

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Sara Vidmar

**UPAD FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI
V PROCESU STARANJA**

Diplomska naloga

Koper, junij 2015

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Smer študija

APLIKATIVNA KINEZIOLOGIJA

UPAD FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI V PROCESU STARANJA

Diplomska naloga

MENTORICA
Doc. dr. Petra Zupet, dr. med.

Avtorica
SARA VIDMAR

SOMENTOR
Prof. dr. Matej Drobnič, dr. med.

Koper, junij 2015

Ime in PRIIMEK: Sara VIDMAR

Naslov diplomske naloge: Upad funkcionalnih sposobnosti v procesu staranja

Kraj: Koper

Leto: 2015

Število listov: 52

Število slik: 6

Število tabel: 3

Število prilog: 0

Število strani prilog: 0

Število referenc: 42

Mentor: Doc. dr. Petra Zupet, dr. med

Somentor: Prof. dr. Matej Drobnič, dr. med.

UDK:

Ključne besede: tek, maraton, starost, spol

Povzetek: Funkcionalne sposobnosti v procesu staranja upadajo. Cilj naloge je bil ugotoviti, kakšna je dejanska sprememba povprečnih rezultatov na 10-, 21- in 42-kilometrski razdalji glede na starost in spol.

V raziskavo smo vključili vse tekače 19. Ljubljanskega maratona, ki so uspešno pretekli določeno razdaljo. Podatke o spolu in starosti tekačev smo pridobili iz javno dostopnih baz. Trende sprememb povprečnih časov na pretečenih razdaljah v odvisnosti od starosti in spola smo analizirali z log-linearno regresijo stičnih točk v statističnem programu Joinpoint.

Ugotovili smo, da se na 10-kilometrski razdalji rezultati teka do 17. leta pri moških v povprečju izboljšujejo za 2,19 % letno, nato pa se postopno začnejo slabšati. Pri ženskah se do 23. leta povprečni rezultati najprej slabšajo za 0,62 % letno, potem do 46. leta sprememb ne beležimo, nato opažamo slabšanje do 78. leta. Na 21-kilometrski razdalji se pri moških do 62. leta povprečni čas letno viša za 0,16 %, po tem obdobju pa za 1,01 %. Pri ženskah na isti razdalji med 18. in 41. letom sprememb ne beležimo, nato se povprečni čas viša za 0,34 % letno. Med moškimi na 42-kilometrski razdalji se povprečni rezultati skozi vsa obdobja slabšajo. Pri ženskah upada pri rezultatih na tej razdalji do 26. leta ne beležimo, pozneje se slabšajo v povprečju za 0,26 % letno.

Na podlagi povprečnih časov, lahko z gotovostjo potrdimo, da se funkcionalne sposobnosti tekačev slabšajo v odvisnosti od starosti in spola.

Name and SURNAME: Sara VIDMAR

Title of bachelor thesis: Decline in functional abilities in the process of aging

Place: Koper

Year: 2015

Number of pages: 52

Number of pictures: 6

Number of tables: 3

Number of enclosures: 0

Number of enclosures pages: 0

Number of references: 42

Mentor: Doc. dr. Petra Zupet, dr. med

Co - mentor: Prof. dr. Matej Drobnič, dr. med.

UDK:

Key words: running, marathon, age, gender

Abstract: During the process of aging, functional abilities decline. The aim of this thesis was to determine the actual change in average running performance results over 10km, 21km, and 42km distances in dependence of age and gender.

The study included all runners of the 19th Ljubljana Marathon who successfully completed a certain distance. Data on sex and age of the runners were obtained from publicly available databases. Changes in trends in average running times over certain distances, in dependence of age and sex, were analyzed using a log-linear regression of contact points in Joinpoint statistical software.

The analysis showed that, the average running results over 10km distance among men up to the age of 17 improve by 2.19% a year, but then gradually begin to deteriorate. Among women up to the age of 23, the average running results over the same distance first deteriorate by 0.62% a year, then there are no changes up to the age of 46, and then begin to deteriorate again up to the age of 78. Over the 21km distance, the average times among men up to the age of 62 increase by 0.16% a year, then by 1.01% a year. Over the same running distance, there are no obvious changes among women between the ages of 18 and 41, and then the average times start to deteriorate by 0.34% a year. Over the 42km running distance, the average results among men gradually deteriorate all the time, while among women there are no changes up to the age of 26, then the results start to deteriorate by 0.26% a year in average.

On the basis of average times, the analysis proved that functional abilities among runners deteriorate in dependence of age and gender.



UNIVERZA NA PRIMORSKEM

UNIVERSITÀ DEL LITORALE / UNIVERSITY OF PRIMORSKA

FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE NATURALI E TECNOLOGIE INFORMATICHE

FACULTY OF MATHEMATICS, NATURAL SCIENCES AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Glagoljaška 8, SI - 6000 Koper

Tel.: (+386 5) 611 75 70

Fax: (+386 5) 611 75 71

www.famnit.upr.si

info@famnit.upr.si

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
UNIVERSITÀ DEL LITORALE
UNIVERSITY OF PRIMORSKA

Titov trg 4, SI – 6000 Koper

Tel.: + 386 5 611 75 00

Fax.: + 386 5 611 75 30

E-mail: info@upr.si

<http://www.upr.si>

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKE NALOGE

Podpisani/a Sara Vidmar študent/ka dodiplomskega študijskega programa 1. stopnje Aplikativna kineziologija,

izjavljam,

da je diplomska naloga z naslovom Upad funkcionalnih sposobnosti v procesu staranja

- rezultat lastnega dela,
- so rezultati korektno navedeni in
- nisem kršil/a pravic intelektualne lastnine drugih.

Soglašam z objavo elektronske verzije diplomske naloge v zbirki »Dela UP FAMNIT« ter zagotavljam, da je elektronska oblika diplomske naloge identična tiskani.

Podpis študent/ke:

V Kopru, dne 2. 6. 2015

ZAHVALA

Ob tej priložnosti bi se iskreno zahvalila doc. dr. Petri Zupet, dr. med., da me je sprejela pod svoje mentorstvo, me ob tem strokovno usmerjala in spodbujala pri nastajanju diplomskega dela.

Moja zahvala gre tudi somentorju prof. dr. Mateju Drobniču, dr. med., ki me je prav tako vodil v pravo smer.

Ne smem pozabiti na prof. dr. Vesno Zadnik, ki mi je pomagala pri izvedbi statistične analize.

Iskrena hvala tudi moji družini in fantu, ki so mi ves čas stali ob strani in me podpirali od samega začetka.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	1
1.1 Staranje in procesi staranja.....	1
1.1.1 Kronološka starost.....	2
1.1.2 Biološka starost	2
1.1.3 Psihološka starost.....	3
1.1.4 Sociološka starost	3
1.2 Fiziološke spremembe	3
1.2.1 Kostni in sklepi	3
1.2.2 Mišičje in telesna maščoba	4
1.2.3 Srčno-žilni sistem	6
1.2.4 Pljuča in dihalni sistem.....	7
1.2.5 Živčni sistem	8
1.2.6 Presnova, izločanje in prebava	8
1.2.7 Imunski sistem	9
1.2.8 Hormonske spremembe	9
1.3 Spremembe funkcionalnih in gibalnih sposobnosti	11
1.3.1 Vzdržljivost.....	11
1.3.2 Moč	12
1.3.3 Ravnotežje	14
1.3.4 Gibljivost.....	15
1.3.5 Hitrost	16
1.3.6 Koordinacija	17
1.4 Staranje in upad zmogljivosti	19
1.5 Cilji in namen raziskave	22
1.6 Hipoteze	22
2 METODE DELA.....	23
2.1 Vzorec preiskovancev	23

2.2 Statistične metode dela	24
3 REZULTATI	25
3.1 Povprečni čas teka na posamičnih razdaljah	25
3.2 Tek na razdalji 10 kilometrov	25
3.3 Tek na razdalji 21 kilometrov	28
3.4 Tek na razdalji 42 kilometrov	29
4 DISKUSIJA	32
5 ZAKLJUČEK.....	37
6 LITERATURA	38

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Število tekačev in tekačic po različnih kategorijah ki so uspešno pretekli zadano razdaljo.</i>	23
<i>Tabela 2: Povprečna starost v letih z min in max starostjo v vsaki zastopani kategoriji.</i>	24
<i>Tabela 3: Povprečni čas teka v sekundah z min in max dosežkom v vsaki zastopani kategoriji.</i>	25

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Rezultati teka 10 km moški.....</i>	<i>26</i>
<i>Slika 2: Rezultati teka 10 km ženske</i>	<i>27</i>
<i>Slika 3: Rezultati teka 21 km moški.....</i>	<i>28</i>
<i>Slika 4: Rezultati teka 21 km ženske</i>	<i>29</i>
<i>Slika 5: Rezultati teka 42 km moški.....</i>	<i>30</i>
<i>Slika 6: Rezultati teka 42 km ženske</i>	<i>31</i>

1 UVOD

Staranje je postopno odpovedovanje homeostaze v človekovem organizmu v odsotnosti bolezni, poškodbe ali njihovih posledic. Spremembe, ki se pojavijo zaradi starosti se kažejo kot zmanjšana sposobnost preživetja pod stresom. Na posameznem organu se najprej pokaže kot zmanjšana delovna rezerva, kasneje pa kot motena oskrba celotnega organizma. Na celičnem nivoju se kaže kot spremenjena hitrost presnove beljakovin, lipidov, ogljikovih hidratov, DNA in RNA. Problema, ki se pojavljata pri preučevanju procesa staranja, sta ločevanje vzrokov za starostne spremembe od posledic ter prepoznavanje starostnih sprememb, ki imajo pomemben vpliv na dolžino življenjske dobe (Gošnjak Dahmane & Ribarič, 2006).

Pri človeku včasih težko ločimo med starostnimi in bolezenskimi spremembami, zavedati se moramo, da te spremembe niso enake, tudi če so si podobne in hkratne. S starostjo narašča tudi tveganje za razvoj določenih bolezni. Na primer: povišan krvni sladkor na tešče je starostna sprememba, medtem ko je sladkorna bolezen (SB) tipa 2 bolezenska sprememba. Najprimernejši vzorec ljudi za spremljanje starostnih sprememb so zato športniki, pri katerih prav tako lahko izmerimo upadanje telesnih in duševnih sposobnosti že po tridesetem letu starosti (Gošnjak Dahmane & Ribarič, 2006).

1.1 Staranje in procesi staranja

Pri staranju gre za naraven, neizogiben in ireverzibilen proces. Ne staramo se vsi enako hitro, saj na to vplivajo številni dejavniki, ki se od človeka do človeka razlikujejo. Na splošno velja, da so fiziološke sposobnosti posameznika na višku med zaključkom pubertete in 30. letom starosti. Po tem obdobju začne funkcionalnost upadati v odvisnosti od posameznikovih genetskih predispozicij in življenjskega sloga, kamor štejemo način prehranjevanja, stres, kajenje, uživanje alkohola in fizično aktivnost. Prav zato se lahko kronološka in fiziološka starost med seboj precej razlikujeta (Zerbo Šporin, 2012).

Proces staranja se začne že ob rojstvu. Razlika med mlajšimi in starejšimi osebami je v tem, da so pri mladih anabolni procesi oziroma procesi novogradnje v ospredju v primerjavi s katabolnimi procesi staranja in propadanja. Temu sledi obdobje

uravnoveženosti obeh procesov, med odraslo dobo pa se postopoma začne večati odstotek katabolnih procesov in zmanjševati odstotek anabolnih. Ob prisotnosti dodatnih bolezni, se proces staranja pospeši. Ko v celicah, tkivih in organih začnejo prevladovati katabolni procesi nad anabolnimi, počasi prihaja do upada funkcij in zmogljivosti ter sposobnosti prilagajanja posameznega sistema (Zerbo Šporin, 2012).

Chodzko-Zajko (2013) pravi, da večina ljudi živi v prepričanju, da je starost ljudi le seštevek let, mesecev in dni, ki smo jih že preživel. Za laike je najpogostejše merilo staranja koledarski čas. Povsem jasno je, da se ne staramo vsi enako hitro, zato so definicije, ki se osredotočajo zgolj na koledarski čas nepopolne. Da bi razumeli človeško staranje, moramo poznati kompleksnejše definicije tako starosti kot staranja. Za razumevanje procesa staranja je potrebno imeti širši pogled, ki vključuje tako biološka, psihološka kot sociološka stališča staranja.

1.1.1 Kronološka starost

Kronološka leta, se nanašajo na dolžino človekovega življenja. Navadno so izražena kot število let ali mesecev, ki so pretekla od rojstva posameznika. Merjenje je neodvisno od psiholoških, fizioloških in socialno-kulturnih dejavnikov. Ker kronološka starost ne razlikuje med fiziološkimi in psihološkimi dejavniki, nam zato sama po sebi ne pove veliko o posameznikovi starosti. Večina gerontologov sprejema dejstvo, da je kronološko starost nujno potrebno dopolniti še z drugimi meritvami staranja, ki omogočajo razlikovanje med posamezniki z istimi kronološkimi leti. Med druge meritve procesa staranja tako uvrščajo biološka, psihološka in sociološka leta, ki so sicer najbolj pogoste meritve, ki pričajo o funkcionalni starosti posameznika (Chodzko-Zajko, 2013).

1.1.2 Biološka starost

Biološka starost se usmerja na z leti povezane biološke in fiziološke procese (Chodzko-Zajko, 2013). Določamo jo z merjenjem funkcij vitalnih organov, ki jih nato primerjamo z vrednostjo funkcij vitalnih organov za katere imamo določene standarde. Posameznik je glede na dobljene rezultate lahko starejši ali mlajši od svoje kronološke starosti (Zerbo Šporin, 2012).

1.1.3 Psihološka starost

Chodzko-Zajko (2013) navaja, da se psihološka starost nanaša na posameznikove sposobnosti, ki vključujejo mentalne ali kognitivne funkcije, med katere štejemo sposobnost učenja, pomnjenja, in dojetanja stvari, ter človekovo samozavest. Ljudje z enako kronološko starostjo se lahko razlikujejo v psihološki starosti.

1.1.4 Sociološka starost

Sociološka starost temelji na ideji družbe, ki določa primerno vedenje posameznika pri določeni starosti. Čeprav je model, ki naj bi opisoval kakšno je letom primerno vedenje zapleten, je očitno, da socialne vloge in pričakovanja družbe lahko močno vplivajo na odločitve življenjskega sloga starejših ljudi. Večina nedavnih študij namreč kaže, da so odločitve za fizično aktivnost starejših odvisne od tega, kako posamezniki dojemajo kaj je ali kaj ni letom primerno obnašanje (Chodzko-Zajko, 2013).

1.2 Fiziološke spremembe

1.2.1 Kostni in sklepi

Po navedbah Besdine (2013) se v procesu staranja zmanjšuje gostota kosti, zaradi česar le – te postajajo šibkejše. Posledično se poveča tudi možnost zlomov. Omenjena sprememba je bolj opazna pri ženskah, pri katerih se kostna gostota, zaradi zmanjšane produkcije estrogena, v obdobju menopavze hitreje zmanjšuje.

V obdobju klimakterija (Panovska, 2011) ki ga opisujemo kot obdobje nekaj let pred menopavzo, približno 5–10 let pred zadnjo menstruacijo, jajčnika ustvarjata vedno manj ženskih spolnih hormonov (estrogena in progesterona), kar je posledica zmanjševanja števila foliklov z leti in njihovega nedozorevanja. Folikli v tem času postanejo manj odzivni na gonadotropne hormone (folikel stimulirajoči hormon – FSH, luteinizirajoči hormon – LH in prolaktin). Omenjeni hormoni regulirajo delovanje spolnih žlez. Po 50. letu je v ženskem telesu na voljo le še nekaj foliklov, ki reagirajo na stimulacijo FSH in LH, zato je koncentracija estrogena nizka. Ženske se tako zaradi spremenjenega delovanja spolnih hormonov srečujejo

z nekaterimi težavami, med katere štejemo tudi osteoporozo. Estrogenski receptorji se namreč nahajajo v osteoblastih in osteoklastih ter so vključeni v presnovo kalcija in kosti. S tem vplivajo na ravnotežje med razgradnjo in izgradnjo kosti. Estrogen je odgovoren za ohranjanje zadostne koncentracije kalcija v krvi tako, da poveča občutljivost celic v črevesju na vitamin D, vloga katerega je absorpcija kalcija in fosforja v prebavilih in s tem preprečevanje krhkosti kosti. Zaradi zniževanja količine estrogena prihaja do večje verjetnosti razvoja osteoporoze, stanja pri katerem kosti postajajo šibkejše in bolj dovzetne za zlome.

Najbolj so prizadeti distalni del koželjnice in podlaktnice v zapetju, proksimalna epifiza stegenice v kolčnem sklepu ter vretenca hrbtenice. Pri staranju prihaja tudi do spremembe vretenc v proksimalnem delu hrbtenice, ki povzročijo nagib glave nekoliko naprej. Zmanjšuje se kostna gostota vretenc, prav tako se zmanjšuje volumen tekočine v medvretenčnih ploščicah med posameznimi vretenci. Diski tako postanejo tanjši, posledica tega je nekoliko krajša hrbtenica. To je eden od razlogov, nižanja telesne višine s starostjo (Besdine, 2013). S starostjo stopalni lok postane manj izrazit, kar še dodatno pripomore k izgubi telesne višine (Dugdale, 2012c).

Besdine (2013) navaja, da v procesu staranja prihaja do sprememb v sklepnem hrustancu. Hrustanec se z leti začne tanjšati, zato kostne površine ne drsijo več nežno druga ob drugi, sklepi pa postajajo dovzetnejši za degenerativne poškodbe. Prav obrabe hrustanca ali njegove ponavljajoče se poškodbe velikokrat vodijo do ene najpogostejših motenj v tretjem življenjskem obdobju – osteoartroze. Med starostne spremembe štejemo tudi zmanjševanje elastičnosti kit in ligamentov, kar povzroča slabšo gibljivost posameznih sklepov. Prej lahko pride do pretrganja ligamentov, samo celjenje pa traja dlje časa. Te spremembe se dogajajo zaradi zmanjšane aktivnosti celic, ki so odgovorne za vzdrževanje ligamentov in kit. Posledično pride tudi do zmanjšane gibljivosti v starosti.

1.2.2 Mišičje in telesna maščoba

Količina mišičnega tkiva in mišične moči se začne zmanjševati okoli 30. leta starosti (Besdine, 2013). Glavni vzrok za to, je v manjši proizvodnji testosterona in ravnega hormona, ki sicer spodbujata razvoj mišične mase. Mišica v teh letih ni več sposobna tako hitrega krčenja, ker se predvsem količina hitro krčljivih mišičnih

vlaknen manjša. Zaradi procesov razgradnje po 30. letu izgubimo vsaj 3–5 % mišične mase, po 55. letu pa se ta odstotek še poveča. Večja izguba mišične mase, je posledica ekstremne neaktivnosti ali bolezni. Takemu zdravstvenemu stanju pravimo sarkopenija. Dokazano je, da redna vadba proti uporabi delno obvaruje izgubo mišične mase in moči. Če bi tako vadbo izvajali pogosto, bi lahko tudi posamezniki, ki niso nikoli telovadili povečali svojo mišično maso in moč. Nasprotno pa fizična neaktivnost in ležanje pospešujeta izgubo mišičnega tkiva. Poleg tega starejši ljudje v primerjavi z mlajšimi v obdobju telesne neaktivnosti veliko hitreje izgubljajo na mišični masi.

Mišična masa je odvisna od velikosti prečnega preseka mišice in števila mišičnih vlaken v skeletni mišici. Spremembe v mišični masi v procesu staranja so primarno posledica sprememb v preseku posameznega mišičnega vlakna ali zmanjšanja števila mišičnih vlaken. Pri večini ljudi sta oba omenjena faktorja poglavitna za zmanjšanje mišične mase v starosti, vendar je delež prispevka vsakega odvisen od dednosti, ravni telesne dejavnosti posameznika in drugih, še neznanih, dejavnikov. Pri večini ljudi hipotrofijo skeletnih mišic prvič opazimo po 40. letu starosti, okoli 50. leta pa je hipotrofijo mogoče zaznati pri vsakomur. Izguba mišične mase pred 40. letom starosti, je posledica zasedenega načina življenja. Avtorji raziskave o spremembi mišične moči in mase m. vastus lateralis med 45. in 78. letom starosti, so pokazali, da pride v tem obdobju do zmanjšanja števila mišičnih vlaken za 50 %. Čeprav so raziskavo opravljali na moških, so zapisali, da pri ženskah v tem obdobju pride do zelo podobnih sprememb v številu mišičnih vlaken. Na izgubo mišičnih vlaken torej vpliva pogostost in intenzivnost fizične aktivnosti starejšega posameznika, sicer pa je značilno, da v procesu staranja pride do izgub v številu mišičnih vlaken tipa II, medtem ko število mišičnih vlaken tipa I ostaja nespremenjeno (Faulkner, Larkin, Claflin & Brooks, 2007).

Po 55. letu se podvoji procent maščobne mase (Besdine, 2013). Količina maščobne mase se poveča, ker se upočasni presnova, zmanjša se stopnja sposobnosti oksidacije maščob, kar pomeni, da iz maščob nastane manj energije, ki jo kot presnovno gorivo uporablja večina tkiv in organov. Poleg tega se s starostjo zmanjšuje mišična masa, ki sicer črpa največ energije. Pri zmanjšanju količine gibanja v kombinaciji z nezdravim načinom prehranjevanja se nagnjenost k povečani količini maščobne mase še bolj poveča (Zerbo Šporin, 2014).

V starosti se povečuje delež oseb s centralno porazdelitvijo maščevja. Količina podkožnega maščevja se začne povečevati na trupu in zmanjševati na okončinah.

Ob tem se odstotek notranjega oziroma visceralnega maščevja začne večati, medtem, ko se delež podkožnega maščevja niža. Problem nastane, ker je notranje maščevje zdravju bolj nevarno kot podkožno. Maščobne celice oziroma adipociti omenjenega maščevja so namreč manj občutljivi na inzulin, kot adipociti podkožnega maščevja. Poleg tega so adipociti notranjega maščevja večji, se bolj razgrajujejo, maščobne kisline pa prehajajo naravnost v jetrni krvni obtok. Notranje maščevje ima manj adiponektina, proteina, ki ima funkcijo hormona in sodeluje pri oksidaciji maščobnih kislin v mišicah in jetrih. Podkožno maščevje, ki se v starosti začne zmanjševati, je torej zdravju manj nevarno, saj se presnovni produkti prenašajo v sistemski krvni obtok, poleg tega ima manjše adipocite ter več leptina, ki ima pomembno vlogo pri uravnavanju apetita (Zerbo Šporin, 2014).

Prevelika količina maščobne mase dodatno doprinese k različnim boleznim, kot je na primer SB tipa 2. Zdrava prehrana in redna telesna aktivnost človeku pomagata zmanjšati porast telesne maščobe (Besdine, 2013).

1.2.3 Srčno-žilni sistem

S staranjem srčna mišica slabi. Zmanjšata se frekvenca srca in utripni volumen, kar se posledično kaže v zmanjšanem minutnem volumnu srca. Poleg tega se za nekoliko manj kot en udarec na minuto zmanjša tudi maksimalna frekvenca srca (Petavs, Backović Juričan & Štrumbelj 2008).

Schulz, Noelker, Rockwood & Sprott (2006) navajajo, da padec maksimalne frekvence srca, ni posledica fizičnega stanja posameznika, saj do znižanja pride tako pri sedentarni kot aktivni populaciji posameznikov. Med vadbo starostnikov je mogoče zaznati kar nekaj mehanizmov, ki so vpleteni v zmanjšanje maksimalne srčne frekvence. Običajno se med vadbo pospešeno aktivira simpatični živčni sistem, ki uravnava sproščanje kateholaminov, torej adrenalina in noradrenalina, ki učinkujeta na beta adrenergične receptorje v srcu. Stimulacija beta adrenergičnih receptorjev vodi do povečanega števila srčnih utripov ter močnejše kontrakcije srčne mišice. Danes je jasno dokazano, da odzivnost srca na delovanje simpatične stimulacije z leti upada, posledica tega je padec maksimalne srčne frekvence v starosti. Odzivnost srca na simpatično stimulacijo med vadbo se poslabša, tudi zaradi z leti povezanega padca sinoatrialnih celic, ki sicer določajo frekvenco srca ter zaradi večje količine elastina in kolagena v prevajalnem sistemu srca.

Petavs idr. (2008) navajajo, da arterije in arteriole s starostjo izgubljajo na svoji elastičnosti in krčljivosti, kar skupaj z aterosklerozo, vpliva na povečanje perifernega upora in posledično krvnega tlaka.

Karavidas, Lazaros, Tsiachris & Pyrgakis (2010) pišejo, da so za staranje značilne funkcionalne in strukturne spremembe v srčno-žilnem sistemu. Pravijo, da pride do izgube mišičnih celic, s postopnim povečanjem volumna mišične celice glede na jedro. Opažena je hipertrofija preostalih mišičnih celic ter postopen padec števila celic, ki ustvarjajo ritmične impulze srca v sinusnem vozlu. V procesu staranja, se lahko začnejo zgoščevati stene srčne mišice, s tem pride do diastolične disfunkcije, pri kateri levi prekat ne zmore sprejeti ustreznega volumna krvi, brez kompenzacijskega povečanja tlaka v levem preddvoru. To poveča nagnjenost k razvoju diastolične odpovedi srca. V starosti prav tako lahko pride do zakasnjene baroreceptorskega refleksa, ki vpliva na aktivnost simpatičnega živčnega sistema in je odgovoren za pojav ortostatske hipotenzije, ki pomeni nizek krvni tlak v pokončnem položaju. Avtorji navajajo tudi, da je v procesu staranja mogoče zaznati padec maksimalne srčne frekvence, s tem zmanjšanega srčnega donosa ter padec v maksimalni porabi kisika.

1.2.4 Pljuča in dihalni sistem

Pljuča dozori med 20. in 25. letom, kasneje staranje povzroča postopen upad pljučnih funkcij. Pozneje je dihalni sistem v procesu staranja podvržen številnim strukturnim, fiziološkim in imunološkim spremembam (Sharma & Goodwin, 2006). Strukturne spremembe vključujejo deformacije prsne stene in prsne hrbtenice. Pljučni parenhim s starostjo izgubi podporno strukturo, kar povzroči razširitev zračnih prostorov. Zmanjša se prožnost prsnega koša in elastičnost pljučnega parenhima. Upada tudi moč dihalnih mišic. Vse to povzroči, da starejši dihajo z večjim naporom, imajo manjšo vitalno kapaciteto in imajo večkrat manj izrazit kašelj, ki pa je nadvse pomemben za čiščenje dihalnih poti (Petavs, 2008). S starostjo se povečuje alveolarni mrtvi prostor, ki vpliva na tlak kisika v arterijski krvi, brez ogrožanja izločanja ogljikovega dioksida. Receptorji dihalnih poti se z leti slabše odzivajo na zdravila. Starejši imajo tudi zmanjšan občutek za težko dihanje in slabši ventilatorni odziv na hipoksijo ter hiperkapnijo, zaradi česar so dozretnejši za dihalno popuščanje ob različnih težavah, kot je na primer pljučnica.

1.2.5 Živčni sistem

V starosti se delovanje živčnega sistema poslabša (Petavs 2008, Dugdale 2012b). Pride do upada števila živčnih celic, počasnejšega prevajanja impulza po živcu ter pomanjkanja živčnih prenašalcev. Spremeni se percepcija, kjer gre za proces povezovanja in organizacije informacij sprejetih iz čutil. Slabšati se začnejo vidne sposobnosti, sluh, refleksi, prihaja do motenj ravnotežja. Omenjene motnje so povezane z motnjami zaznavanja položaja telesa v prostoru in gibanja. S starostjo pride tudi do slabenja senzoričnih sposobnosti, ki v možganski skorji oblikujejo izvedbo gibalnih akcij.

1.2.6 Presnova, izločanje in prebava

Petavs idr. (2008) navajajo da pride do zmanjšanja vode v telesu, kar vodi do sprememb v nekaterih telesnih funkcijah. Slabšati se začne presnova in prebava, zaradi česar se starejši ljudje pogosto srečujejo z zaprtjem. V procesu staranja se začnejo dvigovati vrednosti holesterola LDL in celotnega holesterola. Pride do povečanega apetita, ki ob telesni neaktivnosti vodi do prevelike oziroma povečane telesne mase. Ker se poveča tudi količina znotraj trebušnega maščevja, se poveča tveganje za razvoj SB tipa 2 in srčno-žilnih bolezni.

Zasshi (1993) navaja, da so leta eden najpomembnejših dejavnikov, ki vplivajo na spremembe v presnovi. Bazalna presnova namreč pada skoraj linearno z naraščajočo starostjo. Skeletno mišičje je temeljni organ, ki porabi največ energije v telesu. Celotni mišični volumen lahko opazujemo preko 24 urnega izločanja kreatinina. Gre za stranski produkt presnove skeletnih mišic, količina proizvedenega kreatinina pa je odvisna od mišične mase posameznika. Kot smo že omenili, je za proces staranja značilen upad v odstotku mišične mase ter na drugi strani porast v odstotku maščobnega tkiva. Prav to je eden od razlogov, ki vpliva na zmanjševanje bazalne presnove v starosti, saj je mišična masa največji porabnik energije. Zahteve po energiji so tako v procesu staranja manjše. Če pa vnos energije, kljub zmanjšanim zahtevam v starosti ostaja večji od potrebnega, se v telesu začne kopičiti maščoba v predelu trebuha. Maščobno tkivo je v trebušni votlini neposredno povezano z jetri preko portalne vene. Posledično kopičenje trebušne maščobe povzroča motnje v presnovi glukoze in lipidov. Izkazalo se je, da se odpornost na glukozo s starostjo zmanjšuje. Kljub temu, da leta neodvisno prispevajo k slabši

toleranci na glukozo, bi lahko stanje izboljšali s spremembami življenjskega sloga, saj je energijska presnova ključnega pomena za dobro delovanje različnih fizioloških funkcij.

1.2.7 Imunski sistem

Za staranje imunskega sistema so značilne spremembe celic T, druge celične ter molekularne spremembe ter atrofija timusa, ki ima za posledico upad B in T celične funkcije (Milavec Kapun 2011, Prelog 2006). B celice sicer zorijo v kostnem mozgu in s pomočjo T celic prepoznavajo antigene. Te spremembe lahko spremljamo z izgubo sposobnosti za prepoznavanje telesu lastnih in tujih antigenov. Atrofija timusa je popolna pri 50. letu starosti. Skupno število T-celic se sicer ne spremeni, so pa opazne spremembe v delovanju T-celic pomagalk, ki skrbijo za imunski odziv celic. S starostjo začnejo naraščati tudi številna protitelesa, kar dodatno povečuje možnost nastanka avtoimunih bolezni (Prelog, 2006).

Whitman (1999) piše, da je s staranjem mogoče zaznati padec količine kalcija, ki je tudi posledica zmanjšane aktivacije celic T. Kalcij je pomemben element, saj je bistvenega pomena za številne biokemične reakcije, vključno s signalno transdukcijo, kjer gre za proces, pri katerem celica pretvori eno vrsto signala v drugega. Pomanjkanje kalcija v T celicah učinkovito zaustavi prenos signala tako, da ne stimulira encimov, med katere spadajo protein kinaza C, ki nadzoruje funkcijo drugih proteinov, ter mitogensko aktivirane protein kinaze, ki je specifična za aminokislino treonin in tirozin. Zmanjšana količina kalcija prav tako lahko vpliva na zaviranje v proizvodnji citokinov, proteinov odgovornih za usklajevanje interakcije z antigeni in ojačenje imunskega odziva.

1.2.8 Hormonske spremembe

Staranje hormonskega sistema se kaže v povečanem ali zmanjšanem delovanju žlez z notranjim izločanjem (Petavs, 2008) in/ali spremembi odgovora tkiv na njihovo delovanje.

Število hormonov hipotalamusa skozi procese staranja ostaja približno enako, upočasnijo se le odzivi organov nanje. Hipofiza svojo največjo velikost doseže v

srednjih letih, nato po se postopoma začne zmanjševati. Sestavljena je iz dveh režnjev in sicer iz sprednjega režnja ali adenohipofize ter zadnjega režnja ali nevrohipofize. Adenohipofiza izloča hormone, ki vplivajo na ščitnico, nadledvične in spolne žleze, rast telesa, obarvanost kože in nastajanje mleka v dojkah. Nevrohipofiza pa vpliva na krčenje maternice, ravnovesje vode v telesu in izločanje mleka iz dojk (Dugdale, 2012a).

V obdobju klimakterija, ki se začne okoli 45. leta, se začne zmanjševati hormonska aktivnost jajčnikov. Pride do šibkejšega odziva jajčnikov na LH in FSH. Posledica tega je manjše izločanje ženskih spolnih hormonov estrogena in progesterona (Zerbo Šporin, 2012).

V času menopavze, pride do popolnega prenehanja ciklične dejavnosti jajčnikov, ki se povprečno pojavlja po 50. letu starosti. Četrto leto po prenehanju menstruacije, jajčniki povsem zaustavijo izločanje estrogena (Zerbo Šporin, 2012).

Eschbach (2012) je zapisal, da so vse omenjene spremembe, ki se pojavljajo pri ženskah v tem življenjskem obdobju, lahko vzrok za motnje v vsakdanjem dnevnem ritmu. Prihaja lahko do vročinskih valov, motenj spanja, povečanja telesne mase in porazdelitve maščevja, kratkoročnega pomanjkanja spomina ali slabše osredotočenosti, utrujenosti depresije. Opažamo tudi nihanje razpoloženja, povišanje krvnega tlaka, močnejše krvavitve, vaginalne spremembe, izgubo las, zmanjševanje kostne gostote. Zaradi padca estrogena prihaja do večje nevarnosti za bolezen srca in ožilja. Spremembe so pri posameznicah različno intenzivne.

S hormonskimi spremembami se med 40. in 45. letom začnejo srečevati tudi moški. V tem času pride do manjšega izločanja FSH in LH iz adenohipofize. Zaradi zmanjšanega izločanja LH, ki sicer stimulira sintezo testosterona v celicah testisov, zaznavamo nižje koncentracije testosterona. Po 30. letu se koncentracija omenjenega hormona začne zmanjševati za 1 % letno. Posledica tega so številne fiziološke spremembe vezane na proces staranja. Mednje štejemo zmanjšanje libida, manjše število spolnih odnosov, motnje erekcije, neplodnost, prav tako pride do sprememb v telesni konstituciji, zmanjša se poraščenost, prihaja lahko do težav z osteoporozo. V tem obdobju zaradi hormonskih sprememb, pri moških lahko začnemo opazati tudi psihične težave, kot so anksioznost, depresija, zmedenost in utrujenost. Znaki andropavze postanejo izrazitejši po 50. letu starosti (Lovšin, 2013).

V procesu staranja pri obeh spolih pogosteje prihaja do motenj v delovanju ščitnice. Motnje so posledica zmanjšane izločanja tiroid stimulirajočega hormona (TSH) iz hipofize. Najpogosteje se pojavlja hipotiroza, ki označuje zmanjšano delovanje ščitnice. Hipotiroza je posledica atrofije žleze, prepoznamo jo po upočasnitvi govora, motorike, razmišljanja. Opažamo tudi zmanjšano bazalno presnovo in zmanjšano sintezo beljakovin, hitrejši pojav utrujenosti in slabše prenašanje nizkih temperatur. Pri povečanem delovanju ščitnice, imenovanem hipertiroza, do katere lahko prav tako pride v starosti, opažamo izgubo telesne teže, pospešeno srčno frekvenco, tresavost in razdražljivost (Zerbo Šporin, 2012).

Pride tudi do motenj delovanja hormonov trebušne slinavke, saj tarčne celice začnejo postajati odporne na inzulin. Do tega pride zaradi povečane količine trebušnega maščevja, zmanjšane telesne aktivnosti in slabših prehranjevalnih navad, ki v večini primerov vključujejo povečano uživanje ogljikovih hidratov. Inzulinska rezistenca tako vodi v večje tveganje za nastanek SB tipa 2. Kar 40 % ljudi se med 65. in 75. letom srečuje s to boleznijo, po 80. letu pa se odstotek obolelih poveča na 50 % (Zerbo Šporin, 2012).

Znak staranja hormonskega sistema je tudi zmanjšana sinteza rastnega hormona v hipofizi, ki se kaže v zmanjšani sintezi beljakovin, in slabši obnovi tkiv pri obeh spolih (Zerbo Šporin, 2012).

V procesu staranja se začne pojavljati slabše delovanje skorje nadledvične žleze, ki je zadolžena za sintezo adrenalnih steroidov. Koncentracija teh je pri 75. letih le še 20–30 % glede na vrednosti v mladosti (Zerbo Šporin, 2012).

1.3 Spremembe funkcionalnih in gibalnih sposobnosti

1.3.1 Vzdržljivost

Vzdržljivost je sposobnost dolgotrajnega izvajanja določene aktivnosti, brez da bi zaradi pojava utrujenosti delo prekinili ali bistveno zmanjšali intenzivnost. Odvisna je od funkcionalnih sposobnosti organizma, morfoloških dejavnikov, učinkovitosti tehnike gibanja, psiholoških dejavnikov ter dejavnikov okolja (Planinšec, 2011).

Upad vzdržljivosti se v obdobju staranja kaže v maksimalni porabi kisika, ki se zmanjšuje s stopnjo 0,75–1 % letno, oziroma v območju 8–10 % na desetletje po 25. letu starosti (Mišigoj-Duraković idr., 2010 v Šekoranja, 2012). Po navedbah Petavsca in sodelavcev (2008) upadanje pripisujejo predvsem sedečemu načinu življenja. Najvišje vrednosti maksimalne porabe kisika dosežejo tako moški kot ženske med 18. in 25. letom starosti, temu sledi postopno upadanje, ki je seveda odvisno od individualnih razlik in načina življenja.

Z aerobno vadbo preprečimo oziroma zmanjšamo upad srčno-žilnih in dihalnih sposobnosti, ki so sicer značilne za neaktivnega starejšega posameznika. Vadba vpliva na učinkovitejše delovanje srca, ugodne spremembe krvnih maščob, preprečuje hipertenzijo, povečuje utripni volumen srca, ugodno vpliva na dihalni sistem, ki postane učinkovitejši, dihanje pa bolj ekonomično ter na številne druge spremembe (Planinšec, 2011). Učinki aerobne aktivnosti, so enaki pri mlajših in zdravih starejših ljudeh. Številne študije, ki vključujejo različne aerobne aktivnosti (kolesarjenje, plavanje, tek) so pokazale porast maksimalne porabe kisika (VO_2max) 10-30 %. Ta porast je odvisen od intenzivnosti vadbe in vpliva na izboljšanje srčno-žilne funkcije (Swedish National Institute of Public Health [SNIPH], 2010).

Nizka do zmerna intenzivna vadba vodi do izboljšanja v presnovi glukoze, večje tolerance na glukozo in povečane občutljivosti na inzulin. Učinki so lahko povsem primerljivi s tistimi, ki jih nudi zdravljenje z zdravili (SNIPH, 2010). Tudi Nair (2005) navaja, da aerobna vadba ugodno vpliva na številne presnovne funkcije, vključno z večjim delovanjem inzulina na nivo glukoze v krvi ter na izboljšanje mitohondrijskih funkcij. Zapisal je, da so funkcionalne mišične spremembe aerobne vadbe najverjetneje posledica sprememb določenih beljakovin, zlasti encimov. Večina teh beljakovin se v mišičnem tkivu največkrat nahaja v nizkih koncentracijah in ne more v veliki meri prispevati k povečanju mišične mase, kot je sicer značilno za trening proti uporu.

1.3.2 Moč

Moč je sposobnost učinkovitega izkoriščanja sile mišic za premagovanje zunanjih sil. Mišična sila je tista sila, ki jo mišice razvijejo s svojo lastno kontrakcijo. Najpogostejše zunanje sile pa so sila gravitacije, sila vztrajnosti lastnega telesa, sila

trenja in sila partnerja. Moč je odvisna od morfoloških, funkcionalnih, psiholoških in bioloških dejavnikov. Razdelimo jo po različnih kriterijih. Glede na akcijski kriterij jo razdelimo na eksplozivno, repetitivno in statično moč. Glede na silovitost krčenja jo razdelimo na največjo moč, hitro moč in vzdržljivost v moči. Po tipu mišičnega krčenja jo delimo na statično in dinamično moč. Po deležu aktivne mišične mase pa jo razdelimo na splošno in lokalno moč (Planinšec, 2011).

Ena osnovnih posledic staranja je slabšanje funkcije skeletnih mišic. Najpogosteje sta prizadeti mišična moč in jakost. Kot že vemo, največjo mišično moč lahko dosežemo med 20. in 30. letom pri obeh spolih, nato pa le-ta začne počasi upadati (Hakkinen idr., 1995, Lindle idr., 1997 v Yamauchi, 2012). Staranje lahko povzroči velik upad funkcij živčno-mišičnega sistema, tako med dinamičnimi kot med izometričnimi mišičnimi aktivnostmi (Basse & Short, 1990, Hakkinen idr., 1995 v Yamauchi, 2012). Slabša produkcija mišične sile v starosti je povezana tudi z zmanjšanim številom motoričnih enot (McComas idr., 1993 v Yamauchi, 2012).

Preko procesov staranja pride torej do upada mišične mase, kar postopoma pripelje do zmanjšanja mišične moči, zaradi izgube mišičnih vlaken, ki se s starostjo zmanjšujejo. Številne raziskave so pokazale, da je trening za moč, ki je opredeljen kot trening z utežmi ali trening proti upor, povzročil, povečanje mišične mase celo v starosti nad 90 let. Izboljšave v mišični moči so odvisne od intenzivnosti treninga. V raziskavah, ki so pokazale izboljšave v moči, je bila obremenitev pogosto več kot 80 % maksimalne moči. Trening za moč so izvajali trikrat tedensko, vsak drug teden so obremenitev prilagodili povečani mišični masi in s tem vzdrževali konstantno obremenitev. S pomočjo mišične biopsije so ugotovili spremembe v velikosti mišičnih vlaken 10–30 %, mišična moč pa se je povečala od 5–10 %. Zaradi procesov upadanja mišične mase, ki se pojavijo že po 30. letu starosti, je zato pomembno da izvajamo trening za moč, ki glede na dobljene rezultate iz raziskav, pripomore k ohranjanju ali povečanju moči (SNIPH, 2010).

Poleg tega trening moči pozitivno vpliva tudi na telesno sestavo, presnovo beljakovin in kostno maso (predvsem pri starejših ženskah). Raziskave z dodajanjem različnih prehranskih dopolnil, kot so rastni hormon, testosteron in estrogen pri starejših niso pokazale pomembnih učinkov na mišično maso ali moč. Večji učinek je pokazal trening moči (SNIPH, 2010).

1.3.3 Ravnotežje

Ravnotežje je sposobnost vzpostavljanja in ohranjanja ravnotežnega položaja telesa, hkrati pa gre tudi za sposobnost oblikovanja kompenzacijskih gibov, ki so nasprotni od odklonov težišča. Za dobro ravnotežje je potrebna sinteza informacij iz okolja in notranjih informacij. Nanj vpliva več različnih dejavnikov, med katere prištevamo vid, sluh, taktilne receptorje, kinestetična čutila, ravnotežni organ in center za ravnotežje. Poznamo dve vrsti ravnotežja. Statično ravnotežje je sposobnost ohranjanja ravnotežnega položaja na omejeni mirujoči površini. Pri dinamičnem ravnotežju pa gre za sposobnost ohranjanja ravnotežnega položaja na gibljivi površini ali med lokomotornim gibanjem na omejeni površini (Planinšec, 2011).

Ena vodilnih zdravstvenih težav po 60. letu postajajo posledice padcev, do katerih največkrat pride zaradi težav z ravnotežjem. Posledice padcev v obdobju starosti so lahko zelo hude. Največkrat pride do zloma kolka, 12–67 % ljudi v roku enega leta zaradi zloma umre (Shupert, 2014).

Shupert (2014) piše, da so vzroki za slabšanje sposobnosti ravnotežja odvisni od številnih dejavnikov. Omenjena sposobnost zahteva zanesljivo sensoriko, ki jo omogoča dober vid, propioceptorji, ki delujejo kot senzorji v podplatih in nogah in dajejo informacije o legi in gibanju telesa, ter ravnotežni oziroma vestibularni organ v notranjem ušesu. Gre za polkrožne kanale napolnjene s tekočino in dlačicami, ki omogočajo zaznavanje telesa v frontalni, horizontalni in sagitalni ravnini. Ravnotežni organ v center za ravnotežje pošilja informacije o stanju telesa. Anatomske študije so pokazale, da število živčnih celic v vestibularnem organu začne upadati po 55. letu. Prav tako tudi po tem letu začne padati tok krvi v notranjem ušesu. Postopno zmanjševanje števila vestibularnih živčnih končičev z naraščajočo starostjo vpliva na številne težave z ravnotežjem. Postopno slabšanje vestibularne funkcije najprej opazimo kot težave pri hoji ali pokončni stoji, zlasti v temi ali na mehkih, neravnih površinah. Težave z ravnotežjem v starosti, se pojavljajo tudi zaradi upada mišične moči.

Ketcham & Stelmach (2004) sta zapisala da so raziskovalci preučevali mehanizme vzpostavljanja in vzdrževanja pokončne drže pri ravni stoji po 30. letu starosti. Primerjali so začetno in končno stabilnost in ugotovili, da so bili starejši občutno nestabilnejši kot posamezniki okoli 30. leta v prvih 200 ms preizkusa. Takrat jim

namreč povratna senzorična informacija še ni bila na voljo. Stabilnost se jim je povečevala po pretečenih 200 ms, ko je senzorična povratna informacija imela čas za obdelavo in je posledično omogočila nadzorovano izvedbo vaje. S pomočjo primerjave so prišli do zaključka, da se mlajše osebe lahko hitreje in učinkovitejše odzovejo na motnje posturalne stabilnosti, v primerjavi s starejšimi, na katere imajo motnje veliko večji vpliv.

Shupert (2014) navaja, da so težave z ravnotežjem pri starejših ljudeh lahko precej kompleksne, vendar obstajajo načini vadbe, ki vplivajo na izboljšanje te sposobnosti. Za preprečevanje težav je potrebno izvajati kombinirane oblike vadb, ki vključujejo tako vadbo pokončne stoje na različnih površinah, hojo preko ovir, vadbo gibljivosti kot tudi splošno aerobno vadbo in Tai-Chi.

1.3.4 Gibljivost

Gibljivost je sposobnost izvedbe gibov z največjimi amplitudami. Ta sposobnost pomembno vpliva na gibalno učinkovitost z vidika ekonomičnosti gibanja, lažjega prenašanja naporov, manjše možnosti poškodb ter večje sproščenosti ob vsakodnevnih aktivnostih. Na gibljivost vplivajo anatomske, morfološke, fiziološke, biološke, psihološke in zunanji dejavniki (Planinšec, 2011).

Raztezne vaje povečajo kitno razteznost preko dveh večjih efektov v mišično-kitni enoti. Delovanje avtogene inhibicije in viskoznost (upor raztezni sili, ki se povečuje s hitrostjo raztega in je občutljiva na temperaturo). Povečano napetost v mišično-kitni enoti zaznajo proprioceptorji v kiti in mišici. To sta Golgijev tetivni organ in mišično vreteno, ki zavirata nadaljnjo kontrakcijo agonista in sprožata relaksacijo antagonistov. Teoretično refleksi inhibicije obvaruje pred čezmernim nategom mišice, ki bi privedel do poškodbe in lahko pomembno vpliva na kratkoročno povečanje gibljivosti takoj po raztegu (Pollock, Gaesser, Butcher, Després, Dishman, Franklin & Garber, 1998).

Proces staranja vpliva na zmanjšanje fleksibilnosti kit in ligamentov ter s tem na zmanjšanje gibljivosti. To se nanaša na biokemične spremembe v mišično kitni enoti in mehanske dejavnike skeletnih struktur. Biokemične spremembe povzročijo povečanje togosti in s tem izgubo elastičnosti tkiva, zaradi nadomeščanja sarkomer vzdolž mišice s kolagenskimi vlakni in maščobnim tkivom. Te spremembe se

odražajo v zmanjšani natezni trdnosti in povečani togosti kit (Pollock, Gaesser, Butcher, Després, Dishman, Franklin & Garber, 1998).

Na gibljivost v sklepih lahko vplivajo tudi s starostjo povezane skeletne spremembe, kot so degenerativne bolezni sklepov in osteoporoza. Zmanjšanje gibljivosti lahko posameznika ovira pri vadbi ter pri opravljanju dnevnih aktivnosti (Pollock idr. 1998). Poleg tega sta Girouard, C. K., and B. F. Hurley (1995) v Pollock idr. (1998) v svoji raziskavi skušala ugotoviti, ali trening za moč pospeši zmanjšanje obsegov giba pri starejših. Rezultati so pokazali, da trening proti uporju dodatno povzroči zmanjšanje gibljivosti, zato je za povečanje obsegov giba priporočeno izvajati le trening gibljivosti.

Gibljivost se povečuje do 15., 16. leta, nato začne s starostjo upadati. Znano je tudi, da so ženske v poprečju bolj gibljive kot moški. Študije kažejo, da je najprimernejši čas za razvoj gibljivosti 7.-11. leta. Pomembno je, da je trening gibljivosti sestavni del vsakega programa, ne glede na starost in spol, saj se lahko le s tem obvarujemo pred večjimi omejitvami v obsegih giba v poznejših letih (Association of personal trainers of Slovenia, [APTS], b.l.).

1.3.5 Hitrost

Hitrost je sposobnost izvedbe giba v najkrajšem času ali z najvišjo frekvenco. Lahko jo opredelimo tudi kot sposobnost hitrega gibanja celotnega telesa ali posameznega dela. Največja hitrost gibanja je posledica delovanja lastnih mišic. Od vseh gibalnih sposobnosti, je hitrost tista, ki je v največji meri odvisna od dednih lastnosti. Njen koeficient prirojenosti namreč znaša 0,95. Hitrost je odvisna od fizioloških, bioloških, morfoloških in drugih dejavnikov, med katere štejemo kontrolo gibanja in nekatere gibalne sposobnosti, kot sta koordinacija ter moč (Planinšec, 2011).

Hitrost se manifestira v več pojavnih oblikah. Planinšec (2011) je zapisal da poznamo hitrost reakcije, kjer gre za sposobnost hitrega odziva na pričakovan ali nepričakovan dražljaj. Hitrost posameznega giba, ki je opredeljena kot sposobnost izvedbe enega udarca s čim večjo silo in hitrostjo. Hitrost kompleksnega gibanja, kjer gre za sposobnost hitrega izvajanja koordinacijsko zahtevnih in zapletenih nalog. Kot eno od vrst hitrosti je opredelil tudi hitrost frekvence gibanja, to je hitro

ponavljanje gibov s konstantno amplitudo, ki je odvisna od uravnavanja krčenja in sproščanja agonistov ter antagonistov.

S staranjem povezan padec eksplozivne moči in hitrosti je odvisen od zmanjšanja aktivacije maksimalnih in hitrih motoričnih enot, kot tudi od atrofije hitrih mišičnih vlaken tipa II (Hakkinen idr., 1995 v Yamauchi, 2012). Slabšanje fizičnih sposobnosti v starosti postaja resen problem, saj napoveduje invalidnost in odvisnost posameznika od drugih (Guralnik idr., 1995 v Yamauchi, 2012).

1.3.6 Koordinacija

Koordinacija je sposobnost usklajenega gibanja posameznih delov ali celotnega telesa. Zahteva učinkovito prostorsko in časovno uravnavanje gibanja. Zanj je potrebna integracija motoričnih in senzoričnih sistemov, ki se kaže v skladno izvedeni motorični akciji (Planinšec, 2011).

Za koordinirano gibanje je potrebno procesiranje informacij iz zunanjega in notranjega okolja, z namenom oblikovanja motoričnega programa, adaptacije le-tega in učinkovitega nadzora (Gallahue in Ozmun, 1998 v Planinšec, 2011).

Koordinirano gibanje zahteva dobre programske potenciale, ki se lahko oblikujejo le na osnovi že osvojenih gibanj, torej na osnovi motoričnega učenja in prenosa gibalnih informacij. Ljudje z bogatejšimi gibalnimi izkušnjami imajo na voljo večjo količino podatkov o različnih gibanjih in tako tudi večje možnosti za združevanje v nove, kvalitetnejše gibalne odgovore glede na situacije oziroma položaje v katerih se pojavijo. Kot koordinirano gibanje tako lahko označimo tisto gibanje, pri katerem si zaporedne faze sledijo na harmoničen način in na koncu pripelje do želenega cilja (Pistotnik, 1999).

Koordinacija je motorična sposobnost, ki je v največji meri odvisna od učinkovitega delovanja centralnega živčnega sistema. Prav tu se oblikujejo gibalni programi s katerimi so opredeljene ravnine, amplitude, hitrosti in jakost izvedbe gibov ter položaji telesa v odvisnosti od zunanjih dejavnikov. Zato ima pri oblikovanju in izvedbi gibalnih programov pomembno vlogo tudi senzorika, ki zajema sprejemnike za zaznavanje informacij iz okolja in telesa. S tem omogoča oblikovanje primernih odgovorov na zaznane okoliščine (Pistotnik, 1999).

Pistotnik (1999) je zapisal, da je koordinirano gibanje odvisno od treh temeljnih dejavnikov med katere štejemo:

- sistem za sprejem in analizo informacij, kamor spadajo vsa čutila, živčne poti od njih do CŽS in center za analizo informacij v njem;
- center za gibalni spomin, kjer so shranjeni vsi gibalni programi, ki so se zaradi velikega števila ponovitev avtomatizirali in za svojo sprožitev potrebujejo le zavesten ali podzavesten impulz. Med ta gibanja spadajo hoja, tek, ipd.;
- kortikalne ter subkortikalne centre za oblikovanje gibanja. V kortikalnih centrih se oblikujejo glavni programi gibanja na osnovi analiziranih podatkov iz okolja in telesa in vključujejo smer, ritem, amplitudo gibov ter količino energije, ki se bo sprostila v mišicah. Vse kar se dogaja v teh centrih je zavestno, kar pomeni, da človek miselno nadzoruje. Na ta način se lahko oblikuje osnovni gibalni program, na podlagi katerega se začne z izvedbo gibalne naloge. Če pa med gibanjem začne prihajati do težav, se vključujejo subkortikalni centri, ki so odgovorni za hitro oblikovanje korektivnih programov gibanja. Omogočajo namreč spremembo osnovnega programa in ga prilagodijo nastalim okoliščinam, da se gibanje lahko konča. Zanje je značilno, da se sprožijo refleksno. To se lahko zgodi le v primeru, da ima posameznik široko bazo gibalnih izkušenj, ki so osnova, za hitro oblikovanje teh programov.

Znano je, da je koordinacija tista gibalna sposobnost, ki je pri motoriki živih bitij v največji meri značilna prav za človeško vrsto. Koeficient prirojenosti ni natančno določen, vendar se predvideva, da je sorazmerno visok. Njegova vrednost naj bi znašala okoli $h^2 = 0,80$ (Pistotnik, 1999).

Razvoj koordinacije se prične v fetalnem obdobju, plod namreč že v materinem telesu pridobiva prve gibalne izkušnje. Otroci lahko te izkušnje najbolj pospešeno pridobivajo do šestega leta starosti, saj so prav v tem obdobju najbolj dojemljivi za sprejem različnih gibalnih informacij in posledično za združevanje v gibalne strukture na višjem nivoju. Razlog za to je plastičnost živčnega sistema, kar pomeni, da mielinizacija živčnih vlaken še ni zaključena in lahko nanj še vplivamo. Hiter razvoj koordinacije, se kaže še do začetka pubertete, nato pa sposobnost razvoja nekoliko upade, predvsem zaradi hitre rasti skeleta. Mišice ne morejo slediti pospešeni rasti kosti, posledica tega pa je povečan mišični tonus. Prav tako so daljši vzvodi kosti, moteč dejavnik pri izvedbi gibanja. Po umiritvi telesne rasti,

Ljudje postopoma spet pridobivajo na koordinaciji, vrhunec v manifestaciji le-te je dosežen okrog 20. leta starosti. Dosežen nivo razvoja koordinacije zdrži do približno 35. leta, nadaljnje izboljšave koordinacije so odvisne od posameznikovega načina življenja in fizioloških procesov v živčnem sistemu (Pistotnik, 1999).

Raziskovalci so v številnih raziskavah preverjali spremembe v raznolikih koordinacijsko zahtevnih nalogah, do katerih pride v procesu staranja.

Sposobnost nadzora številnih gibalnih komponent v točno določenem času, se z naraščajočimi leti poslabša. Naloge, ki zahtevajo doseganje in prijem predmeta, vsa ciljana gibanja, pisanje, risanje, usklajenost udov namreč postanejo izredno zahtevne. Pri nalogah, kjer gre za časovno in prostorsko usklajenost gibov imajo starejši večje težave. Tak primer naloge je »doseži in zgrabi«, kjer so raziskovalci dokazali, da se pri starejših pojavlja nestabilna povezanost med omenjenima komponentama (Bennett & Castiello, 1994, Carnahan idr., 1998 v Ketcham idr., 2004). Naloge pisanja in risanja pa so pokazale da zahtevajo večji nadzor vključenih sklepov pri hitrostnih gibanjih. Ketcham s sodelavci (2001) v Ketcham (2004) je v raziskavi namreč ugotovila, da so starejši ljudje pri neki ciklični risalni nalogi začeli izkrivljati svoje gibe pri 2 Hz (2 cikla na sekundo), medtem ko so mlajši posamezniki gibe začeli izkrivljati pri 2,5 Hz. Iz tega so lahko zapisali, da so bili starejši nezmožni natančno nadzorovati gibanje, kar je bilo opaziti v počasnejših in vedno bolj raznolikih gibih.

Starejši imajo vedno več težav v vsakdanjem življenju, saj je prav koordinacija tista sposobnost, s katero se srečujejo skoraj na vsakem koraku (Ketcham idr., 2004).

1.4 Staranje in upad zmogljivosti

Na upad zmogljivosti v procesu staranja vplivajo številni dejavniki. Če strnemo vse zgoraj opisane spremembe, ugotovimo, da je eden od vplivov na upad sposobnosti sprememba v razporeditvi in vsebnosti maščobnega tkiva in zmanjšanje puste telesne mase, do katere pride okoli 45. leta. Telesna teža se tako poveča, predvsem zaradi nezmanjšane kaloričnega vnosa hranil, zmanjšane fizične aktivnosti, ter slabšanja sposobnosti mobilizacije maščobe. Redna telesna aktivnost pripomore k manjšim spremembam v telesni sestavi, tudi v pozni starosti. (Wilmore, Costil & Larry Kenney, 2008).

Wilmore idr. (2008) so zapisali, da se fizične zmogljivosti slabšajo tudi zaradi upada maksimalne moči, do katere v največji meri pride zaradi izgube mišične mase. Prav tako prihaja do redukcije hitrih mišičnih vlaken tipa II. Kljub temu lahko s treningom proti uporu vplivamo na manjše spremembe mišičnih vlaken. Ker proces staranja upočasnjuje tudi delovanje živčnega sistema, se zato poslabša zaznavanje dražljaja in s tem procesiranje informacije za izvedbo odziva ter aktiviranja mišice. Trening sicer ne more zaustaviti biološkega staranja, lahko pa zmanjša vpliv staranja na fizične sposobnosti. Tudi Nair (2005) navaja, da se strukturne in funkcijske spremembe v mišici med procesom staranja dogajajo v širokem spektru organizmov. Pojavljajo se namreč tako pri preprostih organizmih *Caenorhabditis elegans* (vrsta gliste), kot pri človeku.

Wilmore idr. (2008) navajajo, da pri starejših ljudeh opazamo upad vzdržljivostnih sposobnosti, kar pripisujejo slabšanju srčno-žilne funkcije. Z leti se začne nižati vrednost maksimalne srčne frekvence, ki se vsako leto zmanjša za približno en utrip na minuto. Maksimalni utripni volumen srca se pri starejših aktivnih ljudeh ohranja, pri neaktivnih posameznikih pa se zmanjšuje. Pri obeh skupinah – aktivni in neaktivni – se zaradi znižanja maksimalne srčne frekvence zmanjša minutni volumen srca.

Z leti pride do znižanja perifernega pretoka krvi, čeprav kapilarna gostota v mišicah ostaja nespremenjena. Saltin (1986) v Wilmore idr. (2008) je v svoji raziskavi o starajočih se vzdržljivostnih atletih ugotovil, da pri športnikih v srednjih letih pride do zmanjšanja pretoka krvi v nogah 10–20 % v primerjavi z mlajšimi športniki. Ugotovil je tudi, da je pri atletih srednjih let in starejših, med vzdržljivostno vadbo zmanjšan periferni krvni tok v nogah kompenziran z večjim dotokom kisika iz mišic. V študiji o vzdržljivostnih športnikih, kjer so primerjali posameznike med 22. in 30. letom s posamezniki med 55. in 68. letom starosti, so Proctor idr. (1998) v Wilmore idr. (2008) ugotovili, da kljub zmanjšanemu toku krvi v starosti poraba kisika med vadbo ostaja podobna med submaksimalno intenzivnostjo pri starejši skupini.

Wilmore idr. (2008) pišejo, da na slabše vzdržljivostne sposobnosti vplivajo tudi spremembe pljučnih funkcij. Znano je, da se s starostjo zniža vitalna kapaciteta. Zniža se tudi forsiran ekspiratorni volumen. Oba parametra se začneta linearno zmanjševati med 20. in 30. letom starosti. Medtem ko se omenjena parametra s starostjo nižata, pa se rezidualni volumen s starostjo povečuje. To pomeni, da totalna pljučna kapaciteta ostaja nespremenjena. To, da se razmerje med rezidualnim volumnom in totalno pljučno kapaciteto povečuje, pomeni, da se s

starostjo lahko izmenja manj zraka med pljuči in atmosfero. Okoli 20. leta rezidualni volumen znaša od 18–22 % totalne pljučne kapacitete, ta količina pa se do 50. leta zviša na 30 %. Maksimalni ekspiratorni volumen se povečuje do časa fizične zrelosti posameznika, nato pa se z leti začne zmanjševati.

Vse te pljučne spremembe, ki vplivajo na aerobne sposobnosti starajoče se populacije, se pojavljajo predvsem zaradi zmanjšane elastičnosti pljučnega tkiva in prsnega koša. Vseeno pa starejši, ki se redno ukvarjajo s športom občutijo bistveno manjše spremembe, saj pri njih pride le do blagega upada v ventilatorni pljučni kapaciteti. Večjo omejitev za njih predstavlja znižanje $VO_2\max$, saj se zmanjša prenos kisika do mišic (Wilmore idr. 2008).

Hočevar (2013) je zapisal, da $VO_2\max$, definiramo kot največjo možno porabo kisika v minuti na kilogram telesne teže. Omenjena vrednost v eni številki združuje fiziološke lastnosti pljuč, mišic, srca, krvi in ožilja in je najboljši pokazatelj kardiovaskularne kondicije posameznika.

Wilmore idr. (2008) navajajo, da manjše vrednosti $VO_2\max$ v starosti, v največji meri pripisujemo nižji srčni frekvenci, do katere prav tako pride s staranjem. Nižja maksimalna srčna frekvenca je lahko posledica slabše aktivnosti simpatičnega živčnega sistema in sprememb v srčnem sistemu. Nižji $VO_2\max$ s staranjem je primarno posledica zmanjšane pretoka krvi do delujočih mišic, zaradi slabšega srčnega donosa. Vrednosti $VO_2\max$ se začnejo pri ženskah nižati okoli 17. leta, pri moških pa okoli 20. leta. $VO_2\max$ se zniža za približno 1 % letno pri relativno sedečih posameznikih. Pri tistih ki se redno ukvarjajo s športno dejavnostjo, pa je ta odstotek nižji.

Wilmore idr. (2008) so zapisali, da se je število ljudi starejših od 50 let, ki redno trenirajo in se udeležujejo športno rekreativnih tekmovanj, v zadnjih 30. letih povečalo. Večina teh ljudi se takih prireditev udeležuje zaradi zabave, splošne rekreacije in vzdrževanja lastne telesne pripravljenosti. Starejši imajo veliko možnosti, da svoje sposobnosti dokažejo tudi na večjih tekmovanjih. Danes imamo na voljo številne rekreativne maratonske prireditve, kjer lahko posamezniki svojo pripravljenost dokazujejo v teku, kolesarjenju in drugih disciplinah. Doseženi uspehi in zmogljivosti starejših posameznikov so več kot odlični. Starejši, ki se ukvarjajo z neko športno dejavnostjo kažejo veliko boljše rezultate v moči in vzdržljivosti, glede na netrenirane posameznike iste starosti.

Glede na to, da je o fizioloških učinkih staranja na različne organske sisteme in na funkcionalne sposobnosti posameznika že veliko znanega, nas je zanimalo, kako se ti učinki odražajo na povprečnih rezultatih teka rekreativnih tekačev na različnih tekmovalnih razdaljah.

1.5 Cilji in namen raziskave

Namen naše raziskave je ugotoviti kakšen je dejanski upad sposobnosti pri rekreativnih tekačih, ki se udeležujejo športno-rekreativnih tekmovalnih prireditev v Sloveniji. Upad sposobnosti smo merili s pomočjo časov, doseženih na določeni pretečeni razdalji na 19. Ljubljanskem maratonu.

Cilji naloge:

- ugotoviti ali je povprečni čas tekačev, dosežen na določeni pretečeni razdalji (10, 21 in 42 kilometrov) na rekreativni tekmovalni prireditvi, odvisen od starosti udeležencev;
- ugotoviti ali je sprememba povprečnega časa s starostjo, doseženega na določeni pretečeni razdalji, odvisna od spola.

1.6 Hipoteze

H1: Dosežen čas na določeni pretečeni razdalji s starostjo udeležencev narašča.

H2: Sprememba povprečnega časa se med spoloma razlikuje.

2 METODE DELA

2.1 Vzorec preiskovancev

V našo raziskavo smo vključili vse tekače 19. Ljubljanskega maratona. Vzorec je tako sestavljalo 15.248 oseb obeh spolov. Od tega je bilo 8.484 moških in 6.764 žensk. Pri moških sta bila 2 podatka neveljavna, zaradi napake pri letnici rojstva, zato smp upoštevali le 8. 482 moških udeležencev. Skupno je odstopilo 106 tekmovalcev, 67 moških in 38 žensk, ena od žensk je bila diskvalificirana. Na koncu smo obravnavali 15.140 tekačev, od tega 8.415 moških in 6.725 žensk.

Udeleženci so tekli v različnih kategorijah in sicer 10 kilometrov moški (10 M), kjer je bilo 2.474 udeležencev, odstopilo jih je 13. V kategoriji 10 kilometrov ženske (10 Ž) je tekmovalo 3.615 oseb, od tega jih je 17 odstopilo. V kategoriji 21 kilometrov moški (21 M), je bilo 4.458 udeležencev, odstopilo jih je 22. V kategoriji 21 kilometrov ženske (21 Ž) je bilo 2.767 predstavnic, od tega jih je 16 odstopilo. V kategoriji 42 kilometrov moški (42 M) je bilo 1.550 tekačev, odstopilo jih je 32. V kategoriji 42 kilometrov ženske (42 Ž) je bilo 382 udeleženk, od tega jih je 6 odstopilo. Tekočev, ki so odstopili, nismo vzeli v obravnavo (tabela 1).

Tabela 1: Število tekačev in tekačic po različnih kategorijah, ki so uspešno pretekli zadano razdaljo.

KATEGORIJA	MOŠKI	ŽENSKE	SKUPNO
10 km	2.461	3.598	6.059
21 km	4.436	2.751	7.187
42 km	1.518	376	1.894

Tabela 2: Povprečna starost v letih z min in max starostjo v vsaki zastopani kategoriji.

KATEGORIJA	POVPREČNA STAROST (LETA)	MIN (LETA)	MAX (LETA)
10 M	35, 64	8	88
10 Ž	36, 04	10	86
21 M	39, 19	9	83
21 Ž	37, 82	17	80
42 M	41, 36	16	77
42 Ž	40, 49	18	68

2.2 Statistične metode dela

Rezultate teka in podatke o spolu ter starosti smo pridobili iz javno dostopnih baz. S statističnim programom SPSS in Microsoft Office Excel, smo po letnih starostnih intervalih izračunali povprečne čase teka pri vsaki od šestih skupin ločenih po spolu in razdalji. Naključne odklone pri starostnih intervalih z malo udeleženci (tipično pri nizkih in visokih starostnih) smo gladili z metodo drsečih sredin. Uporabili smo 3-letna zaporedja povprečij. Trende sprememb rezultata s starostjo na različnih razdaljah po spolu smo analizirali z log-linearno regresijo stičnih točk, ki smo jo izvedli v programu Joinpoint. Spremembo rezultata smo izrazili v obliki deleža letne spremembe (APC; annual percent change), ob predpostavki, da je sprememba z vsakim letom v izbranih starostnih obdobjih konstantna. Pri vsakem APC poročamo poleg sredinske ocene tudi vrednosti za 95 % interval zaupanja. Za statistično značilno razliko smo uporabili $\alpha \leq 0,05$. Razlike v spremembah povprečnega rezultata z leti med spoloma smo ocenili iz grafičnega prikaza.

3 REZULTATI

3.1 Povprečni čas teka na posamičnih razdaljah

V tabeli 3 so prikazani po spolu ločeni povprečni časi teka na 10, 21 in 42 kilometrov, ter najboljši in najslabši doseženi čas na posamični razdalji. Časi so izračunani v urah in sekundah.

Tabela 3: Povprečni čas teka izražen v hh:mm:ss in v sekundah z min in max dosežkom v vsaki zastopani kategoriji.

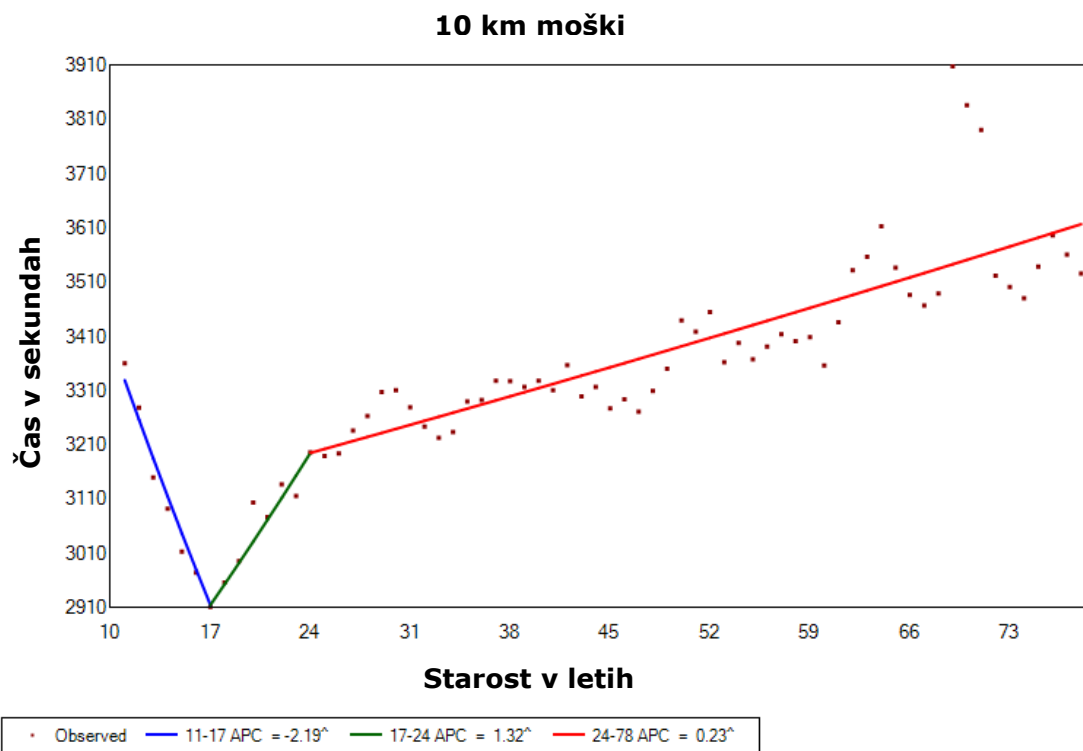
KATEGORIJA	POVPREČNI ČAS	MIN ČAS	MAX ČAS
10 M	0:54:32	0:31:28	1:39:14
	(3.272 s)	(1.888 s)	(5.954 s)
10 Ž	1:01:18	0:34:38	1:40:30
	(3.688 s)	(2.078 s)	(6.030 s)
21 M	1:50:45	1:07:41	3:28:23
	(6.645 s)	(4.061 s)	(12.503 s)
21 Ž	2:04:21	1:17:52	3:18:17
	(7.461 s)	(4.672 s)	(11.897 s)
42 M	3:48:11	2:08:25	5:23:21
	(13.691 s)	(7.705 s)	(19.401 s)
42 Ž	4:05:55	2:29:16	5:30:03
	(14.755 s)	(8.956 s)	(19.803 s)

3.2 Tek na razdalji 10 kilometrov

Pri moških udeležencih na 10-kilometrski razdalji se rezultati teka med 11. in 17. letom povprečno izboljšujejo za 2,19 % letno (95 % interval zaupanja (IZ) -3,27--1,10 %, $P < 0,001$). V tem starostnem intervalu je teklo 144 tekačev. Po 17. letu starosti do 24. leta beležimo slabšanje povprečnega rezultata v povprečju za 1,32 % letno (95 % IZ 0,20–2,45 %, $P = 0,021$). V tem starostnem obdobju je bilo všteti 210 udeležencev. Med 24. in 78. letom starosti opazimo počasnejše

slabšanje sposobnosti za 0,23 % letno (95 % IZ 0,19–0,27 %, $P < 0,001$). V tem starostnem obdobju je bilo zajetih 2.092 tekačev (slika 1).

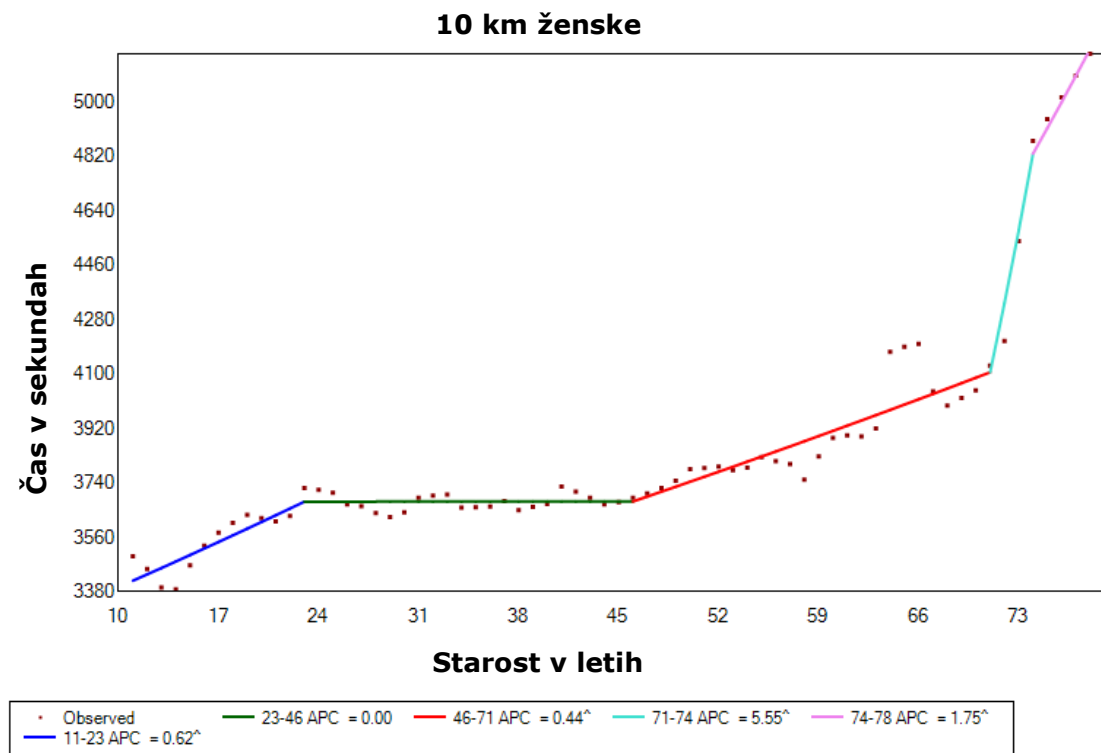
Slika 1: Rezultati teka 10 km moški



Legenda: ^ - statistično značilno; APC – Annual Percent Change.

Pri predstavnicah ženskega spola je na 10-kilometrskem teku v starostnem intervalu med 11. in 23. letom teklo 373 tekmovalk. Povprečni rezultat teka se je slabšal v povprečju za 0,62 % na leto (95 % IZ 0,36–0,87 %, $P < 0,001$). Po 23. letu in vse do 46. leta se pri vzorcu 2.530 tekmovalk povprečni rezultat teka s starostjo ni spreminjal (95 % IZ - 0,10– 0,10 %, $P = 0,986$). Med 46. in 71. letom med 688. tekačicami ponovno opazimo zmerno slabšanje rezultatov v povprečju za 0,44 % letno (95 % IZ 0,35–0,53 %, $P < 0,001$). Po 71. letu do 74. leta upadanje v rezultatih postane izrazitejše in sicer v povprečju za 5,55 % na leto (95 % IZ 1,10–10,20 %, $P = 0,015$). V tem starostnem obdobju so se teka udeležile le 3 predstavnice ženskega spola. Po 74. letu pa do 78. leta starosti sta se teka udeležili 2 tekmovalki. Tudi pri njih beležimo slabšanje rezultata in sicer povprečno za 1,75 % letno (95 % IZ 0,37–3,14 %, $P = 0,013$) (slika 2).

Slika 2: Rezultati teka 10 km ženske



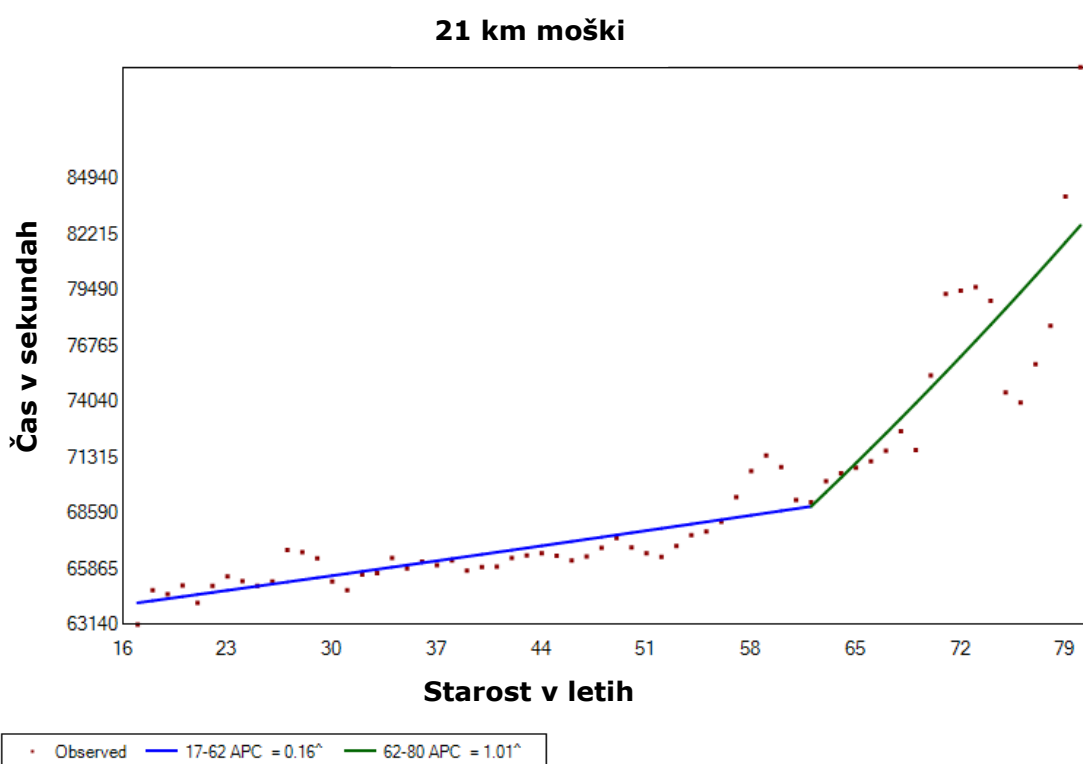
Legenda: ^ - statistično značilno; APC – Annual Percent Change.

Pri preučevani populaciji tekačev in tekačic na 10 kilometrov vidimo razlike v spreminjanju povprečnih časov teka z leti med spoloma. Medtem, ko je pri moških videti najprej izrazito izboljšanje povprečnega časa teka v starostnem obdobju med 11. in 17. letom, pri ženskah začetnega izboljšanja ne vidimo, rezultati se celo poslabšajo za 0,62 % na leto. Tudi v naslednjih starostnih obdobjih spremembe časov med spoloma niso skladne, saj se pri moških povprečni čas do zadnje preučevane starosti 78 let najprej nekoliko hitreje (za 1,32 % na leto) nato pa postopno minimalno (za 0,23 % na leto) podaljšuje, medtem, ko se pri ženskah vse do 46. leta starosti ne spreminja. Po tem letu pa je slabšanje povprečnega časa teka pri ženskah precej bolj izrazito kot pri moških (od 0,44–5,55 % v primerjavi z 0,23 % na leto).

3.3 Tek na razdalji 21 kilometrov

Povprečni čas teka se pri moških med 17. in 62. letom podaljšuje povprečno za 0,16 % letno (95 % IZ 0,10–0,21, $P < 0,001$). V tem starostnem obdobju so tekli 4.303 tekači. Po tem letu se rezultati na letni ravni slabšajo za 1,01 % letno (95 % IZ 0,79–1,24 %, $P < 0,001$). V tem starostnem obdobju je teklo 132 tekačev (slika 3).

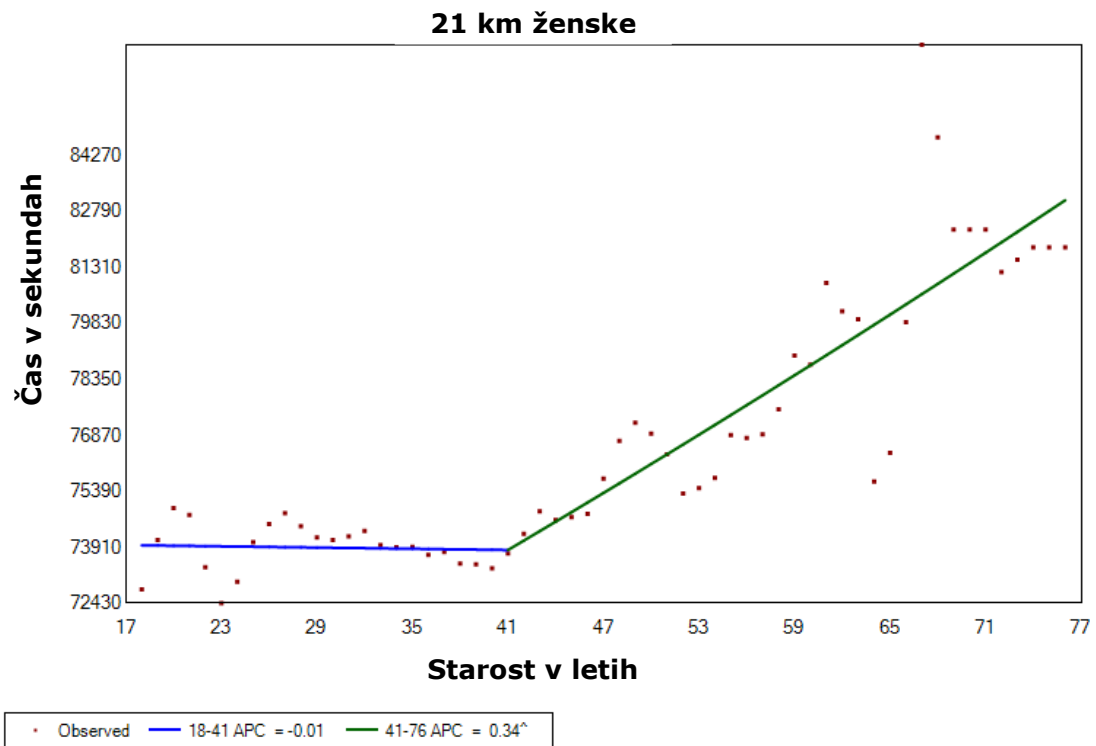
Slika 3: Rezultati teka 21 km moški



Legenda: [^] - statistično značilno; APC – Annual Percent Change.

Pri ženskah med 18. in 41. letom starosti na 21-kilometrski razdalji ne opažamo slabšanja rezultatov (95 % IZ -0,13–0,11 %, $P = 0,901$). V tem starostnem obdobju je bilo štetih 1.678 tekačic te starosti. Po 41. letu zabeležimo poslabšanje rezultatov do 76. leta v povprečju za 0,34 % na leto (95 % IZ 0,27–0,40 %, $P < 0,001$). Med njimi je bilo 1.071 tekačic (slika 4).

Slika 4: Rezultati teka 21 km ženske



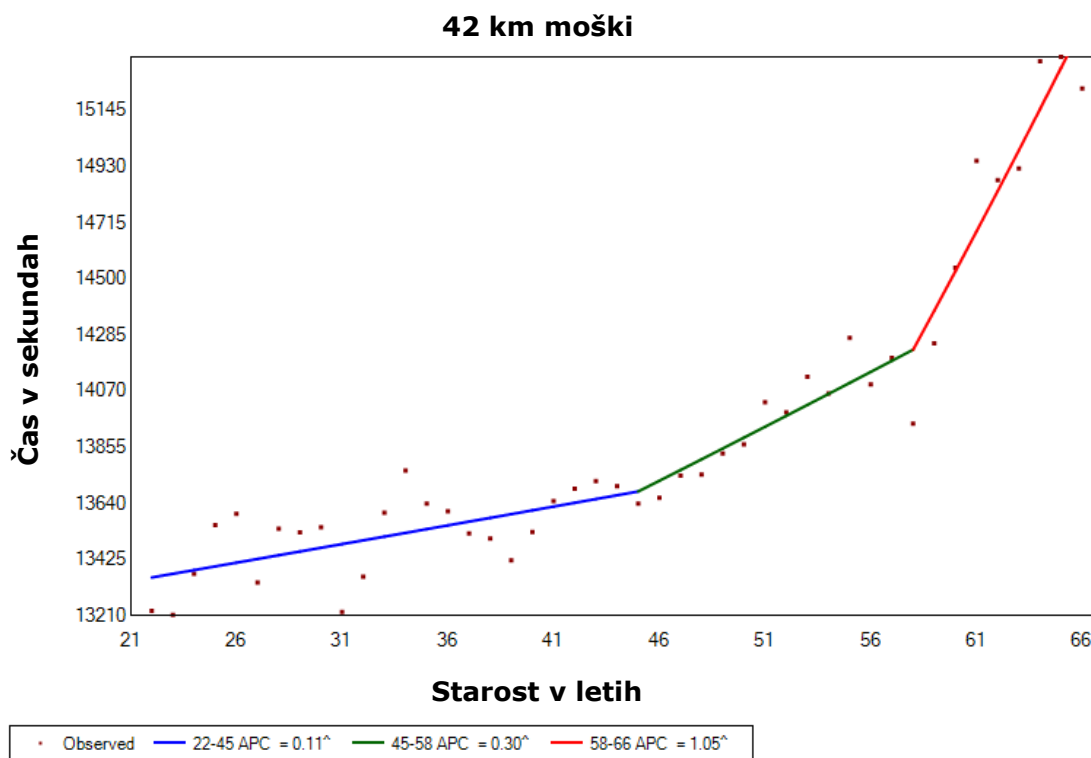
Legenda: [^] - statistično značilno; APC – Annual Percent Change.

Tudi pri teku na 21-kilometrski razdalji se pojavljajo razlike v povprečnih rezultatih med spoloma. Medtem ko pri moških lahko med 17. in 62. letom opažamo postopno slabšanje rezultatov v povprečju za 0,16 %, pri ženskah do 41. leta ne beležimo nobenih sprememb, po tem letu pa za 0,34 % letno vse do 76. leta. Pri moških se po 62. letu upadanje povprečnega časa pospeši in sicer za 1,01 % letno.

3.4 Tek na razdalji 42 kilometrov

Pri 956 moških udeležencih, ki so pretekli maratonsko razdaljo, je od 22. do 45. leta vidno slabšanje rezultatov za povprečno 0,11 % letno (95 % IZ 0,05–0,16 %, $P < 0,001$). Po 45. letu starosti vse do 58. leta je slabšanje rezultatov med 450 obravnavanimi tekmovalci še izrazitejše in sicer za 0,30 % na leto (95 % IZ 0,15–0,45% , $P < 0,001$). Po 58. letu pa do 66. leta starosti med našimi 69. obravnavanimi udeleženci Ljubljanskega maratona opažamo še nadaljnje poslabšanje rezultatov za 1,05 % na leto (95 % IZ 0,77–1,33 %, $P < 0,001$) (slika 5).

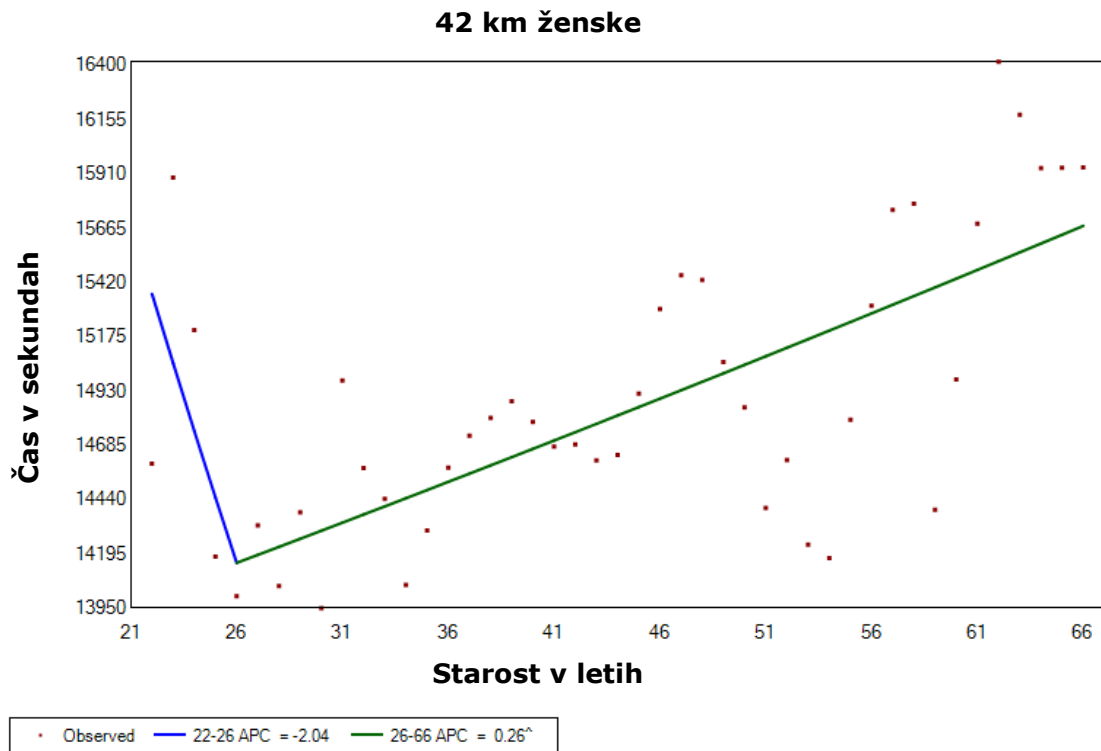
Slika 5: Rezultati teka 42 km moški



Legenda: [^] - statistično značilno; APC – Annual Percent Change.

Pri ženskih tekačicah 19. Ljubljanskega maratona je bilo med 22. in 26. letom starosti obravnavanih 13 udeleženk, med katerimi ne beležimo statistično značilnega spreminjanja rezultatov (95 % IZ -4,81–0,82 %, $P = 0,156$). Po 26. letu pa do 66. leta smo med 362. obravnavanimi tekmovalkami zabeležili poslabšanje rezultatov za 0,26 % na leto (95 % IZ 0,17–0,34 %, $P < 0,001$) (slika 6).

Slika 6: Rezultati teka 42 km ženske



Legenda: [^] - statistično značilno; APC – Annual Percent Change.

Tudi pri teku na 42 kilometrov se spremembe v rezultatih med spoloma razlikujejo. Medtem ko se pri moških skozi naraščajoča starostna obdobja povprečni čas teka na 42 kilometrov progresivno slabša (med 22. in 45. letom za 0,11 %, med 45. in 58. letom za 0,30 % in med 58. in 66. letom za 1,05 %), pri ženskah beležimo konstanten letni upad sposobnosti med 26. in 66. letom za 0,26 %. Pred to starostjo se v opazovanem starostnem intervalu povprečni čas teka na 42 kilometrov ni spreminjal.

4 DISKUSIJA

Kot smo pričakovali, rezultati na 10-kilometrski razdalji pri 144 moških med 11. in 17. letom starosti, nakazujejo izboljšanje sposobnosti na podlagi doseženih časov. Povprečno se časi vsako leto izboljšajo za 2,19 %, kar pripisujemo spremembam v obdobju pubertete. V tem času se pri fantih zaradi hitrega izločanja spolnih hormonov, začne povečevati delež kostne in mišične mase in upadati delež maščobnega tkiva v povprečju 0,5 % letno (Škof & Kalan, 2007 v Kolander, 2011).

Z naraščanjem deleža mišične mase, se spreminja tudi kemična sestava mišičnega tkiva, ter metabolične in kontraktilne sposobnosti mišične celice. Zaradi zmanjševanja količine vode v mišični celici in na drugi strani povečevanja prisotnosti dušika, prihaja do povečane sinteze mišičnih beljakovin. Oksidativna sposobnost mišice se začne ob koncu otroštva zelo hitro razvijati. Raziskave na živalih so pokazale, da se oksidativna sposobnost mišice, v primerjavi z glikolitično, razvija veliko hitreje. Do določene mere nam to lahko razloži razlike v učinkovitosti otrok na različnih vzdržljivostnih ravneh. (Škof & Kalan, 2007 v Kolander, 2011). Pri fantih v primerjavi z dekleti opazimo izrazitejši proces hipertrofije, kar pripomore k povečanju mišične mase zaradi prisotnosti testosterona. Največji delež mišične mase fantje dosežejo med 18. in 20. letom, medtem ko dekleta med 16. in 20. letom starosti. Kasneje je ta delež pogojen s telesno dejavnostjo in prehrano posameznikov (Mišigoj-Duraković & Matkovič, 2007 v Kolander 2011). Razlike v funkcionalnih sposobnostih med spoloma v obdobju pubertete pripisujemo tudi deležu maščobnega tkiva. V tem obdobju se velikost maščobnih celic začne povečevati, vendar je ta, zaradi povečanega izločanja estrogena, ki dodatno pospešuje sintezo maščobnega tkiva, veliko izrazitejša pri dekletih (Škof & Kalan, 2007 v Kolander, 2011). Mišigoj-Duraković & Matkovič (2007) v Kolander (2011) sta zapisala, da imajo fantje ob vstopu v osnovno šolo v povprečju 13–15 % telesne maščobe, dekleta pa 16–18 %. Do 15. leta odstotek pri fantih pade na 10–12 %, medtem ko je pri dekletih mogoče opaziti porast telesne maščobe na 20–22 %. To je lahko povezano s slabšanjem rezultatov naše skupine tekačic, pri kateri smo v starostnem obdobju med 11. in 23. letom beležili padanje povprečnega časa teka za 0,62 % letno.

Med 17. in 24. letom pri 210 fantih, udeležencih teka na 10 kilometrov, prihaja do poslabšanja rezultatov v povprečju za 1,32 % letno, kar ni v skladu z dejstvom, da bi se zaradi razvoja funkcionalne sposobnosti morale izboljševati. Dobljene

rezultate zato pripisujemo načinu življenja. Menimo, da v času študentskega življenja lahko pride so slabših povprečnih rezultatov v vzdržljivostnem teku zaradi slabše motivacije za šport, dajanja prednosti druženju, pomanjkanja časa zaradi študija, pomanjkanja volje za pripravo zdravih obrokov in nezdravih navad, kot sta prekomerno kajenje in uživanje alkohola.

Po 24. letu vse do konca opazovanega starostnega obdobja pri 78. letih se povprečen dosežen čas pri 2.092 opazovanih moških v povprečju slabša za 0,23 % letno. To upadanje povprečnega rezultata je manj izrazito kot na 21- oziroma 42-kilometrski preizkušnji kar sovпада z ugotovitvami Trappeja (2007), ki je v svoji študiji o maratonskih tekačih in njihovem staranju ugotovil, da so z leti povezane spremembe fizioloških funkcij in padec tekaških sposobnosti povezani z dolžino teka. Cushman, Markert & Rho (2014) pa so naredili raziskavo, kjer so proučevali trende tekačev na 10-kilometrskih tekih v Združenih državah Amerike. Spremljali so starost in dosežene končne čase tekačev, ki so se udeležili 10. tekov na 10-kilometrskih tekaških preizkušnjah med leti 2002 in 2011. Avtorji so pokazali, da so najhitrejši moški na 10-kilometrskih preizkušnjah vedno mlajši, kar lahko potrdimo tudi z rezultati naše raziskave.

Nasprotno pa je pri 2.530 ženskah med 23. in 46. letom starosti, pri katerih ne opažamo sprememb v doseženih končnih časih teka na 10 km, ki bi jih lahko pripisali slabšanju sposobnosti s starostjo, le-te so se začele kazati šele po 46. letu starosti z upadanjem povprečnih rezultatov za 0,44% letno. Po 71. letu je to upadanje bistveno bolj izrazito, vendar se je teka v tej starostni skupini udeležilo skupaj le 5 udeleženk in je natančno slabšanje rezultatov zato težko določiti (1,75 % s 5,55 %). To pripisujemo nezmožnosti ohranjanja funkcionalnih sposobnosti v poznih obdobjih življenja. Pri moških na 10-kilometrski preizkušnji takšnega izrazitega upada ne opazimo. Knechtle, Rüst, Rosemann in Lepers (2012) so v študiji zapisali, da slabše nastope žensk v primerjavi z moškimi v pozni starosti lahko do neke mere razlagamo s tem, da so v procesu staranja nagnjene k hitrejši izgubi skeletnih mišic. Najverjetneje bi za natančnejšo interpretacijo te razlike med moškimi in ženskami v visoki starosti potrebovali še podatke o treningu, motivaciji, aerobni kapaciteti, prehrani, ortopedskem stanju, hormonskem statusu, telesni sestavi in tipologiji mišic.

Za razliko od teka na 10 kilometrov so se teka na 21 kilometrov udeležili le moški, starejši od 17 let, zato podatka o morebitnem izboljšanju rezultatov v tej starostni skupini nimamo. Po 17. letu starosti pa vse do 62 leta pri 4.303 udeležencih

beležimo postopno minimalno slabšanje povprečnih rezultatov za 0,16 % letno. Za razliko od teka na 10 kilometrov prehodnega poslabšanja med 17. in 24. letom ne zaznamo, kar verjetno nakazuje na drugačen način življenja v teh letih. Pri tekačih na 21 kilometrov se je podobno kot pri tekačicah na 10 kilometrov ter tekačih na 42 kilometrov pokazal izrazitejši upad pri rezultatih v poznejših letih, ki se v tem primeru prične kazati že pri 62. letih in upada vse do konca opazovanega starostnega obdobja 79 let za 1,01 % letno.

Omenjeni padec v doseženih končnih časih pripisujemo dejstvu, da je to že razdalja, ki jo kljub dobri telesni pripravljenosti, zaradi fiziološkega ozadja ne moremo več ohranjati na enakomerni ravni. Wilmore (2008) je zapisal, da zaradi staranja prihaja do znižanja srčne frekvence, ki ima za posledico znižan $VO_2\max$, ta pa je, kot smo že omenili eden od pokazateljev aerobnih sposobnosti. Gre za razdaljo, kjer se v tej starosti že začnejo čutiti tudi vplivi strukturnih sprememb v mišici. Kot je zapisal Nair (2005) s starostjo pride do zmanjšane mišične mase in števila mišičnih vlaken, ter prevladovanje mišičnih vlaken tipa I. Omenjene strukturne spremembe povzročijo slabšanje mišične moči in manjšo vzdržljivostno kapaciteto. Pride tudi do slabše proizvodnje ATP v mitohondriju, kar posledično prispeva k zmanjšani vzdržljivostni kapaciteti in mišični oslabelosti.

V nasprotju z moškimi pri 1.678 ženskah, udeleženkah teka na 21 km, med 18. in 41. letom starosti praktično ni prišlo do sprememb v rezultatih, ki bi jih lahko pripisali slabšanju funkcionalnih sposobnosti. Naše rezultate podpira raziskava, kjer Leyk, Rüter, Wunderlich idr. (2010), v ugotovitvah navajajo, da pred 55. letom starosti ni opaziti upada sposobnosti, ki jih sicer pričakujemo zaradi naraščajoče starosti. Na podlagi svojih ugotovitev so tako zapisali, da so izgube vzdržljivostnih sposobnosti v srednjih letih, odraz sedentarnega načina življenja in ne posledica biološkega staranja. Iz tega zapisa lahko sklepamo, da so bile obravnavane tekačice v naši raziskavi fizično aktivne tudi v srednjih letih. Kljub temu so ugotovili, da se statistično pomembne razlike v padcu pripravljenosti pri obeh spolih, tako na maratonski kot polmaratonski razdalji, pojavijo po 54. letu. Tudi teoretično fiziološko ozadje podpira dejstvo, da je vzdržljivostne sposobnosti možno ohranjati v srednjih letih, nekateri posamezniki celo v pozni starosti. Petavs idr. (2008) so namreč zapisali, da se med 25. in 30. letom zmanjša maksimalna poraba kisika ($VO_2\max$), ki je kazalnik aerobne sposobnosti organizma za približno 1 % letno, vendar je upadanje v največji meri odvisno od načina življenja. Tudi Wilmore (2008) navaja, da se maksimalen utripni volumen srca pri starejših aktivnih ljudeh manjša počasneje v primerjavi z neaktivno populacijo.

Pri naši raziskavi je zanimivo, da smo pri 1.071 ženskah med 41. in 76. letom zabeležili poslabšanje rezultatov v povprečju za 0,34 % letno in nismo zabeležili izrazitejšega upada v drugem delu tega starostnega intervala. Manjši upad v primerjavi z vrstniki lahko razložimo s tem, da so bile ženske fizično boljše pripravljene ter da je bil v kasnejših obdobjih vzorec obravnavanih udeleženk manjši in zato rezultati niso zanesljivi. Od 65. leta dalje je bilo v naš vzorec zajetih namreč le 16 tekačic.

Kljub vsemu pa lahko dodamo da so se med spoloma pojavljale razlike v doseženih končnih časih. Moški so namreč v vseh starostnih obdobjih dosegali boljše čase v primerjavi z vrstnicami.

Med moškimi udeleženci teka na maratonski razdalji se po 22. letu, ki predstavlja starost najmlajših udeležencev tega teka, povprečni končni časi slabšajo v povprečju za 0,11 % letno. Ta, sicer minimalni upad, je pri 956 opazovanih moških možno opazen do 45. leta starosti. Blag upad na podlagi rezultatov lahko podpremo z zapisom Zerbo Šporin (2012), ki navaja, da so fiziološke sposobnosti posameznika na višku med zaključkom pubertete in 30. letom starosti. Po tem obdobju začne funkcionalnost posameznika upadati v odvisnosti od njegovih genetskih predispozicij in življenjskega sloga, torej lahko sklepamo, da so bili obravnavani moški dobro telesno pripravljene.

Po 45. letu pa vse do 58. leta je upad zmogljivosti izražen preko doseženih povprečnih časov teka izrazitejši (0,30 % letno), po 58. letu pa še bolj izrazit (1,05 % letno). Ti rezultati delno sovpadajo z ugotovitvami Leyka s sodelavci (2010), ki so raziskovali fizične zmogljivosti v srednjih letih in pozni starosti. Na podlagi spola, starosti in doseženih časov na maratonu in polmaratonu so ocenjevali vzdržljivost fizično aktivnih posameznikov od 20. do 79. leta. V rezultatih so zabeležili, da pred 55. letom starosti ni prišlo do pomembnejšega upada z leti povezanih sposobnosti. Naše rezultate lahko podpremo tudi z izsledki Tanaka & Seals (2008), ki sta proučevala z leti povezane spremembe na vzdržljivostne sposobnosti športnikov. Zapisala sta, da starejši športniki lahko izboljšajo ali ohranjajo svoje sposobnosti, ki so jih razvili v mladih letih, vendar so kljub temu, zaradi staranja na športnih preizkušnjah manj uspešni. Po pregledu člankov, sta zapisala, da blage padce v vzdržljivostnih sposobnostih, kot kažejo tudi rezultati naše raziskave, lahko spremljamo do 50. ali celo 60. leta. Slabšanje rezultatov po 58. letu pa podpira teorija, da v srednjih in poznih letih starosti, že prihaja do zmanjšanja velikosti mišičnih celic in slabših kontraktilnih sposobnosti mišice. Prav te spremembe

skeletnih mišic morebiti prispevajo k slabši maratonski tekaški pripravljenosti (Trappe, 2007). Tudi Tanaka & Seals (2008) pišeta, da je v obdobju med 50. in 60. letom možno zaznati postopoma bolj strme padce pri vzdržljivostni sposobnosti. Možni dejavniki, ki vplivajo na uspešnost vzdržljivostne vadbe so nižji maksimalni volumen srca, nižja srčna frekvenca, nižji $VO_2\text{max}$, laktatni prag, ki se s starostjo prestavlja k nižjim vrednostim in s tem pripomore k hitrejšemu utrujanju ob vzdržljivostni vadbi ter intenzivnost treningov. Učinkovitost vadbe tako postane slabša, zmanjša se intenzivnost in količina treningov, kar pripomore k slabšim rezultatom v kasnejših obdobjih.

Pri ženskih predstavnicah maratonske preizkušnje pa smo ugotovili, da se na 42-kilometrski razdalji povprečni končni rezultati 13. ženskih predstavnic med 22. in 26. letom statistično značilno ne spreminjajo. Kljub temu, da do upada ni prišlo, so absolutne vrednosti končnih časov slabše kot pri enako starih moških. To razlagamo s tem, da imajo moški višji $VO_2\text{max}$ kot ženske, kar je tudi eden od kazalnikov aerobne zmogljivosti, zaradi večje količine maščobnega tkiva.

Po 26. letu in vse do konca opazovanega starostnega obdobja 66 let opazimo pri tekačicah na maratonski razdalji konstanten, vendar blag upad sposobnosti na podlagi končnih časov in sicer v povprečju 0,26 % letno. V primerjavi z moškimi, končni časi žensk, sicer dosegajo višje vrednosti, vendar si manjši padec sposobnosti pri ženskah razlagamo z dejstvom, da se maratonskega teka v srednjih in poznih letih udeležujejo le bolj trenirane posameznice. Naše ugotovitve podpira tudi trditev Ransdell (2009), ki je zapisala, da je manjši upad sposobnosti v teh letih možno pripisati tudi socialnemu statusu žensk, saj naj bi imele po porodu večje možnosti za ukvarjanje z vadbo in da šele kasneje v karieri dobivajo več konkurenčnih možnosti. Ohranjanje dobrih sposobnosti žensk lahko pripišemo tudi temu, da se je v zadnjih letih starost žensk, ki pridejo v obdobje menopavze zvišala (Knechtle idr., 2012). Dodatna verjetna razlaga ugotovitve, da pri ženskah ni izrazitejšega upada rezultatov v pozni starosti, je tudi ta, da so se maratonskega teka udeležile le dobro trenirane posameznice. Ker je njihovo število zelo majhno, sklepanje na povprečje ni mogoče.

5 ZAKLJUČEK

Funkcionalna sposobnost s staranjem upada, zato je bil namen naše raziskave pokazati upadanje teh sposobnosti preko sprememb povprečnega časa tekačev 19. Ljubljanskega maratona v odvisnosti od starosti. Zanimalo nas je tudi ali se upadanje zmogljivosti razlikuje med spoloma.

Iz rezultatov naše raziskave lahko sklepamo, da povprečni doseženi časi teka in tako tudi vzdržljivostne sposobnosti tekačev s starostjo upadajo. Omenjeno izražanje upada funkcionalnih sposobnosti je povezano z naporom, ki ga posamezna razdalja predstavlja za posameznika. Zato se pri moških pri teku na 10 kilometrov izrazitejši upad sposobnosti v poznih letih še ne izrazi, pri teku na 21 kilometrov se začne izražati po 62. letu in pri teku na maratonski razdalji pri 58. letih. Pri ženskah, ki so v povprečju telesno manj zmogljive od moških, se upad zmogljivosti pokaže že pri teku na razdalji 10 kilometrov in sicer pri 71. letih. Na razdaljah 21 in 42 kilometrov pa zaradi izredno majhnega števila udeleženk tega upada nismo uspeli dokazati.

Zupet & Samardžija Pavletič (2014) sta v svojem preglednem članku zapisala, da telesne sposobnosti posameznika niso določene vnaprej, a se nanje s pravim treningom lahko vpliva. Naš genski zapis je tisti, ki določa v kolikšni meri je ta vpliv moč doseči. Dejavnika, ki pogojujeta fiziološke meje sta tako trening in genski zapis, končne meje zmogljivosti pa ob tem določajo vedenjski in drugi okoljski dejavniki. Na primeru naše raziskave lahko zaključimo, da so bili v obravnavo v starostnih konicah vključeni relativno dobro trenirani tekači, kar vpliva na izražanje upada sposobnosti v različnih starostnih obdobjih.

Rezultati raziskave so pokazali tudi, da ženske na vseh merjenih razdaljah v povprečju dosegajo višje čase v primerjavi z njihovimi vrstniki in da se upadanje s starostjo pri njih izraža drugače kot pri moških. Različna fiziološka ozadja opisana v uvodu naloge pa razlagajo zakaj je temu tako.

Pomanjkljivost raziskave je v tem, da nimamo podatkov o količini, intenzivnosti, letih in načinu treninga tekačev, poškodbah, prehrani ter ostalih dejavnikih, ki vplivajo na življenje posameznika. S samo velikostjo vzorca teh pomanjkljivosti ni mogoče izničiti, zato bi bilo potrebno v nadaljnjih raziskavah poskušati pridobiti tudi te podatke.

6 LITERATURA

Association of personal trainers of Slovenia (b.l.). Omejen obseg gibanja v sklepu 2. del. Najdeno 15. decembra 2014 na spletnem naslovu

<http://www.aps.si/novice/omejen-obseg-gibanja-v-sklepu-2-del>

Besdine, R. W. (2013). Changes in The Body With Aging. *Merck Manual*. Najdeno 10. novembra 2014 na spletnem naslovu

http://www.merckmanuals.com/home/older_peoples_health_issues/the_aging_body/changes_in_the_body_with_aging.html

Chodzko-Zajko, W. (2013). *ACSM's Exercise for Older Adults*. b.k.: Lippincott Williams & Wilkins.

Cushman, D. M., Markert, M. & Rho, M. (2014). Performance Trends in Large 10-km Road Running Races in the United States. *Journal of strength and conditioning research*, 28 (4), 892 – 901.

Dugdale, D. C. (2012a, 9. februar). Aging changes in hormone production. *MedlinePlus*. Najdeno 5. januarja 2015 na spletnem naslovu <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/004000.htm>

Dugdale, D.C. (2012b, 10. november). Aging changes in the nervous system. *MedlinePlus*. Najdeno 10. novembra 2014 na spletnem naslovu <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/004023.htm>

Dugdale, D.C. (2012c, 16. november). Aging changes in body shape. *MedlinePlus*. Najdeno 10. novembra 2014 na spletnem naslovu <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/003998.htm>

Eschbach, C. (2012, 12. januar). Exercise Recommendations for Menopause-Aged Women. *American College of Sports Medicine*. Najdeno 10. januarja 2015 na spletnem naslovu <http://www.acsm.org/access-public-information/articles/2012/01/12/exercise-recommendations-for-menopause-aged-women>

Faulkner J., A., Larkin M., L., Claflin R., D. & Brooks V., S. (2007). Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Proceedings of the Australian Physiological Society*, 38, 69 – 75.

Gošnjak Dahmane, R. & Ribarič, S. (2006). Celično staranje. *Obzorja zdravstvene nege*. Najdeno 24. Oktobra 2014 na spletnem naslovu http://www.obzornikzdravstvenenege.si/Celoten_clanek.aspx?ID=eaa13b74-2ba6-4c0e-aca7-27f8b6563be7

Hočevar, G. (2013). *Ustvarjen za gibanje*. Mengeš: Ciceron.

Helgerud, J. (1994). Maximal oxygen uptake, anaerobic threshold and running economy in women and men with similar performances level in marathons. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 68 (2), 155 – 161.

Jakovljevič, M. (2013). *Osnove športne rekreacije*. Ljubljana: Športna unija Slovenije.

JPR. Joinpoint Regression Program, Version 3.0. April 2005. Statistical research and applications branch. National Cancer Institute; 2005.

Karavidas, A., Lazaros, G., Tsiachris, D. & Pyrgakis, V. (2010). Aging and the Cardiovascular System. *The Hellenic Journal of Cardiology*, 51 (5), 421 – 427.

Ketcham J., C. & Stelmach E., G. (2004). *Movement Control in the Older Adult*. Washington (DC): National Academies Press.

Knechtle, B., Rüst, C. A., Rosemann, T. & Lepers, R. (2012). Age-related changes in 100-km ultra-marathon running performance. *Age (Dordrecht, Netherlands)*, 34(4), 1033 – 1045.

Kolander, R. (2011). *Značilnosti vadbe v fitnesu pri otrocih v tretjem triletnju osnovne šole*. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Leyk, D., Rüter, T., Wunderlich, M., Sievert, A., Eßfeld, D., Witzki, A., Erley, O., Küchmeister, G., Piekarski, C., & Löllgen, H. (2010). Physical Performance in Middle Age and Old Age. *Deutsches Ärzteblatt International*, 107(46), 809 – 816.

Lovšin, M. (2013, 15. avgust). Andropavza. *Urologija*. Najdeno 10. januarja 2015 na spletnem naslovu

<http://urologija.si/ed/andropavza/>

Milavec Kapun, M. (2011). *Starost in staranje*. Ljubljana: Zavod IRC.

Nair, K. (2005). Aging Muscle. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81, 953 – 963.

Panovska, Z. (2011). Menopavza. *Ljubljanske lekarne*. Najdeno 12. Januarja 2015 na spletnem naslovu

http://www.lekarnaljubljana.si/public/datoteke/clanki_Menopavza_web.pdf

Petavs, N., Backović Juričan, A. & Štrumbelj, B. (2008). *Vodna aerobika*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Pistotnik, B. (1999). *Osnove gibanja: gibalne sposobnosti in osnovna sredstva za njihov razvoj v športni praksi*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Planinšec, J. (2011). *Osnovna motorika – skripta za interno uporabo*. Koper: Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije.

Pollock, M. L., Gaesser, G. A., Butcher, J. D., Després, J., Dishman, R.K., Franklin, B.A. & Garber, C. E. (1998). The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 6 (30), 15.

Prelog, M. (2006). Aging of the immune system: A risk factor for autoimmunity? *ScienceDirect*, 5 (2), 136 – 139.

Schulz, R., Noelker S., L., Rockwood, K. & Sprott L., R. (2006). *The Encyclopedia of Aging*. (4th ed.) New York: Springer Publishing Company.

Shupert, C. (2014, 8. januar). Balance and Aging. *Vestibular Disorders Association*. Najdeno 20. Decembra 2014 na spletnem naslovu http://vestibular.org/sites/default/files/page_files/Documents/Balance%20and%20Aging.pdf

Sharma, G. & Goodwin, J. (2006). Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *US National Library of Medicine*, 1 (3), 253 – 260.

Swedish National Institute of Public Health (2010). *Physical Activity in the Prevention and the Treatment of Disease*. Professional Associations for Physical Activity. Stockholm: Swedish National Institute of Public Health, 2010.

Šekoranja, S. (2012). *Dejavniki in kriteriji psihofizičnih sposobnosti v selekcijskih postopkih na področju varstvoslovja*. Diplomsko delo. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za varnostne vede.

Zerbo Šporin, D. (2012). *Vseživljenjski človekov razvoj – skripta za interno uporabo*. Koper: Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije.

Zerbo Šporin, D. (2014). Morfologija. Neobjavljeno delo.

Tanaka, H. & Sales, D.R. (2008). Endurance exercise performance in Masters athletes: age-associated changes and underlying physiological mechanisms. *The Journal of physiology*, 586(1), 55 – 63.

Trappe, S. (2007). Marathon runners: how do they age? *Sports Medicine*, 37 (4 – 5), 302 – 305.

Zasshi I., N. R. (1993). Aging, basal metabolic rate, and nutrition. *Japanese journal of geriatrics*, 30 (7), 572 – 576.

Zupet, P. & Samardžija Pavletič, M. (2014). Enaka vadba, različni učinki. *Medicina športa*, 2(1), 58-62.

Whitman B., D. (1999, marec). The Immunology of Aging. *Proquest*. Najdeno 26. januarja 2015 na spletnem naslovu
<http://www.csa.com/discoveryguides/archives/immune-aging.php>

Wilmore, J. H., Costil, D. L. & Larry Kenney, W. (2008). *Physiology of Sport and Exercise*. (4th ed.). USA: Human Kinetics.

Yamauchi, J. (2012, 24. februar). Aging and Exercise Training on the Neuromuscular Functions of Human Movements. *Geriatrics*. Najdeno 15. decembra 2014 na spletnem naslovu

<http://www.intechopen.com/books/geriatrics/aging-and-exercise-training-on-the-neuromuscular-functions-of-human-movements>