno povečanje levega preddvora in bradikardija ob povečanem tonusu vagusa (72). Ob tem

je treba omeniti, da predstavlja osamljena atrijska fibrilacija bistveno manjše tveganje za tromboembolične zaplete kot atrijska fibrilacija, ki je povezana s srčnim popuščanjem (73). Tekmovalni šport pri adolescentih in mladih osebah poveča verjetnost nenadne srčne smrti za približno 2,5-krat (74), tako da je v veliki italijanski prospektivni raziskavi znašala pojavnost nenadne smrti 2,3 na 100.000 športnikov letno (75). Nenadna srčna smrt pri mladih športnikih je največkrat posledica genetskih srčno-žilnih bolezni, kot so hipertrofična kardiomiopatija, aritmogena kardiomiopatija desnega prekata, Marfanov sindrom in boleznii ionskih kanalčkov (76), zato evropska in ameriška kardiološka združenja priporočajo preventivne kardiološke preglede tekmovalcev in izločanje oseb z anomalijami srčno-žilnega sistema iz tekmovalnega športa (74, 76). Pri starejših športnikih, ki se z vadbo praviloma ukvarjajo rekreativno, je nenadna srčna smrt najpogosteje posledica neprepoznane koronarne bolezni, ki povzroči akutni koronarni sindrom in posledično migetanje prekatov (77). Presejalno obremenitveno EKG testiranje asimptomatskih oseb odkrije pomembno koronarno bolezen pri manj kot 3% preiskovancev, zato ga ne priporočajo pri osebah z majhnim tveganjem koronarne bolezni, pač pa pri telesno nedejavnih osebah z več dejavniki tveganja, ki želijo v srednjih letih ali kasneje pričeti z intenzivnejšo vadbo (78).

## Povzetek priporočil za telesno dejavnost

Večina strokovnih združenj priporoča odraslim vsaj pol ure zmerne telesne dejavnosti večino dni v tednu, najbolje vsak dan (20). Zmerna dejavnost pomeni obremenitve z intenzivnostjo 3–6 MET, kar v praksi pomeni živahno hojo, kolesarjenje s hitrostjo do 16 km/h, zmerno hitro prsno plavanje, košenje trave s strojno kosilnico ali čiščenje stanovanja (79). Polurni odmerek zmerne vadbe prinaša vrsto koristnih učinkov, vendar je premajhen, da bi preprečil nezdravo pridobivanje telesne teže, zato mnogi ljudje za vzdrževanje optimalne telesne teže potrebujejo več vadbe ali omejitev vnosa kalorij (20). Intenzivna aerobna vadba je primerna za zdrave osebe, ki želijo izboljšati svojo telesno zmogljivost, ali za trenirane osebe, ki jo želijo vzdrževati (20, 79). Poleg aerobne vadbe je pomembna uporovna vadba in vadba za gibljivost vsaj dvakrat tedensko, kar ohranja mišično maso in omogoča gibalno dejavnost z vsemi njenimi koristmi tudi v starosti (20).

Za otroke v šolskem obdobju priporočajo vsak dan vsaj eno uro zmerne ali intenzivne telesne dejavnosti, ki je lahko razdeljena v več krajših epizod in v več različnih zvrsti (80), podobno pa velja tudi za mladostnike (81). Intenzivna telesna dejavnost pomeni obremenitve z intenzivnostjo več kot 6 MET, kar v praksi pomeni npr. igranje nogometa, košarke ali tenisa, tek ali živahno hojo navkreber, živahno vadbo na aerobnih napravah v fitnesu, kolesarjenje s hitrostjo več kot 16 km/h ali plavanje s prosto tehniko (kravl) (79).

Dejaven življenjski slog, ki vključuje zmerno intenzivne telesne napore, zdravo prehrano in vzdrževanje socialnih vezi, ki jih lahko utrjuje skupinska vadba, ne koristi samo zdravim osebam, temveč tudi številnim skupinam bolnikov. Nadzorovana telesna vadba, ki jo na podlagi obremenitvenega testiranja predpiše kardiolog, koristi bolnikom po srčnem infarktu ali revaskularizaciji srca (82) in izbranim bolnikom s srčnim popuščanjem (83). Ameriška zveza za srce (*American Heart Association*) je izdelala celo priporočila o dovoljenih vrstah netekmovalne telesne dejavnosti bolnikov z genetskimi srčno-žilnimi boleznimi, pri katerih je zaradi povečanega tveganja nenadne smrti ob velikih telesnih naporih v medicinski stroki do nedavnega veljalo odklonilno stališče tudi do zmerne rekreativne vadbe, kar pa je bolnikom največkrat po nepotrebem slabšalo kakovost življenja (76).

## Literatura

- Salmon P. Effects of physical exercise on anxiety, depression, and sensitivity to stress: a unifying theory. *Clin Psychology* 2001; 21: 33–61.
- Keim NL, Blanton CA, Kretsch MJ. America's obesity epidemic: measuring physical activity to promote an active lifestyle. *J Am Diet Assoc* 2004; 104: 1398–409.
- Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention. Overweight and obesity. Dosegljivo na: <http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpaa/obesity>
- World Health Organization. Global strategy on diet, physical activity and health. Obesity. Dosegljivo na: [http://www.who.int/hpr/NPH/docs/g\\_s\\_obesity.pdf](http://www.who.int/hpr/NPH/docs/g_s_obesity.pdf)
- Keele CA, Neil E. Circulation through special regions. In: Keele CA, Neil E, eds. Samson Wright's applied physiology. 12th edition. London: Oxford University Press; 1975. p. 136–56.
- Keele CA, Neil E. Structure and properties of the heart. In: Keele CA, Neil E, eds. Samson Wright's applied physiology. 12th edition. London: Oxford University Press; 1975. p. 91–106.
- Fleg JL, Pina IL, Balady GJ, Chaitman BR, Fletcher B, Lavie C, et al. Assessment of functional capacity in clinical and research applications: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation* 2000; 102: 1591–7.
- Hale T. Exercise physiology. Chichester John Wiley & Sons, Ltd.; 2003.
- Lehninger AL. Principles of biochemistry. New York: Worth Publishers Inc.; 1982.
- Leal-Cerro A, Gippin A, Amaya MJ, Lage M, Mato JA, Dieguez C, Casaneuva FF. Mechanisms underlying the neuroendocrine response to physical exercise. *J Endocrinol Invest* 2003; 26: 879–85.
- Kubukeli ZN, Noakes TD, Dennis SC. Training techniques to improve endurance exercise performances. *Sports Med* 2002; 32: 489–509.
- Shields RK, Madhavan S, Cole KR, Brostad JD, Demeulenaere JL, Eggers CD, Otten PH. Proprioceptive coordination of movement sequences in humans. *Clin Neurophysiol* 2005; 11: 87–92.
- Russell AP. Lipotoxicity: the obese and endurance-trained paradox. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004; 28 Suppl 4: S66–71.
- Fleg JL. Physical activity as anti-inflammatory therapy for cardiovascular disease. *Prev Cardiol* 2005; 8: 8–10.
- Lee KW, Lip GY. Effects of lifestyle on hemostasis, fibrinolysis, and platelet reactivity: a systematic review. *Arch Intern Med* 2003; 163: 2368–92.
- Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med* 2004; 34: 329–48.
- Turner CH, Robling AG. Exercise as an anabolic stimulus for bone. *Curr Pharm Des* 2004; 10: 2629–41.
- Fiatarone Singh MA. Exercise and aging. *Clin Geriatr Med* 2004; 20: 201–21.
- Speakman JR, Selman C. Physical activity and resting metabolic rate. *Proced Nutrition Soc* 2003; 62: 621–34.
- Blair SN, LaMonte MJ, Nichaman MZ. The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? *Am J Clin Nutr* 2004; 79 Suppl: 913S–20S.
- Rice B, Janssen I, Hudson R, Ross R. Effects of aerobic or resistance exercise and/or diet on glucose tolerance and plasma insulin levels in obese men. *Diabetes Care* 1999; 22: 684–91.
- Lee S, Kuk JL, Katzmarzyk PT, Blair SN, Church TS, Ross R. Cardiorespiratory fitness attenuates metabolic risk independent of abdominal subcutaneous and visceral fat in men. *Diabetes Care* 2005; 28: 895–901.
- LaMonte MJ, Barlow CE, Jurca R, Kampert JB. Cardiorespiratory fitness is inversely associated with the incidence of metabolic syndrome: a prospective study of men and women. *Circulation* 2005; 112: 505–12.
- Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Ilanne-Parikka P, et al. Finnish Diabetes Prevention Study Group. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001; 344: 1343–50.
- Morris JN, Heady JA, Raffle PA, Roberts CG, Parks JW. Coronary heart disease and physical activity of work (part 1). *Lancet* 1953; 265: 1053–7.
- Morris JN, Heady JA, Raffle PA, Roberts CG, Parks JW. Coronary heart disease and physical activity of work (part 2). *Lancet* 1953; 265: 1111–20.
- Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Hsieh CC. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med* 1986; 314: 605–13.
- Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Lee IM, Jung DL, Kampert JB. The association of changes in physical-activity level and other life style characteristics with mortality among men. *N Engl J Med* 1993; 328: 538–45.
- Rothenbacher D, Hoffmeister A, Brenner H, Koenig W. Physical activity, coronary heart disease, and inflammatory response. *Arch Intern Med* 2003; 163: 1200–5.
- Strike PC, Steptoe A. Psychosocial factors in the development of coronary artery disease. *Prog Cardiovasc Dis* 2004; 46: 337–47.
- Griffin JM, Fuhrer R, Stansfield SA, Marmot M. The importance of low control at work and home on depression and anxiety: do these effects vary by gender and social class? *Soc Sci Med* 2002; 54: 783–98.
- Leon AS, Connett J, Jacobs DR Jr, Rauramaa R. Leisure-time physical activity levels and risk of coronary heart disease and death: the multiple risk factor intervention trial. *JAMA* 1987; 258: 2388–95.
- Morris JN, Clayton DG, Everitt MG, Semmence AM, Burgess EH. Exercise in leisure time: coronary attack and death rates. *Br Heart J* 1990; 63: 325–34.
- Blair SN, Kohl HW, Paffenbarger RS, Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality. *JAMA* 1989; 262: 2395–401.
- Ekelund LG, Haskell WL, Johnson JL, Whaley FS, Criqui MH, Sheps DS. Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in North American men: the Lipid research clinic's mortality follow-up study. *N Engl J Med* 1988; 319: 1379–84.
- Sandvik J, Erikssen J, Thaulow E, Erikssen G, Mundal R, Rodhal K. Physical fitness as a predictor of mortality among healthy, middle-aged Norwegian men. *N Engl J Med* 1993; 328: 533–7.
- Hakim AA, Petrovitch H, Burchfiel CM, Ross GW, Rodriguez BL, White LR, et al. Effects of walking on mortality among nonsmoking retired men. *N Engl J Med* 1998; 338: 94–9.
- Leon AS, Meyers MJ, Connet J. Leisure time physical activity and the 16-year risks of mortality from coronary heart disease and all-causes in the Multiple Risk Factor Intervention Trial (MRFIT). *Int J Sports Med* 1997; 18 Suppl: S208–15.
- Gulati M, Black HR, Shaw LJ, Arnsdorf MF, Merz CN, Lauer MS, et al. The prognostic value of a nomogram for exercise capacity in women. *N Engl J Med* 2005; 353: 468–75.
- Oja P. Dose response between total volume of physical activity and health and fitness. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33 Suppl: S428–37.
- Samad AK, Taylor RS, Marshall T, Chapman MA. A meta-analysis of the association of physical activity with reduced risk of colorectal cancer. *Colorectal Dis* 2005; 7: 204–13.
- Matthews CR, Xu WH, Zheng W, Gao YT, Ruan ZX, Cheng JR, et al. Physical activity and risk of endometrial cancer: a report from the Shanghai endometrial cancer study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2005; 14: 779–85.
- Malin A, Matthews CR, Shu XO, Cai H, Dai Q, Jin F, et al. Energy balance and breast cancer risk. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2005; 14: 1496–501.
- Campbell KL, Westerlind KC, Harber VJ, Friedenreich CM, Courneya KS. Associations between aerobic fitness and estrogen metabolites in premenopausal women. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37: 585–92.
- Barnard RJ, Aronson WJ. Preclinical models relevant to diet, exercise and cancer risk. *Recent Results Cancer Res* 2005; 166: 47–61.
- Hayden J, Tulder M, Malmivaara A, Koes B. Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2005(3): CD000335.
- Fransen M, McConnell S, Bell M. Exercise for osteoarthritis of the hip or knee. *Cochrane Database Syst Rev* 2003(3): CD004286.
- Bischoff HA, Roos EM. Effectiveness and safety of strengthening, aerobic, and coordination exercises for patients with osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol* 2003; 15: 141–4.
- Kettunen JA, Kujala UM. Exercise therapy for people with rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *Scand J Med Sci Sports* 2004; 14: 138–42.
- Richards SCM, Scott DL. Prescribed exercise in people with fibromyalgia: parallel group randomised controlled trial. *BMJ* 2002; 325: 185–7.
- Wallman KE, Morton AR, Goodman C, Grove R. Exercise prescription for individuals with chronic fatigue syndrome. Dosegljivo na: [http://www.mja.com.au/public/issues/183\\_03\\_010805/wal10079\\_fm.html](http://www.mja.com.au/public/issues/183_03_010805/wal10079_fm.html)
- Klitgaard H, Mantoni M, Schiaffino S, Ausoni S, Gorza L, Laurent-Winter C, et al. Function, morphology and protein expression of ageing skeletal muscle: a cross sectional study of elderly men with different training backgrounds. *Acta Physiol Scand* 1990; 140: 41–54.
- Scarpace PJ, Lowenthal DT, Tumer N. Influence of exercise and age on myocardial beta-adrenergic receptor properties. *Exp Gerontol* 1992; 27: 169–77.
- Skelton DA, Young A, Greig CA, Malbut KE. Effects of resistance training on strength, power and selected functional abilities of women aged 75 and older. *J Am Geriatr Soc* 1995; 43: 1081–7.
- Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, et al. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med* 1994; 330: 1769–75.
- Ji LL. Exercise at old age: does it increase or alleviate oxidative stress? *Ann NY Acad Sci* 2001; 928: 236–47.
- Yu BP. Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. *Physiol Rev* 1994; 74: 139–62.
- Fries JF. Physical activity, the compression of morbidity, and the health of the elderly. *JR Soc Med* 1996; 89: 64–8.
- The impact of mental illness on society. Dosegljivo na: <http://www.nimh.nih.gov/publicat/burden.cfm>
- Hughes JR. Psychological effects of habitual aerobic exercise: a critical review. *Prev Med* 1984; 13: 66–78.
- McAuley E, Rudolph D. Physical activity, aging, and psychological well-being. *J Aging Phys Activity* 1995; 3: 67–96.
- Bravo G, Gauthier P, Roy PM, Payette H, Gaulin P, Harvey M, et al. Impact of a 12-month exercise program on the physical and psychological health of osteopenic women. *J Am Geriatr Soc* 1996; 44: 756–62.
- Emery C, Leatherman N, Burkner E, MacIntyre NR. Psychological outcomes of a pulmonary rehabilitation program. *Chest* 1991; 100: 613–7.
- Blumenthal JA, Babyak MA, Moore KA, Craighead WE, Herman S, Khatri P, et al. Effects of exercise training on older patients with major depression. *Arch Intern Med* 1999; 159: 2349–56.
- Franklin BA, Fern A, Voytas J. Training principles for elite senior athletes. *Curr Sports Med Rep* 2004; 3: 173–9.

66. Lakier Smith L. Overtraining, excessive exercise, and altered immunity: is this a T helper-1 versus T helper-2 lymphocyte response? *Sports Med* 2003; 33: 347-64.
67. Smith LL. Tissue trauma: the underlying cause of overtraining syndrome? *J Strength Cond Res* 2004; 18: 185-93.
68. Angeli A, Minetto M, Dovio A, Paccotti P. The overtraining syndrome in athletes: a stress-related disorder. *J Endocrinol Invest* 2004; 27: 603-12.
69. Warren MP, Goodman LR. Exercise-induced endocrine pathologies. *J Endocrinol Invest* 2003; 26: 873-8.
70. Nieman DC. Exercise immunology: nutritional countermeasures. *Can J Appl Physiol* 2001; 26 Suppl: S45-5.
71. Rowbottom DG, Green KJ. Acute exercise effects on the immune system. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 31 Suppl 7: S396-405.
72. Mont L, Sambola A, Brugada J, Vacca M, Marrugat J, Elosua R, et al. Long-lasting sports practice and lone atrial fibrillation. *Eur Heart J* 2002; 23: 477-82.
73. More RS, Brack MJ, Gershlick AH. Lone atrial fibrillation and anticoagulant therapy. *Clin Cardiol* 1993; 16: 504-6.
74. Corrado D, Pelliccia A, Bjornstad HH, Vanhees L, Biffi A, Borjesson M, et al. Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. *Eur Heart J* 2005; 26: 428-30.
75. Corrado D, Basso C, Rizzoli G, Schiavon M, Thiene G. Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? *J Am Coll Cardiol* 2003; 42: 1959-63.
76. Maron BJ, Chaitman BR, Ackerman MJ, Bayes de Luna A, Corrado D, Crosson JE, et al. Working Groups of the American Heart Association Committee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention; Councils on Clinical Cardiology and Cardiovascular Disease in the Young. Recommendations for physical activity and recreational sports participation for young patients with genetic cardiovascular diseases. *Circulation* 2004; 109: 2807-16.
77. Futterman LG, Myerburg R. Sudden death in athletes: an update. *Sports Med* 1998; 26: 335-50.
78. Fowler-Brown A, Pignone M, Pletcher M, Tice JA, Sutton SF, Lohr KN. U. S. Preventive Services Task Force. Exercise tolerance testing to screen for coronary heart disease: a systematic review for the technical support for the U. S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med* 2004; 140: W9-24.
79. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995; 273: 402-7.
80. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, et al. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr* 2005; 146: 732-7.
81. Fulton JE, Garg M, Galuska DA, Rattay KT, Caspersen CJ. Public health and clinical recommendations for physical activity and physical fitness: special focus on overweight youth. *Sports Med* 2004; 34: 581-99.
82. Gassner LA, Dunn S, Piller N. Aerobic exercise and the post myocardial infarction patient: a review of the literature. *Heart Lung* 2003; 32: 258-65.
83. Lloyd-Williams F, Mair FS, Leitner M. Exercise training and heart failure: a systematic review of current evidence. *Br J Gen Pract* 2002; 52: 47-55.