

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Manca Briški

**NORMATIVNE VREDNOSTI ČASOVNO-
PROSTORSKIH PARAMETROV HOJE
BREZ IN Z DODATNO KOGNITIVNO
NALOGO**

Diplomska naloga

DIPLOMSKA NALOGA

BRIŠKI
2016

Izola, december 2016

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Smer študija

APLIKATIVNA KINEZILOGIJA

**NORMATIVNE VREDNOSTI ČASOVNO-
PROSTORSKIH PARAMETROV HOJE
BREZ IN Z DODATNO KOGNITIVNO
NALOGO**

Diplomska naloga

MENTOR
Izr. prof. dr. Boštjan Šimunič
SOMENTOR
Doc. dr. Mitja Gerževič

Avtorica
MANCA BRIŠKI

Izola, december 2016

Ime in PRIIMEK: Manca BRIŠKI

Naslov diplomske naloge: Normativne vrednosti časovno-prostorskih parametrov hoje brez in z dodatno kognitivno nalogo

Kraj: Izola

Leto: 2016

Število listov: 69 Število slik: 24 Število tabel: 10

Število prilog: 0 Št. strani prilog: 0

Število referenc: 32

Mentor: Izr. prof. dr. Boštjan Šimunič

Somentor: Doc. dr. Mitja Gerževič

UDK:

Ključne besede: starost, starejši odrasli, hoja, dvojna naloga, odštevanje, OptoGait

Povzetek:

Cilj naloge je bil podati normativne vrednosti časovno-prostorskih parametrov hoje brez in z dodatno kognitivno nalogo (DKN) pri starejših odraslih osebah med 60. in 80. letom starosti ter ugotoviti, kako se ti parametri razlikujejo v obeh pogojih (z in brez DKN), med spoloma in kako se s starostjo spreminjajo. Podatke smo pridobili v okviru projekta »PANGeA – Telesna aktivnost in prehrana za kakovostno staranje«, sofinanciran preko programa čezmejnega sodelovanja Interreg Slovenija - Italija, 2007-2013, Evropskega sklada za regionalni razvoj kot tudi s strani slovenskega in italijanskega nacionalnega sklada. V raziskavi je sodelovalo 429 zdravih preiskovancev iz Kopra, Ljubljane in Kranja, ki so v okviru množičnih meritev projekta dvakrat po 1,5 minute hodili s samo-izbrano hitrostjo, enkrat brez in drugič z DKN, ki je zahtevala odštevanje števila tri od naključnega trimestnega števila med 400 in 500. Medtem smo časovno-prostorske parametre hoje zajeli z optičnim sistemom OptoGait in jih razdelili v pet sklopov, in sicer: ritem, cikel hoje, spremenljivost, dinamika in podpora. Rezultati so pokazali, da se s starostjo pojavlja značilen trend linearnega upadanja samoizbrane hitrosti hoje in značilen trend linearnega naraščanja dolžine korakov, tako pri normalni hoji kot pri hoji z DKN. Potrdili smo tudi, da se naši preiskovanci v normalni hoji ne razlikujejo od že objavljenih rezultatov drugih študij. Raziskava podaja referenčne vrednosti parametrov hoje brez, predvsem pa z DKN (velja za DKN-odštevanje), česar v literaturi primanjkuje. Slednje bo omogočalo lažjo primerjavo med podobnimi/sorobnimi študijami in (presejalno) spremljanje odstopanj posameznikov v klinični praksi, kar bi lahko v določenih primerih pripomoglo k zgodnjemu odkrivanju gibalno-kognitivnih motenj ali bolezenskih znakov.

Name and SURNAME: Manca BRIŠKI

Title of bachelor thesis: Normative values of spatio-temporal parameters during walking with and without dual cognitive task

Place: Izola

Year: 2016

Number of pages: 69 Number of pictures: 24 Number of tables: 10

Number of enclosures: 0 Number of enclosure pages: 0

Number of references: 32

Mentor: Izr. prof. dr. Boštjan Šimunič

Co-mentor: Doc. dr. Mitja Gerževič

UDK:

Key words: ageing, older adults, gait, dual task, subtracting, OptoGait.

Abstract:

The purpose of the thesis was to study the differences in normative values of spatiotemporal gait parameters both without dual cognitive task (DT) among elderly population between the ages of 60 and 80 and determine how these parameters change with sex and age under both conditions. The data was acquired as a part of the project »PANGeA – Physical activity and nutrition for quality ageing « which was co-financed by European Regional Development Fund and by both the Slovenian and Italian national funds as means of the cross-border cooperation programme between Slovenia and Italy (2007-2013). The study included 429 healthy individuals from Koper, Ljubljana and Kranj whose task was to walk for one and a half minute two times using a self-selected speed, once with and the other time without DT, which demanded a countdown of numeral three from a random three-digit number between 400 and 500. Spatiotemporal gait parameters were measured by the OptoGait optical system. The variables were divided into five areas: rhythm, gait cycle phase, variability, pace and base of support. The results of the analysis show a statistically significant linear correlation between age and self-selected gait speed as well as between age and step length. These correlations are significant both when it comes to normal gait and gait with DT. The acquired results for gait without DT are also consistent with the studies performed and published in other countries. The study provides reference values of gait parameters with and without DT (this holds especially true for cognitive DT - subtracting); data on this is still difficult to find in literature. Hence, the following would enable a better comparison between similar/related studies and a (screened) monitoring of deviations with individuals in clinical trials, which in some cases could contribute to early discovery of certain medical conditions.



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 Manca Briški študent/ka dodiplomskega študijskega programa 1. stopnje
Aplikativna kineziologija,

izjavljam,

da je diplomska naloga z naslovom Normativne vrednosti časovno-prostorskih parametrov hoje brez in z dodatno kognitivno nalogo

- 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 Izoli, dne 30.11.2016

ZAHVALA

Najprej bi se rada zahvalila svojemu mentorju dr. Boštjanu Šimuniču, somentroju dr. Mitji Gerževiču in konzultantu dr. Urošu Marušiču za trud in pomoč tekom pripravljanja diplomske naloge. Zahvalila pa bi se tudi svoji družini in prijateljem in fantu za vso podporo, ki so mi jo nudili tekom celotnega pisanja diplomske naloge.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1.1 Staranje, hoja in hoja z dodatno kognitivno nalogo.....	2
1.1.1 Staranje.....	2
1.1.2 Staranje in redna vadba.....	7
1.1.2 Vpliv staranja na hojo.....	9
1.1.3 Hoja z dodano kognitivno nalogo.....	13
1.2 Predmet in problem.....	15
1.3 Cilji in hipoteze.....	17
1.3.1 Cilji	17
1.3.2 Hipoteze	18
2 METODE	19
2.1 Vzorec merjencev	19
2.2 Merski pripomočki	21
2.3 Potek meritev	22
2.4 Postopek obdelave podatkov	23
3 REZULTATI	24
3.1 Opisna statistika	24
3.2 Primerjava z literaturo	33
3.3 Analiza linearne povezanosti časovno-prostorskih parametrov hoje s starostjo	35
3.4 Trend upadanja parametrov hoje s starostjo	37
4 DISKUSIJA.....	50
5 ZAKLJUČEK	55
6 LITERATURA	56

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Značilnosti vzorca merjencev. Prikazane so povprečne vrednosti ± 1 SD.</i>	20
<i>Tabela 2: Povprečje \pm standardni odklon (95% interval zaupanja) časovno-prostorskih parametrov normalne hoje, razdeljenih po področjih Ritem, Faza, Spremenljivost, Dinamika, Podpora za moške.</i>	25
<i>Tabela 3: Povprečje \pm standardni odklon (95% interval zaupanja) časovno-prostorskih parametrov normalne hoje, razdeljenih po področjih Ritem, Faza, Spremenljivost, Dinamika, Podpora za ženske.</i>	27
<i>Tabela 4: Povprečje \pm standardni odklon (95% interval zaupanja) časovno-prostorskih parametrov hoje z dodatno kognitivno nalogo, razdeljenih po področjih Ritem, Faza, Spremenljivost, Dinamika, Podpora za moške.</i>	29
<i>Tabela 5 : Povprečje \pm standardni odklon (95% interval zaupanja) časovno-prostorskih parametrov hoje z dodatno kognitivno nalogo, razdeljenih po področjih Ritem, Faza, Spremenljivost, Dinamika, Podpora, za ženske.</i>	31
<i>Tabela 6: Prikaz primerjave razlik med našimi podatki in podatki iz literature Hollman idr. (2011).</i>	34
<i>Tabela 7: Eta-vrednost in Pearsonova povezanost starosti in časovno-prostorskih parametrov normalne hoje moških.</i>	35
<i>Tabela 8 : Eta-vrednost in Pearsonova povezanost starosti in časovno prostorskih parametrov hoje z dodatno kognitivno nalogo pri moških.</i>	36
<i>Tabela 9 : Eta-vrednost in Pearsonova povezanost starosti in časovno prostorskih parametrov normalne hoje pri ženskah.</i>	36
<i>Tabela 10: Eta-vrednost in Pearsonova povezanost starosti in časovno prostorskih parametrov hoje z dodatno kognitivno nalogo pri ženskah.</i>	37

KAZALO SLIK

Slika 1: Povezanost deleža faze opore (v % cikla koraka) normalne hoje in starosti moških.	38
Slika 2: Povezanost deleža faze opore (v % cikla koraka) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti moških.	38
Slika 3: Povezanost deleža faze opore (v % cikla koraka) normalne hoje in starosti žensk.	39
Slika 4: Povezanost deleža faze opore (v % cikla koraka) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti žensk.	39
Slika 5: Povezanost deleža faze dvojne opore (v % cikla koraka) normalne hoje in starosti moških.	40
Slika 6: Povezanost deleža faze dvojne opore (v % cikla koraka) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti moških.	40
Slika 7: Povezanost deleža faze dvojne opore (v % cikla koraka) normalne hoje in starosti žensk.	41
Slika 8: Povezanost deleža faze dvojne opore (v % cikla koraka) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti žensk.	41
Slika 9: Povezanost dolžine koraka (v cm) normalne hoje in starosti moških.	42
Slika 10: Povezanost dolžine koraka (v cm) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti moških.	42
Slika 11: Povezanost dolžine koraka (v cm) normalne hoje in starosti žensk.	43
Slika 12: Povezanost dolžine koraka (v cm) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti žensk.	43
Slika 13: Povezanost hitrosti (v m/s cikla hoje) normalne hoje in starosti moških.	44
Slika 14: Povezanost hitrosti (v m/s cikla hoje) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti moških.	44
Slika 15: Povezanost hitrosti (v m/s cikla hoje) normalne hoje in starosti žensk.	45
Slika 16: Povezanost hitrosti (v m/s cikla hoje) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti žensk.	45
Slika 17: Povezanost kadence (v koraki/min cikla hoje) normalne hoje in starosti moških.	46
Slika 18: Povezanost kadence (v koraki/min cikla hoje) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti moških.	46
Slika 19: Povezanost kadence (v koraki/min cikla hoje) normalne hoje in starosti žensk.	47
Slika 20: Povezanost kadence (v koraki/min cikla hoje) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti žensk.	47
Slika 21: Povezanost širine koraka (v cm) normalne hoje in starosti moških.	48
Slika 22: Povezanost širine koraka (v cm) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti moških.	48
Slika 21: Povezanost širine koraka (v cm) normalne hoje in starosti moških.	49
Slika 22: Povezanost širine koraka (v cm) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti moških.	49

1 UVOD

Staranje je eden najbolj normalnih oziroma neizogibnih fizioloških procesov, saj je določen v genetskem zapisu prav vsakega živega bitja. Hoja nam v tretjem življenjskem obdobju predstavlja pomembno funkcijo ohranjanja mobilnosti in neodvisnosti, kar pa ima mnogo prednosti tako na fizičnem kot tudi na psihičnem stanju starejših oseb. Hoja predstavlja torej pot do boljšega psihičnega in fizičnega stanja starejših odaslih in pot do kakovostnejšega življenja, samostojnosti, boljše samopodobe in samozavesti.

Opravljanje dveh nalog hkrati lahko za starejše odrasle predstavlja veliko težavo, še posebej, če je ena kognitivne, druga pa motorične narave (npr. pogovarjanje po telefonu in vožnja avtomobila). S staranjem začnejo upadati tako kognitivne kot motorične sposobnosti. Pojavlata pa se začnejo tudi senzorično-motorične komplikacije med procesiranjem zunanje informacije (npr. prečkanje ceste glede na semafor). Dokazano je bilo (Marušič idr., 2015), da imajo starostniki težave z ravnotežjem, ko je kognitivna naloga dovolj zahtevna. S staranjem se daje prednost eni nalogi nato šele drugi, zato lahko nekaterim starejšim odraslim opravljanje dveh nalog hkrati povzroča velike težave in tako je možnost padcev in posledično zlomov kosti še toliko večja. Prav zlomi kosti so pri starejših osebah najpogostejši vzrok obolevnosti (Prince, Corriveau, Hébert in Winter, 1997) in so lahko mnogokrat tudi usodni, zato smo v pričujoči nalogi želeli preveriti, kako se s starostjo spreminjajo različni parametri hoje brez in z dodatno kognitivno nalogo ter podati normativne vrednosti nekaterih parametrov hoje, ki bodo v pomoč pri nadaljnjih raziskavah tega področja. Vemo namreč, da se s starostjo povečuje kontrola hoje, kar pa pomeni, da se s staranjem več posvečamo terenu po katerem hodimo in temu primerno prilagajamo svojo hojo. Zanimivost proučevanja različnih kombinacij kognitivnih in motoričnih nalog (običajno hoja z nalogami odštevanja, naštevanja, tipkanja po telefonu idr.) je v tem, da bi jih lahko uporabljali tudi za zgodnje odkrivanje blagih kognitivnih motenj, ki ji sledijo nevrološke bolezni, kot je naprimer Alzheimerjeva bolezen (Nascimbeni, Caruso, Salatino, idr., 2015). V naši raziskavi smo ugotavljali, kako je stopnja zahtevnosti dvojne naloge med hojo povezana s starostjo, da bi dobili referenčne vrednosti časovno-prostorskih parametrov hoje tako brez kot tudi z dodano kognitivno nalogo pri starejših odraslih med 60. in 80. letom. Skratka, ugotoviti smo želeli, ali prisotnost kognitivne naloge vpliva na rezultate časovno prostorskih parametrov hoje.

1.1 Staranje, hoja in hoja z dodatno kognitivno nalogo

1.1.1 Staranje

Starost in staranje sta zelo podobna pojma, a se vendarle razlikujeta v svojem pomenu. Staranje je tako proces, ki traja vse od rojstva pa do smrti, medtem ko je starost zgolj neko trenutno stanje (obdobje), v katerem se posameznik nahaja (Kladnik, 1998, Novak, 2011). Starost je opredeljena kot obdobje nad 65 let. To obdobje nato po merilih Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) ločimo še na štiri »podobdobja« oziroma prelomnice, in sicer: zgodnje starostno obdobje od 65 let do 74 let, srednje starostno obdobje od 75 do 84 let, pozno starostno obdobje od 85 do 99 let in zelo staro obdobje nad 100 let (Spiriduso idr., 1995, Shephard, 1997, Novak, 2011).

Staranje imunskega sistema ali imunosenescenca je pojav, povezan s sistemskim staranjem telesa, ki vpliva tako na komponente prirojene kot tudi pridobljene imunosti. Zaradi imunosenescence je tako posameznik bolj dovzeten za okužbe in razvoj avtoimunskih bolezni, podaljša se čas okrevanja, cepiva in zdravila pa so manj učinkovita. Imunosenescenca torej počasi a močno slabša kakovost življenja (Hmeljak, 2011).

Zelo malo je bolezni, ki bi se pojavljale zgolj in samo zaradi starosti, zato je starost kot taka le redko odločilen dejavnik našega zdravja. Moramo se torej zavedati pomembnosti drugih, sekundarnih dejavnikov staranja in zdravja v starosti, med katerimi igra ključno vlogo prav življenjski slog, ki ga posameznik živi. Pri tem pa moramo biti pozorni na naslednje dejavnike, kot so prehrana (ali je prehrana zdrava in uravnotežena ali se prehranjujemo s hitro hrano in neuravnoteženo), stres (ali se znamo zoperstaviti stresu ali ne), telesna aktivnost (ali je telesna aktivnost prisotna v zadostni meri ali ne) itn., ki vplivajo na naše staranje. Iste bolezni se v različnih življenjskih obdobjih različno prenaša. V maljših letih se bolezni veliko lažje prestane kot v starejših letih, saj so le-te v starejših obdobjih lahko tudi nevarne ali celo usodne. Za starejše odrasle je tako značilno, da se pri njih pogosto pojavljajo različne kronične bolezni, denimo srčno-žilne bolezni (ateroskleroza, bolezni srčnih zaklopk, okvare srčne mišice, aritmije, srčno popuščanje, možganska in srčna kap, tromboza, embolija, visok in nizek krvni tlak), sladkorna bolezen, povišana raven holesterola v krvi, rakava obolenja, bolezni perifernega živčevja in mišic, nevrodegenerativne bolezni centralnega živčevja, motnje spomina in razpoloženja, osteoporoza, endokrine spremembe, težave s spodnjimi sečili pri moških ter na drugi strani

Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije
ginekološke in uroginekološke težave pri ženskah, težave s kožo, sluhom in vidom, veliko pogostejše kot v mlajšem obdobju pa so tudi poškodbe skeletno-mišičnega sistema (Turk in Bobnar-Najžer, 2005).

Fiziološko staranje je zmanjšanje funkcij posameznih organov. Vsako delo, ki ga opravlja posamezen organ se s starostjo zmanjšuje, za enako opravljeno delo kot v mladih letih je v starosti potrebno dalj časa in več energije. Fiziološko staranje pospešuje nastanek nekaterih bolezni v starosti, možno pa je tudi obratno. Obstajajo namreč bolezni, kot so srčno-žilne bolezni, diabetes tipa 2, nekatere vrste raka, osteoartritis, osteoporoza, revmatoidni artritis, ki pospešujejo staranje. Kljub vsemu pa lahko trdimo, da človek kot pripadnik družine sesalcev spada med tiste z najdaljšo življenjsko dobo. V zadnjih nekaj tisočletjih se je povprečna življenjska doba hitro in skokovito podaljševala. Za zdaj je doba preživetja še krajša, kot bi – glede na fiziološko staranje – lahko bila. Zaradi bolezni (predvsem ožilja, srca in pljuč), človek ne more doseči največje možne starosti. Tako še vedno velja izrek patologa Aschoffa (1953, v Acetto, 1987), ki pravi, da »človek ne umre, temveč se ubije« (ubije ga bolezen).

Pri opredeljevanju znakov staranja, se pogosto osredotočamo zgolj na tiste vidne znake oziroma na medicinski vidik staranja, kjer zaznavamo zgolj določene fiziološke spremembe. S tem se torej osredotočamo na biološke znake, kar pa ni dovolj, saj so poleg slednjih pomembni tudi psihološki in pa socialni znaki, kot so introvertiranost/ekstraveriranost (s starostjo človek pogosto postane introvertiran, čustva (čustva do starejših let, kako se počutijo, kako sprejemajo svoja leta) (Kastenbaum, 1985).

Večina bioloških sprememb pri človeku nastane zaradi zmanjšanja elastičnosti tkiv, slabšega delovanja vseh organskih sistemov (imunski sistem, prebavila, izločala, srce in ožilje, živčevja ...) in zmanjšanja količine vode (Acetto, 1987).

V nadaljevanju bomo opisali biološke spremembe, ki so za človeka najbolj značilne.

- Koža in kožni organi

S starostjo koža postane ohlapna, nagubana, suha, hiperpigmentirana, bolj prosojna in tanka ter manj elastična zaradi degeneracije in preurejanja kolagenskih vlaken. Stanje pa lahko poslabša še neustrezna prehrana, slaba cirkulacija krvi, spremembe v imunskem sistemu in razne razvade, kjer se najpogosteje znajdejo kajenje, pitje alkohola, zloraba drog ipd. (Acetto, 1987).

Na koži opazimo predvsem:

- Povečano občutljivost žil, še posebej kapilar, ki spontano pokajo in zato povzročajo modrice. Izginja tudi podkožno maščevje.
- Zmanjša se število in velikost ter s tem aktivnost kožnih žlez – znojnic in lojnic, kar kožo še dodatno naredi bolj suho in občutljivo, vse to pa vpliva tudi na vzdrževanje telesne temperature (termoregulacijo).
- Nohti zaradi zmanjšane prekrvavljenosti prstnih jagodic postanejo veliko bolj krhki in lomljivi, izgubijo svoj lesk, lahko pa postanejo celo deformirani.
- Lasje zaradi zmanjšane izdelovanja melanina posivijo, spremembe lahko opazimo še pri rasti in razporejenosti las, sivi lasje pa so tudi veliko bolj tanki. Poleg tega se izgublja dlakavost (splovila, pazduha in moške prsi), na drugi strani pa je povečana poraščenost na prej neznačilnih mestih (nos, ušesa, brazda pri ženskah).

Pri starejših odraslih so najpogostejša obolenja na koži kožni rak, keratoza, dermatitis in pruritus (srbečica) (Acetto, 1987).

- **Kosti in mišičje (Acetto, 1987)**

Starost prinese tudi spremembe v celotni konstituciji in posledično postavi, saj mišičje atrofira (propada), kostnina pa je oslABLJENA. Vzrok za povečano atrofijo (propad) skeletnega mišičja in s tem tudi upadlo moč mišičja ter zmanjšano maksimalno hitrost mišičnega dela predstavlja propad glikolitičnih vlaken, medtem ko pa sama vzdržljivost vlaken s staranjem ostane sorazmerno nespremenjena. Gibanje se lahko upočasnjuje tudi zaradi motenj v živčnem sistemu. Delež mišičnine v telesu je v največji meri odvisen od osebe same, saj na le-to v največji meri vpliva gibanje.

- Telesna višina se v največji meri zmanjša zaradi neelastičnosti medvretenčnih ploščic. Le-te s staranjem namreč postanejo veliko bolj toge, zato se zrašča hrustanec v malih medvretenčnih sklepih. Vse to pri posamezniku povzroči zmanjšanje telesne višine, manjše gibljivosti in spremenjenega položaja celotne hrbtenice.
- Telesna masa do srednje starosti pri obeh spolih sprva narašča, v pozni starosti pa se zmanjšuje. Delež maščobnega in mišičnega tkiva v telesni masi se precej spremeni. Pri starosti 75 let maščevje predstavlja okoli 40 %, medtem ko pri mlajših odraslih predstavlja le 20%. S staranje pa drugačna postane tudi sama razporeditev maščobnega tkiva (na okončinah in obrazu izstopajo kostne strukture).

- Delež vode v telesu se zmanjša in v povezavi s povečanjem maščobnega tkiva se to odraža v manjši sposobnosti termoregulacije in drugačni farmakokinetiki zdravil.
 - Tudi kostna masa je vse manjša in ravno zato so v starosti razni zlomi in obrabe hrustanca veliko pogostejši.
-
- Srce in ožilje (Acetto, 1987)

S staranjem se – kot smo že omenili zgoraj – zmanjšuje elastičnost v vseh tkivih in krvožilni sistem ni nobena izjema. Elastičnost tu najbolj prizadene aorto in arterije, ki tako postanejo toge oziroma manj raztegljive. Zaradi zmanjšane funkcije avtonomnega živčevja ali nezadostnega kroženja krvi se lahko pojavi tudi ortostatska hipotenzija, čemur preprosto pravimo nenaden padec krvnega tlaka. Tudi način življenja vpliva na prilagoditve v delovanju srčno-žilnega sistema, zato sta za vzdrževanje njegove vitalnosti v starosti redna telesna vadba in rekreacija še kako pomembni. Srce se ne more več v taki meri prilagajati telesnim naporom. Za obremenjevanje organizma v starosti je še posebej pomembno, da je obremenitev postopna. Nevarnost predstavljajo žilne spremembe in posledično s tem povezane zamažitve žil in kapi (srčna in možganska kap).
 - Pljuča in dihalni sistem (Acetto, 1987)

Pljučna kapaciteta se s staranjem zmanjšuje in tako dihanje postaja vse bolj plitko. Na stanje dihalnega sistema ima velik vpliv zdravju tudi drugače škodljiva razvada kajenja, poleg tega pa tudi razne pljučne bolezni. Zmanjša se raztegljivost prsnega koša zaradi spremenjenega položaja celotne hrbtenice, kar nato posledično zmanjša tudi kapaciteto pljuč. Zmanjša se elastičnost pljučnega tkiva, zaradi česar se pri dihanju porabi več energije. Zmanjšuje se tudi zmožnost uspešnega izkašljevanja in čiščenja dihalne poti.
 - Možgani in živčevje (Acetto, 1987)

Teža možganskega tkiva se s starostjo precej zmanjša, saj nevroni osrednjega živčnega sistema propadejo. Zaradi propada celic živčnega sistema se starejši odrasli spopadajo z naslednjimi posledicami:

 - daljši reakcijski čas, slabše reflekse,
 - spremembe v ravnotežju,
 - spremembe v vonjanju,
 - spremembe v okušanju,
 - spremembe v zaznavanju dotika,
 - spremembe v sposobnosti koordinacije in orientacije.

Kognitivne sposobnosti ostanejo nedotaknjene, a se lahko pojavljajo manjše okvare kratkotrajnega spomina, spremembe v možganskih valovih (EEG) in spolnih vzorcih, raztresenost, komunikacijske motnje, povečana je tudi pogostost pojava psihiatrične motnje, vendar do tovrstnih sprememb osebnosti v starosti navadno ne prihaja.

- Prebavni sistem (Acetto, 1987)

Usta: sočasno s staranjem prihaja do izgubljanja zob, zmanjša se izločanje sline, ustna sluznica je tanjša in okušalne čutnice manj občutljive. Starejši odrasli pogosto tožijo tudi zaradi suhih ust. Starejši so pogosto zelo površni pri izvajanju ustne higijene, zaradi česar je njihovo zdravstveno stanje ust za vse tovrstne spremembe še bolj ogroženo. Vse to vodi v prebavne težave (lahko tudi zelo hude), lahko pa pride tudi do podhranjenosti.

Druga prebavila: s staranjem delovanje jeter začne upadati, izločanje prebavnih sokov se zmanjša, prihaja do zaprtja, oživčenost črevesja pa je pravitako slabša. Zaprtje in napihnjenost sta posledici slabše mobilnosti črevesja, zmanjšane fizične gibljivosti, nizke vsebnosti vlaknin v hrani in zmanjšanega vnosa tekočin.

- Sečila in genitalije

Spremembe v gladkih mišicah mehurja so ravno tako stranski produkt biološkega staranja. Namreč, oporno elastično tkivo nadomesti vezivno tkivo, kar lahko povzroči nepopolno praznjenje mehurja. Kapaciteta mehurja s starostjo pada, pogostost uriniranja pa posledično narašča. Oslabi delovanje ledvic, vse skupaj pa pogostovodi do težav z uhajanjem (inkontinenco) urina.

Pri ženskah staranje pogosto prinese tudi vaginalne infekcije, saj se zaradi zmanjšanega nastajanja estrogenov po menopavzi zmanjša izloček iz nožnice, stena vagine postane tanjša, bolj suha in manj elastična. Pri moških pa se pojavlja benigna hiperplazija prostate, zaradi česa se pojavljajo motnje pri odvajanju seča. Mnogi specialisti menijo, da je vzrok bolezni hormonsko neravnovesje. Čeprav zaradi sprememb v oživčenju in v žilnem sistemu traja dalj časa, da se pojavi erekcija, je spolna aktivnost možna še dolgo v pozna leta tako pri moških kot pri ženskah (Acetto, 1987).

- Čutila (Acetto, 1987)

- Vid: S starostjo se splošno poslabša ostrina vida, najpogostejša težava glede le-tega pa je nezmožnost (oziroma zmanjšana zmožnost) fokusiranja

bližnjih predmetov. V starosti se zmanjša tudi barvni vid, to pa naj bi bilo povezano z absorpcijo kratkih valovnih dolžin svetlobe skozi neprozorno lečo. Zmanjša se tudi kornealna občutljivost, zato so osebe manj pozorne na morebitne poškodbe ali infekcije. Najpogostejši bolezni pri ostarelih, ki zadevajo področje vida pa sta glavkom in katarakta.

- Sluh: Izguba sluha zaradi starosti nastaja postopoma, pogosto pa je okvarjena tudi zmožnost samega razumevanja govornjene besede. Pri takih posameznikih je priporočena uporaba slušnih aparatov, saj le-ti veliko pripomorejo h komuniciranju z okolico. Starostno poslabšanje sluha pa lahko povzroči tudi cerumen žlez, ki je zaradi njihove atrofije bolj suh in lahko zamaši sluhovod.
 - Vonj in okus: Občutljivost čutila za voh se začne slabšati že kmalu po 50. letu starosti in sicer zaradi vsesplošnega propadanja okušalnih žlez in nevronov. Na slabše zaznavanje okusov pa lahko močno vplivajo tudi nekatera zdravila in bolezni.
 - Otip: Zaradi propadanja nevronov se zmanjša občutljivost na dotik in posledično na bolečino. Starejši morajo paziti na poškodbe, kot so opekline, žulji ipd., saj prav zaradi zmanjšane zaznavanja bolečine lahko pride do »zanemarjanja« nevarnosti oziroma resnosti poškodbe.
- Imunski sistem (Acetto, 1987)

S starostjo oslabi tudi delovanje imunskega sistema, kar pomeni, da se tveganje za posamezne bolezni poveča. Zmanjšanje timusa je popolno pri 50. letih. Čeprav se skupno število T-celic ne spremeni, so opazne spremembe v delovanju T-celic pomagalk, ki so odgovorne za imunski odziv celic. S starostjo naraščajo tudi številna protitelesa, kar poveča tveganje za razne avtoimune bolezni. Starejši ljudje so tako bolj podvrženi infekcijam sečil, dihal in ran.

1.1.2 Staranje in redna vadba

Staranje je neizogiben biofiziološki proces, a izjemno specifičen od posameznika do posameznika. Upadanje fizioloških funkcij pa je vendarle možno upočasniti.

Študije (Vogel idr. 2009; Wan idr. 2014) so pokazale, da se z redno vadbo izboljšajo gibalne in funkcionalne ter kognitivne sposobnosti in fiziološke funkcije. S pomočjo aerobnega treninga so pri zdravih starosnikih, ki so vadili 6 mesecev vsaj 2-krat na teden dokazali, da se je izboljšala pljučna zmogljivost, zmanjšal se je krvni tlak, izboljšale so se kognitivne funkcije (boljša koncentracija, izboljšan spomin idr.),

zmanjšala pa se je tudi incidenca padcev. S pomočjo kombinirane vadbe za ravnotežje in vadbe za moč se je izboljšalo ravnotežje preiskovancev, hkrati so se okrepile mišice gležnja, kolena in kolka. S pomočjo teh vaj so prav tako vplivali na zmanjšanje tveganja za možnosti padcev. Dokazali pa so tudi, da se s pomočjo vadbe (hoje vsaj 35 min dnevno) zmanjša tudi fizično krhkost pri starejših od 60 let. Vogel idr. 2009 so dokazali, da se s pomočjo redne vadbe lahko zmanjša možnost pojava ali celo prepreči srčne bolezni, diabetes tipa 2, debelost, hipertenzijo, kap in nekatere vrste raka.

Procesi upadanja bioloških in fizioloških procesov potekajo nenehno, neustavljivo in progresivno ter so za posamezne funkcije različni. Redno telesno oziroma športno-rekreativno udejstvovanje ima pri tem pomembno zadrževalno in kompenzacijsko funkcijo (Berčič, 2002). Redna telesna aktivnost namreč učinkovito zmanjša oziroma prepreči številne funkcionalne probleme povezane s staranjem. Vadba za moč pomaga zakasnit zmanjšanje mišične mase in moči, ki je značilna za starost. Tovrstna vadba ohranja kostno mineralno gostoto in s tem zmanjša tveganje za hujše posledice padcev, ki so povezani s poškodbami in zlomi in izboljša gibljivost. Telesna aktivnost tudi ugodno vpliva na srčno-žilni sistem in dihalni sistem, hkrati pa je redna telesna aktivnost povezana tudi z ohranjanjem kognitivnih funkcij, zmanjšanjem depresije in izboljšanjem samopodobe (Dolenc, 2007).

Glede na to, da se tako gibalne in funkcionalne sposobnosti kot tudi morfološke značilnosti že med samo dvema posameznikoma iste starosti lahko močno razlikujejo in tako različno vplivajo na samo doživljanje napora ter sposobnost premagovanja obremenitev vadbe, se je potrebno zavedati, da enaka telesna aktivnost ni primerna za različne starostne in ciljne skupine. Ko predpisujemo oz. načrtujemo telesno aktivnost oz. vadbo, moramo izbrani ciljni skupini ustrezno prilagoditi vsebino, intenzivnost, pogostost in trajanje vadbe, kakor tudi odmor (Berčič, 2002).

Načrtovanje vadbe posameznika vedno pričnemo z anamnezo, ki vključuje osnovne podatke o vadečem in se nato deli na štiri dele, in sicer: 1. gibalno oz. športno anamnezo, 2. zdravstveno anamnezo, 3. delavno anamnezo ter nazadnje 4. analizo stanja gibalnih in funkcionalnih sposobnosti na osnovi različnih objektivnih meritev in testiranj, ki morajo biti prilagojena izbrani ciljni skupini in posameznikovim individualnim (organizacijskim, časovnim in finančnim) zmožnostim (Dupona Topič in Petrović, 2007).

Sledi določitev ciljev vadbe na osnovi posameznikovih želja, predvsem pa na osnovi rezultatov meritev in testiranj. Na podlagi tega se tako pripravi program vadbe in izbere najprimernejšo vsebino le-te. Ena tovrstnih vsebin, ki se jo pogosto izbere oziroma predpiše starejšim osebam kot del vadbe ali celo kot celotno vadbo je prav hoja (Dupona Topič in Petrović, 2007), saj je ta najbolj preprosto, predstavlja najbolj osnovno, naravno obliko gibanja in je hkrati tudi odlična oblika telesne aktivnosti. S hojo se lahko gibamo skoraj povsod, neodvisno od starosti in ravni telesne zmogljivosti, poleg tega pa ne zahteva nobenih posebnih pripomočkov oziroma drage opreme. S hojo vsaj 30 minut na dan se lahko izboljša delovanje srca in ožilja, pljuč, mišic, sklepov, s tem pa se tudi izboljša telesna zmogljivost (Murphy, 2006).

1.1.2 Vpliv staranja na hojo

Hoja je avtomatizirano ritmično-motorično gibanje, ki je nadzorovano iz subkortikalnega dela možganov (Beauchet in Berutt, 2006). Hoja je ena izmed najbolj pogostih oblik premikanja pri ljudeh in je namenjena varnemu in učinkovitemu premikanju telesa po prostoru. Hoje se naučimo v prvem letu življenja in jo izpopolnjujemo do sedmega leta starosti in ostaja bolj ali manj stabilna do približno 60. leta, ko začne upadati hitrost hoje, koordiniranost hoje, poveča se dolžina koraka, čas enojne in dvojne opore, itn., kar pa privede do motenj v hoji (Prince idr., 1997). Pri starejših je prilagoditev hoje povezana tudi s splošnim upadom mišične moči, števila motoričnih nevronov, mišičnih vlaken, aerobne kapacitete in povečanja energijskega stroška hoje. Za isto prehojeno razdaljo bodo starejši potrebovali več kisika kot mlajši odrasli, pa čeprav je hoja starejših odraslih počasnejša (Prince idr., 1997).

S staranjem se hoja spremeni predvsem zaradi nevroloških oz. živčno-mišičnih ter fizioloških sprememb organizma, za katere pa vzrok tiči v spremembi kinematike in kinetike gibanja. Nevrološke spremembe povzročajo povečan reakcijski čas, zmanjšan volumen možganov (med 50. in 80. letom se volumen možganov zmanjša za 10%), zmanjšano število nevrottransmitterjev (dopamina) in zmanjšano delovanje čutil za sluh, vid, ravnotžje in somatosenzoričnega sistema. Fiziološke spremembe vodijo v povečano porabo kisika, zmanjšano oziroma povečano zadrževanje vode v telesu, zmanjšanje mišične moči (Prince idr., 1997). Spremembe časovno-prostorskih parametrov se kažejo v dolžini koraka, hitrosti hoje in kadenci, ki z leti upadajo.) Kinematične spremembe so spremembe časovno-prostorskih parametrov,

dolžine telesnih segmentov, kotov, pospeškov, kotnih hitrosti in kotnih pospeškov brez sil. S starostjo so manj izrazite, če primerjamo kote premikanja sklepov med mladimi odraslimi in starejšimi odraslimi, vendar so bolj izrazite pri spremembah v amplitudi gibov, do tega pa pride zaradi zmanjšanja delovanja ravnotežnega sistema in s tem pride tudi potreba po povečanjem začetnem pospešku pri izvajanju giba, nenazadnje pa so tukaj tudi časovno-prostorske spremembe, ki pa smo jih omenili že zgoraj. Kinetične spremembe so spremembe, ki prihajajo pri vzrokih, kateri so potrebni za izvedbo gibanja (sprememba sile). Kinetične spremembe so vidne pri počasnejšem gibanju, povečanju števila korakov, ki se kažejo v počasnejšem gibanju, povečanju števila korakov, v zmanjšanju sile (npr. v plantarnih fleksorjih gležnja) idr. (Prince idr., 1997).

Pri zdravi in ustrezno usvojeni hoji se mora stopala postavljati vzporedno v širini bokov, naprej na peto, nato pa obremenitev prenesti preko zunanjšega stopalnega loka na prste, s katerimi se odrine naprej. Položaj telesa mora biti pokončen in med hojo nekoliko niha od blagega zaklona do rahlega predklona, ta se povečuje s hitrostjo gibanja ali strmino, po kateri se hodi. Glava mora biti pokončna, pogled pa usmerjen naprej in ne v tla, saj predklon glave povečuje predklon telesa (Pistotnik, Pinter in Dolenc, 2002 v Geržević in Marušič, 2016). Roke morajo biti rahlo upognjene v komolcih ter izmenično in simetrično nihati, tako da diagonalno sledijo delu nog (diagonalni recipročni vzorec gibanja). Težišče telesa se premika vertikalno in lateralno, pri tem pa opisuje sinusoidno krivuljo v obe smeri (Geržević in Marušič, 2016).

Vsak cikel hoje je v osnovi razdeljen na dve fazi (Perry in Bunfield, 2010; Matljačič, 2006 v Geržević in Marušič, 2016) faza opore in faza zamaha. Faza opore predstavlja 60% cikla hoje in se začne, ko se faza zamaha konča, torej ko pride peta v stik s podlago, in traja vse do takrat, ko prsti stopala izgubijo stik s podlago. Faza zamaha predstavlja 40% cikla hoje in se začne, ko stopalo prek prstov izgubi stik s podlago, in konča, ko peta istega stopala ponovno vzpostavi stik s podlago. Faza opore je razdeljena na podfazo enojne opore (čas, v katerem je samo ena noga v stiku s podlago) in podfazo dvojne opore (čas, v katerem sta obe nogi v stiku s podlago), pri čemer se dvojna opora deli na začetno in končno, saj sta stopali v fazi opore kar dvakrat sočasno v stiku s podlago. Prvič v fazi dotika in dostopa, to je takoj, ko pride peta v stik s tlemi in sprejema težo telesa, in drugič v fazi predzamaha, to je od trenutka, v katerem nasprotna noga začne prevzemati težo telesa, do trenutka, v katerem prsti zapustijo podlago. Med njima je torej podfaza enojne opore, ki se deli

na fazo osrednje opore in fazo odriva. Nasprotno pa faza zamaha nima podfaz in se deli na fazo začetnega in končnega zamaha (Geržević in Marušič, 2016).

Povsem normalno je, da s staranjem pride do sprememb v hoji. Do sprememb pride pri hitrosti hoje, hitrost se ohranja do približno 70. leta starosti, nato pa začne upadati približno 15% na desetletje pri samoizbrani hitrosti hoje in 20% na desetletje pri največji hitrosti hoje. Hitrost hoje se pri starejših ljudeh po navadi upočasni zaradi krajših korakov, kadenca se s staranjem ne spreminja. Vsak človek ima svojo določeno kadenco (število korakov/minuto), ki jo določa dolžina noge, gibljivost oziroma prizadetost v sklepih, hitrost hoje in je po navadi določena na osnovi najmanjšega energijskega strošja hoje. Čas dvojne opore se s starostjo povečuje, in sicer iz 18% časa celotnega cikla hoje pri mladih, se pri starejših poveča na približno 26%. Čas dvojne opore pa se lahko še poveča, če hodijo po neravnih ali spolzkih tleh. Telesna drža med hojo se spremeni le v manjši meri in to po navadi zaradi oslabljenih abdominalnih mišic, povečanja abdominalnega maščevja in zaradi prekratkih mišic upogibalk kolka (Judge, 2013).

Ker smo se pri našem raziskovanju osredotočili na kognitivni napor med opravljanjem enostavne telesne aktivnosti – hoje, moramo bolj podrobno obrazložiti prostorsko procesiranje človeka, saj je razumevanje slednjega pogoj za boljše razumevanje hoje. Sestavljeno je iz šest osnovnih prostorskih veščin oziroma sposobnosti, in sicer: lociranje točk v prostoru, določanje globine in določanje orientacije črt, razumevanje geometrijskih odnosov med objekti in njegovimi posameznimi deli, zaznavanje gibanja ter nazadnje še mentalna rotacija objektov (Banich, 2004).

- **Lociranje točk v prostoru**

Za lociranje točk v prostoru (to velja za vidne dražljaje in vsaj za neverbalne zvoke) so pomembna zgornja področja desnega parietalnega režnja možganov. Pomembno je vedeti, da imajo možgani več prostorskih načrtov oziroma več različnih prostorskih referenčnih okvirjev, s katerimi si pomagajo pri lokaciji točk. Egocentrični načrt s središčem v glavi, očeh oz. trupu opazovalca naj bi bil pomemben za naloge v prostoru znotraj dosega posameznika, ekstracentrični načrt služi določanju relativnega položaja predmetov, ki niso v našem dosegu, tretji, alocentrični načrt pa je kombinacija obeh prejšnjih in je neodvisen od opazovalca, saj predstavlja absolutni položaj točk v prostoru.

- **Zaznavanje globine**

Zaznavanje globine temelji na binokularni razliki (to pomeni, da na ustrezne točke obeh očesnih mrežnic padeta različna dela vidne slike). Lokalna percepcija globine

temelji na primerjavi lokalnih detajlnih značilnosti objektov (temu pravimo »način točka za točko«) in je motena po okvari desne ali leve možganske hemisfere. Globalna percepcija globine temelji na računanju razlik med informacijami s celotne vidne scene, ki dosežejo vsako od očes in je motena po okvari desne hemisfere, domnevno zlasti po okvari delov ventralnega vidnega sistema – ekstrastriatne skorje in inferotemporalne skorje.

- Določanje orientacije črt

Določanje orientacije črt je odvisno od desnih ventralnih ekstrastriatnih področij možganov (to drži vsaj za tiste orientacije, ki jih ne moremo zlahka verbalno označiti). Včasih lahko v ta namen uporabimo tudi verbalno strategijo (položaj črte denimo verbaliziramo kot horizontalen ali vertikalni), tedaj si pri določanju orientacije pomagamo z levo možgansko hemisfero.

- Razumevanje geometričnih odnosov

Sposobnost tega razumevanja preverjamo na primer z nalogo, pri kateri mora posameznik določiti, ali ima lok enako krivino kot krog, ali pa z nalogo zapomnjenja kompleksnih abstraktnih likov. Pri zaznavanju geometričnih odnosov ima desna hemisfera prednost pred levo, razen v primeru, ko lahko geometričnemu odnosu oziroma liku pripišemo verbalno oznako (npr. abstrakten lik opišemo kot nos z očali).

- Zaznavanje gibanja

Za zaznavanje gibanja naj bi bilo pomembno predvsem področje možganske skorje na stiku parietalnega in temporalnega režnja (področje MT obojestransko; MT = middle temporal). V vsakodnevem življenju je ta sposobnost pomembna denimo pri ocenjevanju hitrosti približevanja avtomobila ob prečkanju ceste. Nesposobnosti zaznavanja gibanja strokovno pravimo tudi akinetopsija, tovrstna motnja pa se pojavlja zelo redko.

- Mentalna rotacija objektov

Pri mentalni rotaciji objektov gre za rotacijo objektov okrog osi. Preverjamo jo z nalogo, pri kateri mora posameznik ugotoviti, ali sta objekta, ki sta medsebojno rotirana za na primer 90 ali 180 stopinj, identična. Nevroslikovne študije kažejo, da je za zaznavanje rotacije pomemben zgornji parietalni lobul. Leva hemisfera je bolj pomembna za rotacije v obratni smeri urinega kazalca in rotacije verbalnih dražljajev (ali črk), medtem ko je desna hemisfera bolj pomembna za rotacije v smeri urnega kazalca in rotacije prostorskih likov (Banich, 2004).

1.1.3 Hoja z dodano kognitivno nalogo

Sposobnost koordiniranega gibanja, kljub miselnem procesu je sposobnost možganov, zaradi katere smo zmožni opravljati dve nalogi hkrati (Lindenberger idr., 2000). Temu s tujko pravimo »dual task« ali dvoja naloga. Dvojno nalogo izvajamo, če poleg neke gibalne naloge dodatno izvajamo še kognitivno nalogo.

Dodatne kognitivne naloge so lahko zelo raznolike, razlikujejo se glede na to, katero kognitivno sposobnost želimo proučevati. Med kognitivne sposobnosti prištevamo spomin (kratkoročni, dolgoročni), verbalna fluentnost (sposobnost besednega izražanja), numerične sposobnosti (spretnost računanja), prepoznavanje objektov, prostorsko procesiranje, motorična kontrola in eksekutivne funkcije (to je niz sorodnih in medsebojno povezanih kognitivnih funkcij, ki služijo koordiniranju bazičnih kognitivnih sposobnosti (zaznavanje, spomin) in emocij pri reguliranju vedenjskih odgovorov na zahteve okolja (Lienhard idr., 2012).

Dodatna kognitivna naloga hoji se lahko uporablja tudi kot pomoč pri zgodnejšemu odkrivanju blažje kognitivne motnje, saj z dodatno kognitivno nalogo dodatno umsko obremenimo možgane. Tako morajo slednji – poleg spremljanja terena, po katerem starejše osebe hodijo in so fizično obremenjene – opravljati še dodatno, miselno nalogo, ki kot taka zahteva še umski napor (Lienhard idr., 2012). Za starejše odrasle je takšna dodatna kognitivna obremenitev med hojo precej težja kot za mlade (Lindenberger idr., 2000). Prvi pokazatelj za možnost nastanka blažje kognitivne motnje je prav nezmožnost oziroma otežena zmožnost istočasnega izvajanja hoje in kognitivne naloge. Vendar pa moramo dodati, da to še ni veljavna diagnostična metoda (Lindenberger idr., 2000), čeprav nekatere študije to nakazujejo.

Študije (Hoops, idr., 2009) pa so dokazale, da je dober test za odkrivanje blažje kognitivne motnje in demence pri parkinsonovi bolezni tudi MoCA test (Montreal Cognitive Assessment). Paciente s parkinsonovo boleznijo in demenco, blago kognitivno motnjo in brez kognitivnih motenj. Opravili so tako MoCA test kot MMSE (Mini-Mental State Examination). Z rezultati, ki so jih pridobili so dokazali, da je MoCA test veliko bolj točen in natančen in bi se ga lahko uporabljalo pri zgodnjem odkrivanju blažje kognitivne motnje in demence.

Študije (Lindenberger idr., 2000) so dokazale, da se hoja z dodatno kognitivno nalogo pri starejših (60+) močno spremeni glede na spremembe hoje z dodatno kognitivno nalogo pri mladih odraslih in pri ljudeh srednjih let. Razlike so opazne že med mladimi

odraslimi in ljudmi srednjih let. Preiskovance so razdelili v tri skupine in vsaka skupina je imela enako nalogo. Za začetek so opravili test, pri katerem se jim je na računalniku prikazala beseda, preiskovanci pa so morali zapisati, katera je. Besed je bilo 32, mladi odrasli so v zaporedju odgovorili povprečno 13 pravih odgovorov, ljudje srednjih let povprečno 11,5 in starejši 11,3, razlike med starejšimi odraslimi ter med ljudmi srednjih let in mladimi odraslimi so bile statistično značilne, medtem ko pa razlike med ostalima skupinama niso bile statistično značilne. Naslednja naloga pa je bila hoja, čas hoje je bil 170s, mladi odrasli so prehodili 174m, ljudje srednjih let 158m in starejši 133m. Prišlo je do statistično značilnih razlik med mladimi odraslimi in ljudmi srednjih let ter do statistično značilne razlike med ljudmi srednjih let in starejšimi. Pri zadnji nalogi so morali hoditi in zraven naštevati besede. V študiji je prišlo do velike razlike med mladimi odraslimi in starejšimi, pri starejših se zmanjša hitrost hoje, varianca spremninjanja smeri, poveča se širina koraka, čas cikla hoje in tudi čas dvojne opore. Hitrosti hoje med naštevanjem besed zmanjša za 15% pri ljudeh srednjih let in starejšimi je pri mladih odraslih pa samo za 8%.

Študije (Guedes, idr., 2014) pa so tudi dokazale, da lahko s pomočjo dodatne kognitivne naloge lažje odkrivamo fizično krhkost pri starejših ljudeh. Preiskovance so razdelili v tri skupine, v zdrave starejše odrasle, fizično krhke starejše odrasle in starejše odrasle z lažjo obliko fizične krhkosti. Pri fizično krhkih starejših odraslih so odkrili najbolj intenzivne spremembe med hojo brez in hojo z dodatno kognitivno nalogo zaradi povečanega števila bolezni (glede na ostale skupine) in s tem tudi povečani odmerki zdravil, ki jih jemljejo. Največje razlike so se pojavile pri hitrosti hoje, katera se zmanjša za 20% pri hoji z dodatno kognitivno nalogo (glede na hojo brez dodatne kognitivne naloge), prav tako pa se je zgodilo tudi pri kadenci, katera je zmanjšana za 8,6% in dolžini koraka katera se zmanjša za 8%.

Študije (Nascimbeni, idr., 2015) pa so dokazale, da dodatna kognitivna naloga vpliva na pacienta z blago kognitivno motnjo. Njihova hoja se z dodatno kognitivno nalogo spremeni, postane bolj nestabilna, podaljša se čas dvojne opore in zmanjša se dolžina korakov.

Z redno uporabo kognitivne naloge med hojo bi lahko zmanjšali možnost padcev in izboljšali hojo pri slabotnih ljudeh, hkrati pa bi tovrstne vaje lahko služile kot preventiva oziroma kot trening za možgane.

1.2 Predmet in problem

Kronološko staranje je povezano s povečanjem kroničnih bolezni, kot so bolezni srca in ožilja, presnovne težave (debelost, povečan krvni tlak, sladkorna bolezen, itn.) in gibane oviranosti. V zadnjih desetletjih se je zaradi podaljšane življenjske dobe začelo pojavljati vedno več s starostjo povezanih bolezni, a poudariti gre, da bolj kot s starostjo je pojavnost bolezni povezana tudi z življenjskim slogom (Bherer, Erickson in Liu-Ambrose, 2013).

S povečanjem starosti posebno pri pozni starosti (nad 75 let) veliko posameznikov sčasoma razvijejo enega ali več zdravstvenih problemov, ki so povezani s staranjem. Perceptivne omejitve (težave s sluhom in vidom), inkontinenca, zlomi, delirij in demenca so primeri starostnih sindromov. Za te sindrome je značilno, da jih sestavlja več okvarjenih telesnih sistemov. Fizična krhkost je zelo pogost razlog za vse nadaljnje težave, saj se s fizično krhkostjo pogosto omeji telesna aktivnost in vadba (Bherer, Erickson in Liu-Ambrose, 2013).

Fizična krhkost je definirana kot kompleksno zdravstveno stanje zaradi povečanja občutljivosti na več telesnih sistemih. Povezana je s padci, hospitalizacijo in posledično tudi s smrtjo. S staranjem se prisotnost fizične krhkosti poveča iz 7% pri starosti 65-74, na 18% pri starosti med 75-84 in za 37% pri starosti 85 ali več (Rockwood, Howlett, MacKnight idr., 2004). Telesna neaktivnost je pomemben dejavnik pri nastajanju fizične krhkosti, saj če se v mlajših letih in posledično tudi v starejših letih ne ukvarjamo s telesno aktivnostjo naše mišice postanejo oslabele, z njimi pa postanejo bolj krhke tudi kosti itn. Nasprotno pa je za fizično krhkost pogosto predpisana telesna aktivnost (a vendar zmerna in postopna) (Bherer, Erickson in Liu-Ambrose, 2013).

Študija Petersona idr. (2009) je dokazala, da telesna aktivnost in vadba lahko omilita fizično krhkost pri starejših odraslih. V študiji so sodelovali starejši odrasli, ki so jih spremljali pet let in ugotavljali ali telesna aktivnost lahko zmanjša tveganje za nastanek fizične krhkosti. Rezultati so pokazali, da so posamezniki, ki so bili redno telesno aktivni, za razliko od ostalih, zmanjšali tveganje za pojav fizične krhkosti.

Znano je, da fizična krhkost in dodatna kognitivna naloga vplivata na spremembe v hoji. Dodatna kognitivna naloga je klinično pomembna, saj pri večini dnevnih opravil običajno opravljamo več nalog krati. Za dodatno kognitivno nalogo ne potrebujemo

Briški M. Normativne vrednosti časovno-prostorskih parametrov hoje brez in z dodatno kognitivno nalogo
Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije
dodatne opreme, da bi jo lahko uporabili v praksi. Ena izmed njih je denimo spontana pripoved. Pri slednji mora oseba – da bi odgovorila na zastavljeno vprašanje – priklicati informacije iz spomina, jih prepoznati, pretvoriti v besede in iz njih sestaviti smiselno poved (Guedes, Dias, Pereira idr., 2014).

Obstaja le malo študij o tem, ali dodatna kognitivna naloga vpliva na časovno-prostorske parametre hoje pri starejših odraslih z različno stopnjo fizične krhkosti in kako stopnja fizične krhkosti vpliva na kognitivne naloge, moč in razvoj različnih bolezni. Ena izmed njih je denimo študija Guedesa idr. (2014), ki je dokazala, da dodatna kognitivna naloga skupaj s fizično krhkostjo vpliva na časovno-prostorske parametre pri hoji. Pri vseh treh skupinah (fizično krhka skupina, pred fizično krhka skupina in skupina kjer fizična krhkost ni prisotna), je prišlo do sprememb v časovno-prostorskih parametrih hoje, vendar v skupini, kjer so bili prisotni fizično krhki starejši odrasli so spremembe najbolj izrazite.

Vergese idr. (2009) trdijo, da tretjina prebivalcev starejših od 65 let pade vsaj enkrat na leto. Tu padec definirajo kot nenamerno in nekontrolirano pristajanje na tleh, kar je posledica večjih telesnih sprememb, posledice slednjih pa so poškodbe, hospitalizacija, v najhujših primerih tudi smrt. To so pokazali tudi z lastno raziskavo (Quantative Gait Markers and Incident Fall Risk in Older Adults), kjer so z merjenjem časovno-prostorskih parametrov hoje in z anketnimi vprašalniki ugotovili, da je zmanjšanje hitrosti hoje prvi pokazatelj povečane možnosti padcev. Še boljši pokazatelji možnosti padcev pa so faza zamaha, faza dvojne opore in spremenljivost časa zamaha, spremenljivost dolžine koraka. Dokazali so, da so faza zamaha, faza dvojne opore in spremenljivost časa zamaha in spremenljivost dolžine koraka boljši pokazatelji za možnost padca, kot hitrost hoje. Dokazali so tudi, da obstajajo tri domene hoje, spremenljivost (variabilnost), ritem in dinamika pri katerih, sta spremenljivost in ritem povezana s povečanjem možnosti za padec.

Nekateri časovno-prostorski parametri hoje so se torej izkazali kot dobri pokazatelji možnost padcev pri starejših osebah, nanje pa vplivajo tudi drugi dejavniki, in sicer starost, bolezen in fizična krhkost (Vergese idr., 2009). Najbolj trdna pokazatelja povečanega tveganja za padce sta povečana širina koraka in podaljšan delež časa zamaha, hkrati pa sta edina, ki kažeta na možnost padcev, ki se bodo končali s poškodbo. Slabo ravnotežje poveča spremenljivost hoje, kar pa privede do povečanega tveganja za možnost padcev (Vergese idr., 2009), tu pa veliko vlogo igra tudi pojav blagih kognitivnih motenj in nato demence. Nascimbendi idr. (2015) slednjo definirajo kot zmanjšanje kognitivnih zmožnosti, ki navadno napredujejo

počasi in pri katerih lahko pride do okvar spomina, mišljenja, presoje, zmožnosti usmerjanja pozornosti, učenja in celo do propadanja osebnosti. Najpogostejši vzrok demence je Alzheimerjeva bolezen, pri kateri prihaja zaradi odlaganja določenih snovi (amiloidni plaki idr.) v možganih do postopnega odmiranja možganskih celic. Možnost blagih kognitivnih motenj bi lahko predhodno odkrili s pomočjo spremljanja sprememb parametrov hoje z dodatno kognitivno nalogo (Nascimbeni idr., 2015).

Študija Nascimbeni idr. (2015) je pri dveh skupinah (skupina pacientov z blago kognitivno motnjo in kontrolna skupina) s pomočjo dodatne kognitivne naloge skušala ugotoviti, ali se bodo časovno-prostorski parametri pri hoji z dodatno kognitivno nalogo med skupinama razlikovali. Ugotovili so, da pri ljudeh z blago kognitivno motnjo pride do večjih razlik med normalno hojo in hojo z dodatno kognitivno nalogo.

V literaturi najdemo mnogo raziskav hoje z in brez dodatne kognitivne naloge starejših oseb, vendar so vse raziskave opravljene s poudarkom na že obolelih in na že oslabljenih ljudeh, zato nas je v okviru naše raziskave zanimala sprememba časovno-prostorskih parametrov normalne hoje in hoje z dodatno kognitivno nalogo pri zdravih starejših odraslih med 60. in 80. letom starosti, obeh spolov. Pridobljeni podatki bi bili lahko osnova za nadaljnje raziskovanje razlik s hojo z dodatno kognitivno nalogo in pri tem odkrivanje možnih bolezni, rehabilitacije po padcih in preprečevanje bolezni in padcev pri nadaljnjem staranju.

1.3 Cilji in hipoteze

1.3.1 Cilji

Na osnovi predmeta in problema smo si v nalogi zastavili naslednje cilje:

- Podati referenčne vrednosti časovno-prostorskih parametrov hoje brez in z dodatno kognitivno nalogo pri starejših odraslih med 60. in 80. letom starosti.
- Preveriti ali se rezultati časovno-prostorskih parametrov hoje brez dodatne kognitivne naloge pri izbranem vzorcu starejših odraslih značilno razlikujejo od rezultatov v literaturi.
- Ugotoviti, ali se nekateri ključni časovno-prostorski parametri hoje (dolžina koraka, čas trajanja faza dvojne opore in hitrost) brez in z dodatno kognitivno nalogo pri izbranem vzorcu starejših odraslih s starostjo značilno linearno poslabšujejo in tako odražajo s starostjo pogojene spremembe organizma.

1.3.2 Hipoteze

Na osnovi ciljev naloge smo si postavili sledeče hipoteze:

- Rezultati časovno-prostorskih parametrov normalne hoje se ne bodo značilno razlikovali od rezultatov iz literature.
- Ključni časovno-prostorski parametri normalne hoje (dolžina koraka, čas trajanja faza opore, faza dvojne opore in hitrost) in hoje z dodatno kognitivno nalogo se bodo s starostjo značilno linearno slabšali.

2 METODE

2.1 Vzorec merjencev

V raziskavo je bilo vključenih 432 preiskovancev, moškega in ženskega spola, starosti od 60 do 79 let, ki so bili razdeljeni v štiri starostne skupine: 60-64 let, 65-69 let, 70-74 let in 75-79 let (Tabela 1). Meritve so bile opravljene v treh različnih slovenskih krajih oziroma v treh različnih slovenskih regijah. Iz primorske (Koper) je bilo vključenih 141 preiskovancev, osrednjeslovenske (Ljubljana) je bilo vključenih 142 preiskovancev in iz gorenjske (Kranj) je bilo vključenih 149 preiskovancev. Od tega je bilo 275 žensk in 157 moških. Zaradi odstopanja oziroma nezmožnost opravljanja naloge smo v raziskavo vzeli podatke od 429 preiskovancev, od tega 274 žensk in 155 moških.

Preiskovanci so bili vključeni v projekt »PANGeA – Telesna aktivnost in prehrana za kakovostno staranje«, sofinanciran preko programa čezmejnega sodelovanja INTERREG (Slovenija - Italija, 2007-2013, Evropskega sklada za regionalni razvoj kot tudi s strani slovenskega in italijanskega nacionalnega sklada), seznanjeni so bili s potekom raziskave in so se v njo vključili prostovoljno. Vse meritve so bile izvedene v letu 2013. Študija je bila izpeljana v skladu s Helsinško deklaracijo o etičnih načelih izvajanja raziskav na človeku. Preiskovanci so podpisali pisno soglasje o prostovoljnem sodelovanju, raziskava pa je bila odobrena s strani Komisije za medicinsko etiko Republike Slovenije.

Vključitveni kriteriji so bili naslednji:

- Samostojno zmorejo prehoditi 2-km razdaljo;
- Starost 60 let ali več;
- Indeks telesne mase med: 20 in 28 kg/m²;
- Rezultat kratke baterije telesne zmogljivosti (Short Physical Performance Battery – SPPB (ki so ga razvili v National Institute on Aging) nad 9;
- Brez živčno-mišičnih in srčno-žilnih bolezni).

Izključitveni kriteriji:

- Akutna ali kronična obolenja skeleta in srčno-žilnega sistema;
- Rakasta obolenja;
- Diabetes oziroma nivo glukoze na tešče > 126mg/dL;
- Umetni vsadki;
- Bolezni ledvic oziroma nivo kreatina >1,4 mg/dL;

- Ugotovljeno srčno-žilno obolenje na EKG pregledu (v mirovanju, pod obremenitvijo);
- Hipotiroidno delovanje z nivojem TSH (tirotropin-ščitnico stimulirajoči hormon) nad 5,5 μ Enot/ml;
- Novi SGPT večji od dvakratne laboratorijske normalne vrednosti;
- Pogosta diareja in bruhanje.

Tabela 1: Značilnosti vzorca merjencev. Prikazane so povprečne vrednosti \pm 1 SD.

	Moški				Ženske				Skupaj
	60-64 let	65-69 let	70-74 let	75-79 let	60-64 let	65-69 let	70-74 let	75-79 let	
	N=52	N=45	N=31	N=27	N=111	N=57	N=80	N=26	N = 432
Starost (leta)	62,5 \pm 1,1	66,8 \pm 1,4	71,7 \pm 1,3	77,1 \pm 1,6	62,1 \pm 1,5	66,5 \pm 1,3	72,1 \pm 1,3	76,4 \pm 1,2	69,4 \pm 1,3
Telesna višina (cm)	173,8 \pm 5,7	175,5 \pm 5,6	172,7 \pm 5,7	173,5 \pm 6,9	161,4 \pm 6,4	161,4 \pm 5,8	160,9 \pm 5,6	158,0 \pm 4,7	167,1 \pm 5,8
Telesna masa (kg)	84,4 \pm 10,3	85,2 \pm 9,6	81,6 \pm 11,1	85,4 \pm 10,2	71,3 \pm 13,5	70,3 \pm 11,3	69,3 \pm 10,3	67,3 \pm 13,1	76,9 \pm 11,2
ITM (kg/m ²)	28,0 \pm 3,6	27,7 \pm 3,3	27,2 \pm 2,6	28,4 \pm 3,4	27,3 \pm 4,6	27,0 \pm 4,0	26,8 \pm 3,8	26,9 \pm 4,6	27,4 \pm 3,7

Legenda: ITM - Indeks telesne mase

2.2 Merski pripomočki

Časovno-prostorske parametre hoje z dodatno kognitivno nalogo in brez nje smo zajeli z optičnim merilnim sistemom OptoGait (Microgate Corporation Srl, Bolzano, Italija) in programsko opremo OptoGait (verzija 1.9.7.0, Microgate Corporation Srl, Bolzano, Italija). Sistem je sestavljen iz petih ploščic dolžine en meter in ki oddajajo optične signale in petih ravno tako en meter dolgih ploščic, ki te optične signale sprejemajo. Sistem deluje v območju infrardečih frekvenc s 96 LED oddajniki na eni in na drugi strani s frekvenco zajemanja 1000Hz ter prostorsko resolucijo 1,041 cm. Sistem OptoGait je povezan in sinhroniziran z dvema kamerama, s katerima smo hojo posneli s frekvenco 50 Hz za boljši nadzor nad hojo. Ploščice so bile postavljene paralelno, tj. ena nasproti druge, medsebojno oddaljene cca. dva metra in so na 10-metrski razdalji zajemale naslednje časovno-prostorske parametre hoje:

- kadenca (koraki/minuto),
- čas cikla (s),
- čas predzamaha (s),
- delež časa predzamaha (%),
- faza enojne opore (s),
- delež faze enojne opore (%)
- faza dvojne opore (s),
- delež faze dvojne opore (%),
- obremenitveni odziv (s),
- delež obremenitvenega odziva (%)
- cikel hoje (s),
- faza dotika s celim stopalom (s),
- delež faze dotika s celim stopalom (%),
- čas faze dotika (s),
- delež časa faze dotika (%),
- čas faze opore (s),
- delež časa faze opore (%),
- čas odriva (s),
- delež časa odriva (%),
- čas faze zamaha (s),
- delež časa faze zamaha (%),
- spremenljivost dolžine koraka (%CV),
- spremenljivost časa koraka (%CV),
- spremenljivost dolžine cikla koraka (%CV),
- spremenljivost časa zamaha (%CV),
- spremenljivost časa opore (%CV)

- spremenljivost hitrosti (%CV),
- dolžina koraka (cm),
- dolžina cikla koraka (cm),
- hitrost (m/s),
- širina koraka (cm),

Sistem OptoGait omogoča zajemanje časovno-prostorskih parametrov gibanja v realnem času (hoja, tek in različne vrste skokov), ter izdelavo enostavnih poročil o simetričnosti gibanja.

Časovno-prostorske parametre smo v skladu s študijo Hollman idr. (2011) razdelili v naslednjih 5 področij: ritem, faza, spremenljivost, dinamika in podporna površina. Prvo področje je ritem, ki je značilen po kadenci, času korakov, času opore, nihalnem času, tempu in fazi enojne opore. Drugo področje je imenovano cikel hoje in je značilen po času dvojne opore, fazi dvojne opore, fazi enojne opore, nihanju in odzivu. Naslednje področje, imenovano spremenljivost, vsebuje naslednje časovno-prostorske parametre: dolžina koraka, čas koraka, dolžina cikla hoje, nihajni čas, faza opore in hitrost. Vsi naštetni parametri bodo v nadaljevanju naloge izraženi v %CV (koeficient variance- izračunan iz razmerja med standarnim odklonom in povprečja). Dinamika je četrto področje, v katero uvrščamo časovno-prostorske parametre kot so dolžina koraka, faza opore in hitrost hoje. In zadnje področje, v katerega uvrščamo širino koraka, razmik hoje, podlaga in točka hoje.

2.3 Potek meritev

Meritve časovno-prostorskih parametrov so bile opravljene z optičnim sistemom OptoGait. Deset sprejemnikov in 10 oddajnikov, ki smo jih postavili na ravno podlago smo jih postavili tako da so ležali vzporedno drug z drugim. Začetna točka je bila od 2D prečke oddaljena 30 cm.

Vsak preiskovanec je hodil dvakrat, in sicer v trajanju ene minute in 30 sekund na razdalji 10 metrov. To razdaljo so prehodili vsaj 5-krat in pri tem opravili vsaj 30 korakov. V nadaljnje analize smo vzeli povprečno vrednost vseh izmerjenih veljavnih korakov. Pred analizo smo izbrisali vse začetne korake, izbrisali pa smo tudi vse dvojne korake z levo ali desno nogo zaradi napake v sistemu. Izključili smo tudi napol zaznane korake, ko je sistem zaznal hojo nazaj namesto naprej ali obratno. Na vsakem koncu 10-metrške razdalje je bila palica, ki so se jo morali preiskovanci dotakniti kot dokaz, da je bil poskus pravilno izveden. Na naš znak so preiskovanci

pričeli s hojo in na naš znak s slednjo tudi prenehali. Preiskovancev nismo nikoli ustavljali na sredini poti, pač pa vedno na začetku ali na koncu 10-metrške razdalje.

Vsakemu posebej smo pred pričetkom hoje podali enotna in natančna navodila in se tudi prepričali, da jih vsak merjenec popolnoma razume. Preiskovancem smo razložili, naj hodijo z njim najbolj udobno samoizbrano hitrostjo in naj se med hojo ne pogovarjajo z drugimi preiskovanci. Že na začetku smo jim razložili celotna navodila, ko pa so zaključili s prvim delom hoje pa smo jim za vsak primer ponovno na kratko razložili, kaj je njihova naloga še pri drugem delu hoje. Njihova naloga pri drugem delu hoje je bila, da hodijo enako kot pri prvem delu naloge, a z razliko, da so zraven še na glas odštevali od naključno izbranega večjega števila (med 400 in 500) po tri številke. Med tem, ko so odštevali, smo si beležili vsa pravilno odštetata števila in prav tako tudi vse napake. Za lažje štetje pravilno odštetih števil preiskovancev smo si naredili seznam že odštetih števil. Če je preiskovanec od zadnjega nepravilno odštetega števila odšteval naprej pravilno, smo mu to šteli kot pravilno odštevanje z eno napako.

2.4 Postopek obdelave podatkov

Po končanih meritvah smo s pomočjo programa OptoGait najprej pregledali zajete podatke in ročno popravili nepravilnosti, ki so se pojavile pri zajemu. Da bi pridobili kar najbolj realne podatke smo iz sistema izbrisali vse prve korake. Podatke smo nato izvozili v program Microsoft Office Excel 2007 (Microsoft Corporation, New York, ZDA), kjer smo jih pripravili za nadaljnjo obdelavo s statističnim paketom SPSS 20.0 (IBM Corporation, Armonk, New York, ZDA). Poleg opisne statistike za vse spremenljivke, podane s povprečno vrednostjo in standardnim odklonom, smo podatke obdelali z naslednjimi statističnimi testi: Shapiro-Wikov test normalnosti porazdelitve vseh spremenljivk, enosmerna analiza variance (One-way ANOVA) za ugotavljanje razlik med starostnimi skupinami in t-test za en vzorec za ugotavljanje razlik izbranih spremenljivk z referenčnimi vrednostmi v literaturi. Linearnost parametrov smo določili na osnovi razlike med eta-vrednostjo in Pearsonovo korelacijo. Če je bila razlika med obema koeficientoma večja od 0,005 potem ni bilo mogoče govoriti o linearni povezanosti (Hollman idr., 2011), če pa je bila razlika manjša od 0,005, potem smo lahko trdili, da sta parametra linearno povezana. Statistična značilnost je bila sprejeta pri p-vrednosti manjši od 0,05 (advosmerni test).

3 REZULTATI

3.1 Opisna statistika

Izmerjene vrednosti časovno-prostorskih parametrov normalne hoje brez in z dodatno kognitivno nalogo so, ločeno glede na spol in starost, predstavljene v tabelah od 2 do 5, in sicer kot povprečje ± 1 SD (95% interval zaupanja). Tabeli 2 in 3 prikazujeta vrednosti parametrov normalne hoje, pri čemer Tabela 2 kaže vrednosti za moške, Tabela 3 pa za ženske. Tabeli 4 in 5 pa prikazujeta vrednosti za hojo z dodatno kognitivno nalogo, in sicer Tabela 4 za moške, Tabela 5 pa za ženske merjenke.

Tabela 2: Povprečje \pm standardni odklon (95% interval zaupanja) časovno-prostorskih parametrov normalne hoje, razdeljenih po področjih Ritem, Faza, Spremenljivost, Dinamika, Podpora za moške.

Parameter	Moški (N= 155)				P-vrednost
	60-64 let	65-69 let	70-74 let	75-79 let	
	N = 52	N = 45	N = 31	N = 27	
Ritem					
Kadenca (korakov/min)	111 \pm 11,1 (108-114)	107 \pm 9,00 (104-110)	109 \pm 8,81 (106-113)	105 \pm 13,1 (99,3-110)	0,974
Čas koraka (s)	0,50 \pm 0,1 (0,50-0,60)	0,56 \pm 0,04 (0,55-0,58)	0,55 \pm 0,05 (0,53-0,57)	0,59 \pm 0,11 (0,55-0,63)	0,677
Čas pred-nihaja (s)	0,11 \pm 0,02 (0,1,-0,13)	0,13 \pm 0,03 (0,12-0,14)	0,13 \pm 0,03 (0,12-0,15)	0,15 \pm 0,06 (0,12-0,17)	0,279
Čas faze enojne opore (s)	0,50 \pm 0,10 (0,46-0,51)	0,53 \pm 0,16 (0,48-0,58)	0,47 \pm 0,09 (0,43-0,50)	0,48 \pm 0,10 (0,44-0,52)	0,608
Čas faze dvojne opore (s)	0,20 \pm 0,10 (0,17-0,22)	0,18 \pm 0,15 (0,13-0,22)	0,22 \pm 0,11 (0,18-0,26)	0,26 \pm 0,14 (0,21-0,32)	0,933
Čas bremenitvenega odziva (s)	0,07 \pm 0,09 (0,05-0,10)	0,05 \pm 0,12 (0,02-0,09)	0,10 \pm 0,08 (0,07-0,13)	0,11 \pm 0,09 (0,09-0,15)	0,496
Čas cikla hoje(s)	\$ 1,2 \pm 0,2 (1,1-1,3)	1,32 \pm 0,33 (1,23-1,43)	\$ 1,21 \pm 0,21 (1,13-1,28)	1,25 \pm 0,24 (1,15-1,34)	0,038
Čas faze dotika s celim stopalom (s)	0,4 \pm 0,1 (0,37-0,41)	0,41 \pm 0,07 (0,39-0,43)	0,40 \pm 0,06 (0,38-0,42)	0,44 \pm 0,11 (0,39-0,48)	0,919
Čas faze dotika (s)	0,08 \pm 0,02 (0,08-0,09)	0,08 \pm 0,02 (0,07-0,08)	0,08 \pm 0,02 (0,07-0,09)	0,08 \pm 0,02 (0,07-0,08)	0,702
Čas faze opore (s)	0,70 \pm 0,10 (0,60-0,70)	0,69 \pm 0,07 (0,67-0,71)	0,69 \pm 0,07 (0,66-0,71)	0,73 \pm 0,16 (0,19-)	0,280
Čas faze odziva (s)	0,20 \pm 0,03 (0,18-0,20)	0,20 \pm 0,04 (0,19-0,21)	0,21 \pm 0,03 (0,19-0,22)	0,22 \pm 0,08 (0,19-0,26)	0,919
Čas faze nihanja (s)	0,50 \pm 0,20 (0,50-0,60)	0,61 \pm 0,23 (0,54-0,68)	0,54 \pm 0,14 (0,49-0,59)	0,49 \pm 0,10 (0,44-0,53)	0,118
Faza					
Faza opore(%)	60,2 \pm 2,30 (59,6-60,9)	60,1 \pm 3,30 (59,1-61,1)	61,2 \pm 2,79 (60,2-62,3)	61,5 \pm 3,17 (60,4-62,9)	0,986
Faza nihanja (%)	39,8 \pm 2,30 (39,1-40,4)	39,9 \pm 3,30 (38,9-40,9)	38,8 \pm 2,8 (37,7-39,8)	38,3 \pm 3,18 (37,1-39,6)	0,842
Faza enojne opore (%)	45,9 \pm 11,1 (42,8-49,0)	48,0 \pm 15,6 (43,3-52,7)	42,0 \pm 8,7 (38,8-45,1)	42,1 \pm 9,42 (38,3-45,8)	0,009
Faza dvojne opore (%)	16,5 \pm 10,3 (13,6-19,4)	13,6 \pm 16,6 (8,60-18,6)	19,4 \pm 9,59 (15,9-22,9)	20,9 \pm 10,3 (16,8-25,0)	0,955
Odziv na obremenitev (%)	4,1 \pm 11,2 (1,00-7,20)	2,00 \pm 15,6 (-2,7-6,7)	8,00 \pm 8,66 (4,82-11,2)	7,85 \pm 9,37 (4,14-11,6)	0,986

Pred-nihaj (%)	10,7±2,00 (10,2-11,3)	11,1±2,60 (10,4-11,8)	11,7±2,54 (10,8-12,7)	12,0±3,08 (10,7-13,2)	0,291
Faza dotika (%)	\$ 12,4±3,30 (11,6-13,4)	11,3±3,00 (10,4-12,2)	11,9±3,00 (10,8-13,0)	\$ 10,5±3,41 (9,17-11,9)	0,040
Faza dotika s celim stopalom (%)	58,3±5,40 (56,8-59,8)	59,4±7,60 (57,3-61,5)	57,9±4,51 (56,3-59,6)	59,3±8,15 (56,1-62,5)	0,970
Faza odziva (%)	29,2±4,00 (28,1-30,4)	29,3±5,80 (27,6-31,1)	30,2±3,53 (28,9-31,5)	30,2±6,67 (27,5-32,8)	0,891
Spremenljivost					
Dolžina koraka (%CV)	\$ 4,59±1,40 (4,20-4,98)	4,32±1,45 (3,88-4,75)	4,46±1,19 (4,02-4,89)	\$ 5,48±1,75 (4,79-6,17)	0,007
Čas koraka (%CV)	6,70±4,00 (5,59-7,81)	7,57±3,87 (6,41-8,73)	7,07±4,49 (5,43-8,72)	6,22±4,58 (4,41-8,03)	0,521
Dolžina cikla koraka (%CV)	6,95±5,03 (5,54-8,35)	8,00±7,63 (5,71-10,3)	6,79±4,38 (5,19-8,40)	7,89±5,87 (5,57-10,21)	0,741
Čas zamaha (%CV)	80,0±72,4 (59,8-100)	87,2±75,8 (64,4-110)	89,8±80,0 (60,5-119)	41,2±63,2 (16,2-66,2)	0,044
Čas opore (%CV)	3,48±1,30 (3,11-3,84)	3,60±1,77 (3,03-4,13)	3,36±1,82 (2,69-4,03)	4,42±3,53 (3,03-5,82)	0,210
Hitrost (%CV)	6,22±5,20 (4,77-7,66)	7,88±8,03 (5,46-10,3)	5,28±3,91 (3,84-6,71)	6,98±6,66 (4,35-6,62)	0,302
Dinamika					
Dolžina koraka (cm)	75,0±7,30 (73,0-77,0)	75,6±7,0 (73,5-77,7)	72,3±6,12 (70,1-74,6)	68,0±8,88 (64,5-71,5)	0,840
Dolžina cikla koraka (cm)	148±14,6 (144-152)	149±13,3 (145-153)	143±12,2 (139-148)	134±16,7 (128-141)	0,795
Hitrost (m/s)	1,40±0,20 (1,30-1,40)	1,30±0,20 (1,30-1,40)	1,32±0,18 (1,25-1,38)	1,18±0,23 (1,09-1,27)	0,159
Podpora					
Širina koraka (cm)	12,6±2,20 (12,0-13,2)	12,0±2,60 (11,2-12,7)	12,8±2,14 (12,1-13,6)	13,0±2,17 (12,1-13,8)	0,088

Legenda: \$ - označuje statistično značilne razlike med starostnimi skupinami

Pri normalni hoji pri moških prihaja do razlik med starostnimi skupinami v času cikla hoje (s), in sicer med prvo (60-64 let) in četrto (75-79 let) starostno skupino, pri fazi dotka (%), kjer prihaja do razlik med prvo (60-64 let) in četrto (75-79 let) starostno skupino, prav tako pa tudi pri spremenljivosti dolžine koraka (%CV).

Tabela 3: Povprečje \pm standardni odklon (95% interval zaupanja) časovno-prostorskih parametrov normalne hoje, razdeljenih po področjih Ritem, Faza, Spremenljivost, Dinamika, Podpora za ženske.

Parameter	Ženske (N=274)				P vrednosti ANOVE
	60-64 let	65-69 let	70-74 let	75-79 let	
	N=111	N=80	N=57	N=26	
Ritem					
Kadenca (korakov/min)	118 \pm 10,8 (116-120)	117 \pm 10,5 (114-119)	115 \pm 14,2 (111-119)	119 \pm 9,20 (115-123)	0,988
Čas koraka (s)	0,50 \pm 0,60 (0,49-0,52)	0,50 \pm 0,05 (0,50 -0,52)	0,50 \pm 0,10 (0,50-0,60)	0,50 \pm 0,40 (0,50-0,50)	0,406
Čas pred-nihaja (s)	0,10 \pm 0,03 (0,10-0,11)	0,11 \pm 0,03 (0,11 -0,52)	0,13 \pm 0,06 (0,11-0,14)	0,12 \pm 0,04 (0,10-0,14)	0,734
Čas faze enojne opore (s)	\$ 0,50 \pm 0,10 (0,44-0,48)	0,44 \pm 0,42 (0,42 -0,46)	\$ 0,40 \pm 0,10 (0,40-0,50)	0,40 \pm 0,10 (0,38-0,44)	0,051
Čas faze dvojne opore (s)	0,20 \pm 0,10 (0,14-0,18)	0,20 \pm 0,1 0 (0,18 -0,23)	0,20 \pm 0,10 (0,20-0,30)	0,20 \pm 0,10 (0,20-0,30)	0,392
Čas bremenitvenega odziva (s)	0,06 \pm 0,09 (0,04-0,07)	0,09 \pm 0,09 (0,06 -0,12)	0,10 \pm 0,09 (0,08-0,13)	0,10 \pm 0,06 (0,08-0,13)	0,379
Čas cikla hoje(s)	\$1,10 \pm 0,20 (1,09-1,18)	1,10 \pm 0,20 (1,09 -1,16)	\$ 1,10 \pm 0,20 (1,10-1,20)	\$ 1,10 \pm 0,20 (1,00-1,10)	0,002
Čas faze dotika s celim stopalom (s)	0,30 \pm 0,10 (0,33-0,36)	0,04 \pm 0,07 (0,34-0,36)	0,40 \pm 0,10 (0,36-0,42)	0,40 \pm 0,10 (0,35-0,39)	0,650
Čas faze dotika (s)	0,07 \pm 0,01 (0,07-0,77)	0,07 \pm 0,02 (0,07-0,08)	0,08 \pm 0,02 (0,07-0,08)	0,08 \pm 0,02 (0,07-0,08)	0,619
Čas faze opore (s)	0,60 \pm 0,10 (0,60-0,63)	0,64 \pm 0,08 (0,62-0,65)	0,70 \pm 0,10 (0,62-0,71)	0,60 \pm 0,10 (0,60-0,70)	0,032
Čas faze odriva (s)	0,20 \pm 0,03 (0,19-0,20)	0,20 \pm 0,02 (0,19-0,20)	0,20 \pm 0,03 (0,19-0,21)	0,19 \pm 0,03 (0,17-0,20)	0,935
Čas faze nihanja (s)	0,50 \pm 0,20 (0,48-0,56)	0,50 \pm 0,10 (0,44-0,50)	0,50 \pm 0,10 (0,40-0,50)	0,40 \pm 0,10 (0,40-0,50)	0,236
Faza					
Faza opore (%)	59,7 \pm 3,30 (59,0-60,0)	60,8 \pm 3,50 (60,0-61,6)	61,6 \pm 3,30 (37,5-39,5)	61,6 \pm 3,40 (60,2-63,0)	0,947
Faza nihanja (%)	40,0 \pm 3,00 (39,0-40,0)	39,1 \pm 3,50 (38,4-39,9)	38,4 \pm 3,30 (37,5-39,3)	38,4 \pm 3,40 (37,0-39,8)	0,505
Faza enojne opore (%)	\$ 46,5 \pm 13,4 (43,0-49,0)	\$ 43,4 \pm 11,5 (40,8-45,9)	\$ 41,7 \pm 10,0 (39,0-44,3)	\$ 40,4 \pm 7,60 (37,0-43,5)	0,001
Faza dvojne opore (%)	14,1 \pm 14,8 (11,0-16,0)	18,4 \pm 13,6 (15,4-21,5)	20,7 \pm 11,3 (17,8-23,9)	21,5 \pm 9,00 (17,9-25,1)	0,874

Odziv na obremenitev (%)	3,40±2,80 (0,90-5,90)	6,60±11,5 (4,00-9,20)	8,30±10,0 (5,70-11,0)	9,60±7,60 (6,50-12,6)	0,997
Pred-nihaj (%)	\$ 10,3±2,80 (9,80-10,8)	11,3±2,90 (10,7-11,9)	\$ 11,9±3,20 (11,0-12,7)	11,8±3,50 (10,4-13,2)	0,021
Faza dotika (%)	12,0±3,00 (11,5-12,5)	12,1±2,90 (11,5-12,8)	12,0±2,70 (11,2-12,3)	12,1±2,4 (11,1-13,1)	0,951
Faza dotika s celim stopalom (%)	56,0±6,10 (54,9-57,2)	56,3±5,20 (55,1-57,4)	57,3±6,20 (55,7-59,0)	58,4±4,40 (56,6-60,1)	0,853
Faza odziva (%)	31,9±5,40 (30,9-32,9)	31,6±3,70 (30,7-32,3)	30,8±5,11 (29,4-32,2)	29,6±3,90 (28,0-31,1)	0,487
Spremenljivost					
Dolžina koraka (%CV)	\$ 4,05±1,22 (3,82-4,28)	\$ 4,74±2,11 (4,27-5,21)	\$ 4,86±1,82 (4,38-5,35)	4,51±1,56 (3,88-5,14)	0,003
Čas koraka (%CV)	6,34±5,65 (5,28-7,40)	6,11±4,01 (5,22-7,01)	6,14±3,26 (5,27-7,00)	5,18±2,97 (3,98-6,38)	0,441
Dolžina cikla koraka (%CV)	6,55±4,45 (5,71-7,39)	7,90±5,48 (6,68-9,12)	6,99±4,72 (5,74-8,24)	6,56±4,99 (4,54-8,57)	0,122
Čas zamaha (%CV)	64,7±75,4 (50,5-78,9)	58,2±71,7 (42,2-74,2)	52,7±72,0 (33,6-71,8)	34,0±60,8 (9,40-58,5)	0,338
Čas opore (%CV)	\$ 4,14±3,39 (3,50-4,78)	\$ 4,19±2,69 (3,59-4,79)	4,66±2,59 (3,97-5,35)	4,68±4,29 (2,95-6,41)	0,023
Hitrost (%CV)	\$ 6,36±5,71 (7,43-5,28)	\$ 7,39±5,62 (6,14-8,64)	6,12±4,22 (5,00-7,24)	5,03±3,06 (3,80-6,27)	0,003
Dinamika					
Dolžina koraka (cm)	71,1±5,70 (70,0-72,2)	69,6±6,90 (68,0-71,1)	67,6±8,20 (65,4-69,8)	65,6±6,60 (63,0-68,3)	0,890
Naravnost (cm)	141±11,5 (139-143)	138±13,7 (135-141)	134±16,7 (130-137)	131±12,9 (125-136)	0,817
Hitrost (m/s)	\$1,40±0,20 (1,36-1,43)	\$ 1,40±0,20 (1,30-1,40)	1,30±0,30 (1,20-0,14)	1,30±0,20 (1,20-1,40)	0,002
Podpora					
Širina koraka (cm)	10,0±2,22 (9,60-10,5)	10,2±2,10 (9,80-10,7)	10,3±2,30 (9,80-11,0)	9,90±2,40 (9,00-10,6)	0,959

Legenda: \$ - označuje statistično značilne razlike med starostnimi skupinami

Pri normalni hoji pri ženskah prihaja do razlik med starostnimi skupinami v času faze enojne opore (s) med prvo (60-64 let) in tretjo (70-74 let) starostno skupino, v času cikla hoje (s) med prvo (60-64 let), tretjo (70-74 let) in četrto (75-79 let) starostno skupino, v fazi enojne opore (%) med vsemi starostnimi skupinami, v pred-nihaju

Briški M. Normativne vrednosti časovno-prostorskih parametrov hoje brez in z dodatno kognitivno nalogo
 Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije
 (%) med prvo (60-64 let) in tretjo (70-74 let) starostno skupino, v spremenljivosti dolžine koraka (%CV) med prvimi tremi starostnimi skupinami, v spremenljivosti hitrosti (%CV) in v hitrosti (m/s) pa med prvo (60-64 let) in drugo (65-69 let).

Tabela 4: Povprečje ± standardni odklon (95% interval zaupanja) časovno-prostorskih parametrov hoje z dodatno kognitivno nalogo, razdeljenih po področjih Ritem, Faza, Spremenljivost, Dinamika, Podpora za moške.

Parameter	Moški (N= 153)				P vrednosti ANOVE
	60-64 let	65-69 let	70-74 let	75-79 let	
	N= 52	N=44	N=30	N=27	
Ritem					
Kadenca (korakov/min)	90,6±18,1 (85,6-95,7)	81,1±20,0 (75,0-87,1)	89,6±18,8 (82,6-96,6)	80,6±13,6 (75,2-86,0)	0,637
Čas koraka (s)	0,70±0,20 (0,65-0,76)	0,81±0,29 (0,72-0,90)	0,71±0,20 (0,64-0,78)	0,78±0,14 (0,82-0,83)	0,510
Čas pred-nihaja (s)	0,17±0,07 (0,15-0,19)	0,21±0,11 (0,18-0,24)	0,20±0,08 (0,17-0,23)	0,22±0,07 (0,19-0,25)	0,468
Čas faze enojne opore (s)	\$ 0,55±0,14 (0,51-0,59)	\$ 0,67±0,25 (0,60-0,75)	0,54±0,15 (0,48-0,60)	0,57±0,10 (0,53-0,61)	0,001
Čas faze dvojne opore (s)	0,33±0,16 (0,28-0,37)	0,38±0,25 (0,30-0,45)	0,37±0,18 (0,31-0,44)	0,43±0,16 (0,37-0,49)	0,352
Čas bremenitvenega odziva (s)	0,16±0,09 (0,13-0,18)	0,16±0,17 (0,10-0,21)	0,18±0,11 (0,14-0,22)	0,20±0,11 (0,16-0,24)	0,180
Čas cikla hoje(s)	\$ 1,45±0,39 (1,34-1,55)	\$ 1,75±0,56 (1,58-1,92)	1,47±0,38 (1,33-1,61)	1,58±0,26 (1,48-1,69)	<0,001
Čas faze dotika s celim stopalom (s)	0,54±0,18 (0,49-0,59)	0,65±0,27 (0,56-0,73)	0,57±0,21 (0,49-0,64)	0,63±0,13 (0,58-0,68)	0,990
Čas faze dotika (s)	0,08±0,02 (0,07-0,08)	0,07±0,02 (0,07-0,08)	0,08±0,02 (0,07-0,09)	0,07±0,03 (0,06-0,08)	0,308
Čas faze opore (s)	0,88±0,25 (0,81-0,95)	1,02±0,37 (0,91-1,14)	0,91±0,28 (0,81-1,01)	1,00±0,20 (0,92-1,08)	0,186
Čas faze odziva (s)	0,26±0,14 (0,23-0,30)	0,30±0,14 (0,26-0,35)	0,27±0,09 (0,23-0,30)	0,30±0,12 (0,25-0,35)	0,667
Čas faze nihanja (s)	0,59±0,18 (0,54-0,63)	0,70±0,24 (0,62-0,77)	0,56±0,15 (0,50-0,62)	0,58±0,11 (0,54-0,63)	0,065
Faza					
Faza opore (%)	61,9±2,63 (61,2-62,6)	62,1±3,58 (61,0-63,2)	63,4±3,47 (62,1-64,7)	63,9±3,18 (62,6-65,2)	0,958
Faza nihanja (%)	38,1±2,62 (37,3-38,8)	37,9±3,69 (36,8-39,0)	36,6±3,47 (35,3-37,9)	36,1±3,18 (34,9-37,4)	0,760

Faza enojne opore (%)	40,3±7,64 (38,1-42,4)	42,2±9,59 (39,3-45,1)	38,3±7,65 (35, 4-41,2)	37,6±6,79 (34,9-40,3)	0,007
Faza dvojne opore (%)	20,1±8,74 (19,7-24,5)	21,3±11,2 (17,9-24,7)	25,1±10,6 (21,1-29,0)	27,0±7,82 (24,0-30,1)	0,544
Odziv na obremenitev (%)	9,68±7,67 (7,54-11,8)	7,77±9,57 (4,86-10,7)	11,8±7,61 (8,95-14,6)	12,4±6,82 (9,68-15,1)	0,803
Pred-nihaj (%)	12,1±2,39 (11,4-12,8)	12,5±3,48 (11,4-13,6)	13,4±3,26 (12,2-14,6)	14,0±3,09 (12,7-15,2)	0,106
Faza dotika (%)	\$ 9,50±3,71 (8,47-10,5)	\$ 8,11±3,34 (7,09-9,12)	9,40±3,29 (8,17-10,6)	\$ 7,23±2,95 (6,06-8,39)	<0,001
Faza dotika s celim stopalom (%)	61,2±8,05 (58,9-63,4)	62,6±7,65 (60,2-64,9)	61,3±5,72 (59,1-63,4)	63,4±7,91 (60,0-66,6)	0,903
Faza odriava (%)	29,4±7,98 (27,1-31,6)	29,4±7,01 (27,2-31,5)	29,3±4,47 (27,7-31,0)	29,4±7,10 (26,6-32,2)	0,995
Spremenljivost					
Dolžina koraka (%CV)	\$ 6,27±3,17 (5,39-7,12)	6,37±3,33 (5,36-7,38)	6,79±2,03 (6,03-7,54)	\$ 8,53±5,95 (6,17-10,9)	0,050
Čas koraka (%CV)	12,0±11,2 (8,82-15,1)	13,3±9,58 (10,4-16,2)	10,0±7,88 (7,08-13,0)	12,5±10,1 (8,50-16,5)	0,579
Dolžina cikla koraka (%CV)	9,06±5,42 (7,55-10,6)	9,18±6,19 (7,30-11,1)	9,67±5,45 (7,6-11,7)	10,3±6,27 (7,84-12,8)	0,812
Čas zamaha (%CV)	44,7±58,9 (28,4-61,1)	61,0±67,3 (40,6-81,5)	38,8±63,1 (15,2-62,4)	29,5±44,9 (11,7-47,2)	0,161
Čas opore (%CV)	9,93±8,97 (7,43-12,42)	11,0±9,07 (8,23-13,8)	8,40±7,14 (5,73-11,1,)	11,0±8,69 (7,59-14,5)	0,548
Hitrost (%CV)	10,8±6,65 (8,96-12,7)	12,4±7,33 (10,1-14,6)	11,7±5,33 (9,75-13,7)	12,2±6,36 (9,67-14,7)	0,644
Dinamika					
Dolžina koraka (cm)	68,3±9,22 (65,7-70,8)	69,2±8,29 (66,7-71,7)	65,5±5,79 (63,3-67,6)	60,9±8,85 (57,4-64,4)	0,822
Dolžina cikla koraka (cm)	135±18,5 (130-140)	136±15,9 (132-141)	129±11,8 (125-133)	120±17,6 (57,4-64,4)	0,731
Hitrost (m/s)	1,04±0,29 (0,96-1,12)	0,94±0,28 (0,85-1,02)	0,97±0,24 (0,88-1,06)	0,82±0,21 (0,73-0,90)	0,542
Podpora					
Širina koraka (cm)	12,6±2,80 (11,8-13,3)	12,0±2,98 (11,1-12,9)	12,8±2,84 (11,8-13,9)	14,0±2,90 (12,8-15,1)	0,274

Legenda: \$ - označuje statistično značilne razlike med starostnimi skupinami

Pri hoji z dodatno kognitivno nalogo prihaja pri moških do razlik med starostnimi skupinami v času faze enojne opore (s), in sicer med prvo (60-64 let) in drugo (65-69 let) starostno skupino, v času cikla hoje (s) med prvo (60-64 let) in drugo (65-69 let) starostno skupino, v fazi dotika (%) med prvo (60-64 let), drugo (65-69 let) in

Briški M. Normativne vrednosti časovno-prostorskih parametrov hoje brez in z dodatno kognitivno nalogo
 Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije
 tretjo (70-75) starostno skupino in v spremenljivosti dolžine koraka (%CV) med prvo (60-64) in četrto (75-80) starostno skupino.

Tabela 5 : Povprečje \pm standardni odklon (95% interval zaupanja) časovno-prostorskih parametrov hoje z dodatno kognitivno nalogo, razdeljenih po področjih Ritem, Faza, Spremenljivost, Dinamika, Podpora, za ženske.

Parameter	Ženske (N=269)				P- vrednosti ANOVA
	60-64 let	65-69 let	70-74 let	75-79 let	
	N=109	N=80	N=54	N=26	
Ritem					
Kadenca (korakov/min)	96,8 \pm 19,0 (93,2-101)	95,9 \pm 19,7 (91,5-100)	89,1 \pm 22,5 (83,0-95,2)	90,8 \pm 23,0 (81,6-100)	0,751
Čas koraka (s)	0,65 \pm 0,17 (0,62-0,69)	0,67 \pm 0,22 (0,62-0,72)	0,74 \pm 0,27 (0,67-0,82)	0,73 \pm 0,26 (0,62-0,83)	0,105
Čas pred-nihaja (s)	0,17 \pm 0,07 (0,15-0,18)	0,18 \pm 0,09 (0,16-0,21)	0,21 \pm 0,09 (0,18-0,23)	0,23 \pm 0,13 (0,17-0,28)	0,096
Čas faze enojne opore (s)	0,52 \pm 0,14 (0,49-0,54)	0,52 \pm 0,16 (0,48-0,55)	0,55 \pm 0,21 (0,49-0,61)	0,54 \pm 0,19 (0,46-0,62)	0,964
Čas faze dvojne opore (s)	0,31 \pm 0,16 (0,28-0,34)	40,0 \pm 10,8 (37,6-42,4)	0,40 \pm 0,18 (0,35-0,45)	0,42 \pm 0,28 (0,31-0,54)	0,949
Čas bremenitvenega odziva (s)	0,14 \pm 0,10 (0,12-0,16)	0,16 \pm 0,13 (0,13-0,19)	0,19 \pm 0,10 (0,17-0,22)	0,20 \pm 0,17 (0,13-0,27)	0,580
Čas cikla hoje(s)	1,36 \pm 0,36 (1,29-1,43)	1,40 \pm 0,45 (1,30-1,50)	1,52 \pm 0,55 (1,37-1,67)	1,51 \pm 0,53 (1,30-1,73)	0,880
Čas faze dotika s celim stopalom (s)	0,50 \pm 0,18 (0,47-0,53)	0,53 \pm 0,23 (0,48-0,58)	0,61 \pm 0,25 (0,54-0,67)	0,59 \pm 0,28 (0,48-0,70)	0,292
Čas faze dotika (s)	0,08 \pm 0,02 (0,07-0,08)	0,07 \pm 0,02 (0,07-0,08)	0,07 \pm 0,02 (0,06-0,08)	0,07 \pm 0,02 (0,07-0,08)	0,547
Čas faze opore (s)	\$ 0,82 \pm 0,22 (0,78-0,86)	0,85 \pm 0,30 (0,79-0,92)	\$ 0,95 \pm 0,33 (0,86-1,04)	0,95 \pm 0,38 (0,80-1,11)	0,008
Čas faze odziva (s)	0,24 \pm 0,07 (0,23-0,26)	0,26 \pm 0,09 (0,24-0,28)	0,28 \pm 0,11 (0,25-0,30)	0,29 \pm 0,12 (0,24-0,34)	0,034
Čas faze nihanja (s)	0,55 \pm 0,17 (0,52-0,59)	0,55 \pm 0,20 (0,51-0,60)	0,57 \pm 0,21 (0,51-0,63)	0,56 \pm 0,19 (0,48-0,64)	0,362
Faza					
Faza opore (%)	62,2 \pm 3,25 (61,6-62,8)	62,9 \pm 3,47 (62,2-63,7)	63,8 \pm 3,22 (62,9-64,7)	64,5 \pm 4,05 (62,8-66,1)	0,907
Faza nihanja (%)	37,8 \pm 3,25 (37,2-38,4)	37,07 \pm 3,47 (36,3-37,8)	36,2 \pm 3,22 (35,3-37,1)	35,55 \pm 4,05 (33,9-37,2)	0,668
Faza enojne opore (%)	40,3 \pm 9,18 (38,6-42,1)	40,0 \pm 10,8 (37,6-42,4)	37,6 \pm 5,64 (36,0-39,1)	37,9 \pm 9,68 (34,0-41,8)	0,292

Faza dvojne opore (%)	22,4±10,7 (20,4-24,5)	23,4±11,9 (20,7-26,0)	26,5±7,744 (24,4-28,6)	27,0±12,8 (21,9-32,2)	0,302
Odziv na obremenitev (%)	9,69±9,21 (7,94-11,4)	10,0±10,8 (7,6-12,4)	12,51±5,55 (11,-14,0)	12,1±9,69 (8,20-16,0)	0,772
Pred-nihaj (%)	\$ 12,4±3,13 (11,8-13,0)	13,2±3,29 (12,5-14,0)	\$ 13,8±3,20 (13,0-14,7)	\$ 8,82±3,48 (7,41-10,2)	0,008
Faza dotika (%)	\$ 9,87±3,42 (9,22-10,52)	9,25±3,71 (8,4-10,1)	\$ 8,47±3,88 (7,41-9,53)	8,82±3,48 (7,41-10,2)	0,014
Faza dotika s celim stopalom (%)	60,0±6,68 (58,7-61,2)	60,4±6,77 (58,9-61,9)	62,7±6,62 (60,9-64,5)	61,1±6,16 (58,6-63,6)	0,732
Faza odziva (%)	30,2±5,64 (29,1-31,2)	30,4±5,11 (29,3-31,5)	28,9±4,61 (27,6-30,1)	30,1±4,63 (28,2-31,9)	0,713
Spremenljivost					
Dolžina koraka (%CV)	5,59±2,20 (5,17-6,01)	6,08±4,23 (5,14-7,02)	6,64±2,87 (5,85-7,42)	6,55±3,03 (5,33-7,78)	0,070
Čas koraka (%CV)	9,23±6,55 (7,98-10,5)	9,10±7,49 (7,40-10,8)	11,9±12,2 (8,59-15,3)	11,7±11,0 (7,27-16,2)	0,160
Dolžina cikla koraka (%CV)	8,15±5,04 (7,20-9,11)	8,36±5,43 (7,15-9,57)	8,18±5,10 (6,79-12,3)	8,56±5,29 (6,43-10,7)	0,552
Čas zamaha (%CV)	57,2±71,9 (43,6-70,9)	46,5±65,4 (31,9-61,0)	45,0±64,6 (27,3-62,6)	40,3±63,8 (14,6-66,1)	0,524
Čas opore (%CV)	7,92±6,46 (6,69-9,15)	7,48±6,45 (6,04-8,91)	10,6±10,4 (7,71-13,41)	10,4±9,79 (6,45-14,4)	0,063
Hitrost (%CV)	9,36±6,06 (8,21-10,5)	9,89±6,23 (8,51-11,3)	10,3±7,23 (8,30-12,25)	11,3±8,10 (8,06-14,6)	0,248
Dinamika					
Dolžina koraka (cm)	63,8±6,69 (62,6-65,1)	63,9±7,45 (62,2-65,5)	60,7±7,35 (58,7-62,8)	57,5±7,23 (54,6-60,5)	0,838
Dolžina cikla koraka (cm)	126±13,3 (124-129)	126±14,96 (123-130)	121±14,65 (117-125)	114±14,32 (108-120)	0,731
Hitrost (m/s)	1,03±0,27 (0,98-1,08)	1,03±0,28 (0,97-1,09)	0,92±0,30 (0,83-1,00)	0,88±0,27 (0,77-0,98)	0,164
Podpora					
Širina koraka (cm)	10,1±2,70 (9,60-10,6)	10,2±2,69 (9,60-10,8)	10,2±2,50 (9,54-10,9)	10,3±2,10 (9,43-11,1)	0,990

Legenda: \$ - označuje statistično značilne razlike med starostnimi skupinami

Pri hoji z dodatno kognitivno nalogo prihaja pri ženskah do razlik med starostnimi skupinami v času faze opore (s), in sicer med prvo (60-64 let) in drugo (65-69 let) starostno skupino, v pred-nihaju (%) med prvo (60-64 let), tretjo (70-74 let) in četrto (75-79 let) in pri fazi dotika (%) med prvo (60-64 let) in drugo (65-69 let) starostno skupino.

3.2 Primerjava z literaturo

V Tabeli 6 smo prikazali primerjavo razlik med moškimi in ženskami v starostnih obdobjih 70-74 in 75-79 let za izbranih sedem parametrov naše raziskave in raziskave Hollmana idr. (2011), obenem pa tudi t-test za en vzorec za vse parametre, ki so si značilno različni. Parametri, ki smo jih prikazali so faza opore (%), faza dvojne opore (%), dolžina koraka (cm), hitrost (m/s), kadenca (koraki/min), širina koraka (cm) in spremenljivost hitrosti (%CV). Večina parametrov se značilno razlikuje, razen spremenljivost hitrosti (%CV), kadenca (korak/min) pri moških pri 75-79 let starosti in pri ženskah 60-64 let starosti, dolžina koraka (cm) in hitrost (m/s) pri ženskah v starostnem obdobju med 60-64 let.

Tabela 6: Prikaz primerjave razlik med našimi podatki in podatki iz literature Hollman idr. (2011).

Spol	Moški	Moški (Hollman)	p- vrednost	Moški	Moški (Hollman)	p- vrednost	Ženske	Ženske (Hollman)	p- vrednost	Ženske	Ženske (Hollman)	p- vrednost
Starost (leta)	70–74	70–74	70–74	75–79	75–79	75–79	70–74	70–74	70–74	75–79	75–79	75–79
Faza opore (%)	61,2±2,7 (4,6)	63,2±2,1 (3,3)	p=0,004	61,7±3,2 (5,1)	64,0±2,5 (3,9)	p=0,001	61,6±3,3 (5,4)	63,3±3,1 (4,9)	P<0,001	61,6±3,4 (5,5)	63,9±3,0 (4,7)	P=0,005
Faza dvojne opore (%)	19,4±9,6 (49,4)	26,3±3,0 (11,4)	P<0,001	20,9±10,3 (49,5)	26,5±2,3 (8,7)	P=0,009	20,7±11,3 (54,6)	27,14±4,0 (14,7)	P<0,001	21,5±9,0 (41,9)	28,4±6,4 (22,5)	P=0,001
Dolžina koraka (cm)	72,3±6,1 (8,5)	69,0±8,0 (11,6)	P=0,005	67,9±8,9 (13,1)	68,0±7,0 (10,3)	P=0,983	67,6±8,2 (12,1)	61,0±9,0 (14,8)	P<0,001	65,6±6,6 (10,1)	59,0±7,0 (15,8)	P<0,001
Hitrost (m/s)	1,3±0,2 (13,6)	1,2±0,2 (13,7)	P<0,001	1,2±0,2 (19,5)	1,2±0,2 (12,3)	P=0,360	1,3±0,3 (23,1)	1,2±0,2 (17,2)	P<0,001	1,3±0,2 (15,3)	1,1±0,2 (13,9)	P<0,001
Kadenca (korak/ min)	109,4±8,8 (8,0)	102±8,0 (7,8)	P=0,001	105±13,1 (12,6)	106,0±10,0 (9,4)	P=0,582	114,9±14,2 (12,4)	113,0±20,0 (17,7)	P=0,330	119±9,2 (7,7)	114,0±13,0 (11,4)	P=0,001
Širina koraka (cm)	12,8±2,1 (16,7)	9,7±3,3 (0,9)	P<0,001	12,9±2,2 (16,8)	8,9±5,2 (58,4)	P<0,001	10,3±2,3 (22,3)	7,0±3,5 (50,0)	P<0,001	9,9±2,4 (24,2)	7,7±4,0 (51,9)	P<0,001
Spremenljivost hitrosti (%)	5,3±3,9 (73,6)	5,0±2,9 (58,0)	P=0,696	6,9±6,7 (95)	5,5±4,4 (80,0)	P=0,258	6,1±4,2 (68,8)	5,6±3,4 (60,7)	P=0,356	5,0±3,1 (62,0)	5,5±2,7 (49,1)	P=0,441

3.3 Analiza linearne povezanosti časovno-prostorskih parametrov hoje s starostjo

Analizo linearne povezanosti časovno-prostorskih parametrov hoje s starostjo smo opravili s pomočjo eta-vrednosti in Pearsonove povezanosti. Analizirali smo naslednje parametre: starost, delež faze opore, delež faze dvojne opore, dolžino in širino koraka, hitrost hoje, kadenco in spremenljivost hitrosti hoje. V Tabeli 7 je prikazana analiza eta-vrednosti in Pearsonove povezanosti starosti in parametrov normalne hoje moških. S starostjo so, z obema metodama, negativno linearno povezani parametri delež faze opore, delež faze dvojne opore, dolžina koraka in hitrost hoje (krepki tisk v tabeli).

Tabela 7: Eta-vrednost in Pearsonova povezanost starosti in časovno-prostorskih parametrov normalne hoje moških.

Moški, normalna hoja	Eta-vrednost	Pearson
Faza opore (%)	$r = 0,235, p = 0,055$	$r = 0,223, p = 0,050$
Faza dvojne opore (%)	$r = 0,216, p = 0,047$	$r = 0,207, p = 0,043$
Dolžina koraka (cm)	$r = 0,259, p = 0,067$	$r = -0,258, p = 0,067$
Hitrost hoje (m/s)	$r = 0,188, p = 0,035$	$r = -0,181, p = 0,033$
Kadenca (koraki/min)	$r = 0,112, p = 0,012$	$r = -0,035, p = 0,001$
Širina koraka (cm)	$r = 0,072, p = 0,005$	$r = 0,007, p < 0,001$
Spremenljivost hitrosti (%CV)	$r = 0,132, p = 0,017$	$r = -0,058, p = 0,003$

V Tabeli 8 je prikazana analiza Eta-vrednost in Pearsonove povezanosti starosti in parametrov hoje z dodatno kognitivno nalogo pri moških. S starostjo so, z obema metodama linearno povezani parametri delež faze opore, delež faze dvojne opore, širina koraka in spremenljivost hitrosti (%CV) (krepki tisk v tabeli). Sama starost preiskovancev razloži približno 4-10% variance obeh parametrov hoje z dodatno kognitivno nalogo.

Tabela 8 : Eta-vrednost in Pearsonova povezanost starosti in časovno prostorskih parametrov hoje z dodatno kognitivno nalogo pri moških

Moški, dodatna kognitivna naloga	Eta-vrednost	Pearson
Faza opore (%)	$r = 0,219, p = 0,048$	$r = 0,219, p = 0,048$
Faza dvojne opore (%)	$r = 0,166, p = 0,028$	$r = 0,160, p = 0,025$
Dolžina koraka (cm)	$r = -0,280, p = 0,079$	$r = -0,252, p = 0,063$
Hitrost hoje (m/s)	$r = 0,212, p = 0,045$	$r = -0,195, p = 0,038$
Kadenca (koraki/min)	$r = 0,154, p = 0,024$	$r = -0,135, p = 0,018$
Širina koraka (cm)	$r = 0,022, p < 0,001$	$r = 0,087, p < 0,001$
Spremenljivost hitrosti (%CV)	$r = 0,089, p = 0,008$	$r = 0,087, p = 0,008$

V Tabeli 9 je prikazana analiza Eta-vrednosti in Pearsonove povezanosti starosti in parametrov normalne hoje žensk. S starostjo, z obema metodama, niso parametri negativno linearno povezani. Sama starost preiskovancev razloži približno 3-7% variance obeh parametrov normalne hoje.

Tabela 9 : Eta-vrednost in Pearsonova povezanost starosti in časovno prostorskih parametrov normalne hoje pri ženskah.

Ženske, normalna hoja	Eta-vrednost	Pearson
Faza opore (%)	$r = 0,214, p = 0,046$	$r = 0,193, p = 0,037$
Faza dvojne opore (%)	$r = 0,215, p = 0,046$	$r = 0,147, p = 0,022$
Dolžina koraka (cm)	$r = 0,357, p = 0,128$	$r = -0,314, p = 0,099$
Hitrost hoje (m/s)	$r = 0,324, p = 0,105$	$r = -0,301, p = 0,091$
Kadenca (koraki/min)	$r = 0,217, p = 0,047$	$r = -0,165, p = 0,027$
Širina koraka (cm)	$r = 0,168, p = 0,028$	$r = 0,076, p = 0,006$
Spremenljivost hitrosti (%CV)	$r = 0,153, p = 0,023$	$r = -0,002, p < 0,001$

V Tabeli 10 je prikazana analiza Eta-vrednosti in Pearsonove povezanosti starosti in parametrov hoje z dodatno kognitivno nalogo pri ženskah. S starostjo je, z obema metodama, negativno linearno povezan parameter spremenljivost hitrosti (%CV) (krepki tisk v tabeli). Sama starost preiskovancev razloži približno 2-8% variance obeh parametrov hoje z dodatno kognitivno nalogo.

Tabela 10: Eta-vrednost in Pearsonova povezanost starosti in časovno prostorskih parametrov hoje z dodatno kognitivno nalogo pri ženskah.

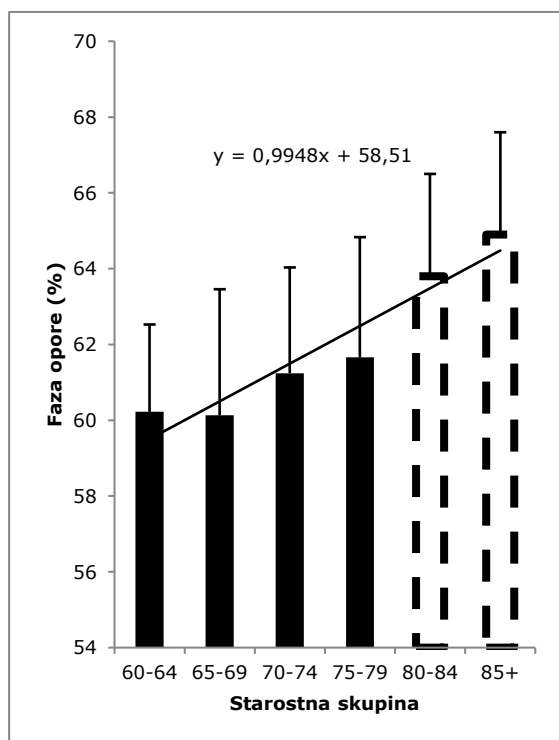
Ženske, dodatna kognitivna naloga	Eta-vrednost	Pearson
Faza opore (%)	$r = 0,243, p = 0,059$	$r = 0,232, p = 0,054$
Faza dvojne opore (%)	$r = 0,221, p = 0,049$	$r = 0,192, p = 0,037$
Dolžina koraka (cm)	$r = 0,341, p = 0,116$	$r = -0,294, p = 0,087$
Hitrost hoje (m/s)	$r = 0,282, p = 0,080$	$r = -0,248, p = 0,062$
Kadenca (koraki/min)	$r = 0,253, p = 0,064$	$r = -0,136, p = 0,018$
Širina koraka (cm)	$r = 0,222, p = 0,049$	$r = 0,161, p = 0,026$
Spremenljivost hitrosti (%CV)	$r = 0,101, p = 0,010$	$r = 0,068, p = 0,005$

3.4 Trend upadanja parametrov hoje s starostjo

V tem podpoglavju smo predstavili rezultate, ki se nanašajo na prvo hipotezo. Zanimalo nas je, ali je trend upadanja oziroma naraščanja časovno-prostorskih parametrov s starostjo linearen ali ne. Podatke smo grafično prikazali za sedem različnih parametrov, ločenih po spolu in tudi po tem, ali gre za hojo z ali brez dodatne kognitivne naloge. Vsaka oblika stolpičev ima različni pomen, in sicer:

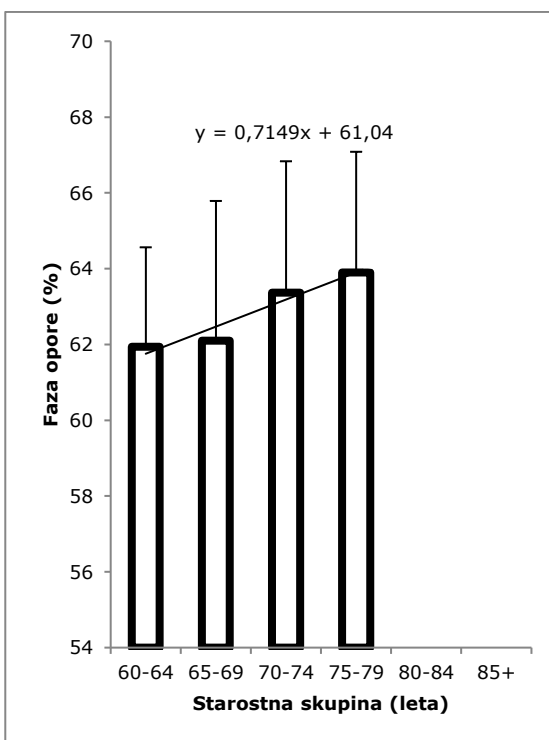
- Za moške brez dodatne kognitivne naloge so črni;
- Za moške z dodatno kognitivno nalogo so beli s črnim okvirjem;
- Za ženske brez dodatne kognitivne naloge so sivi;
- Za ženske z dodatno kognitivno nalogo so beli s pika-črta črnim okvirjem;
- Za rezultate Hollmanove študije so beli s črno črtkano obrobo (Hollman idr., 2011);
- Za rezultate van Uden in Besser so beli s črno pikčasto obrobo (van Uden in Besser idr., 2004).

Slika 1: Povezanost deleža faze opore (v % cikla koraka) normalne hoje in starosti moških.



Legenda: črni stolpci-moški brez dod. kog. nal., črna črtkana obroba (Hollman idr., 2011)

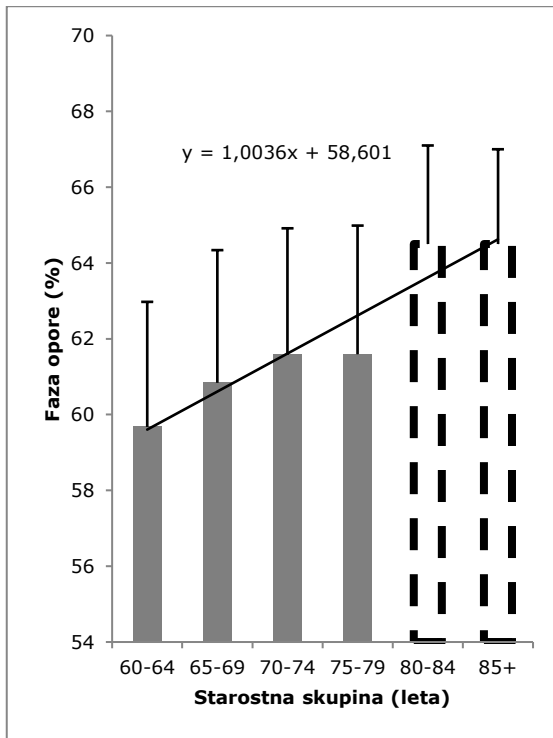
Slika 2: Povezanost deleža faze opore (v % cikla koraka) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti moških.



Legenda: beli stolpci-moški z dod. kog. nal.

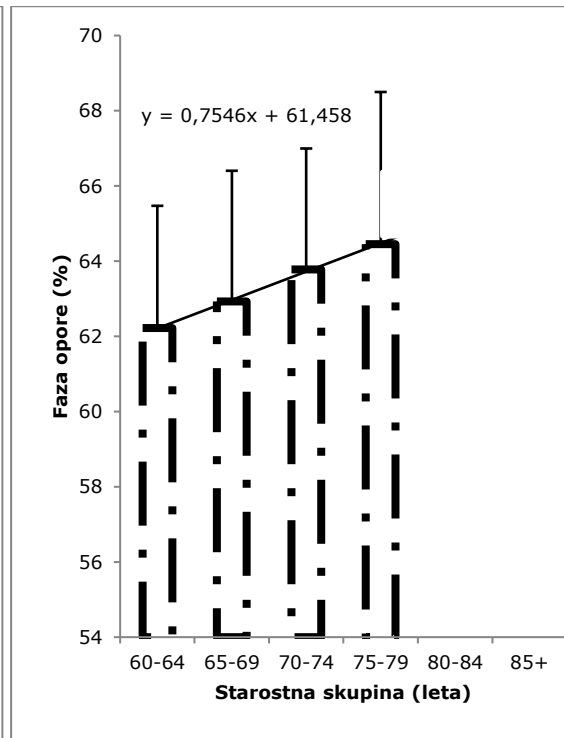
Spremenljivka faza opore (%) se pri hoji brez dodatne kognitivne naloge pri moškem spolu s starostjo povečuje. Do podobnih rezultatov smo prišli tudi pri hoji z dodatno kognitivno nalogo, kjer se faza opore prav tako linearno povečuje.

Slika 3: Povezanost deleža faze opore (v % cikla koraka) normalne hoje in starosti žensk.



Legenda: sivi stolpci-ženske brez dod. kog. nal., črna črtkana obroba (Hollman idr., 2011)

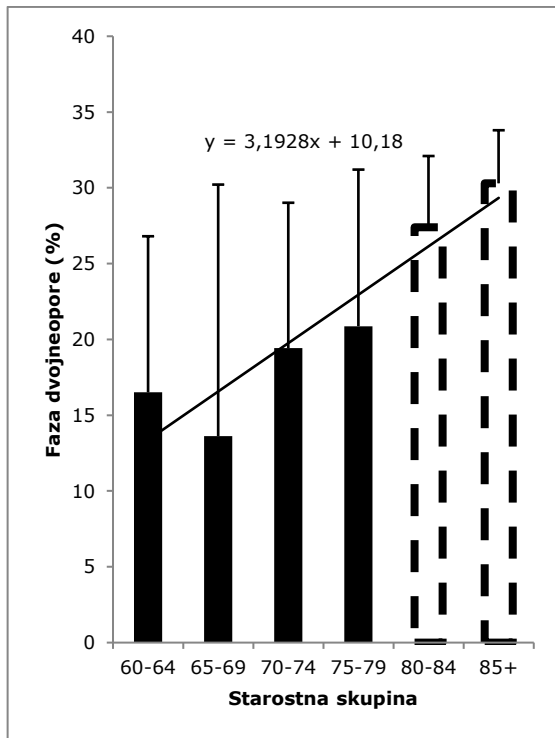
Slika 4: Povezanost deleža faze opore (v % cikla koraka) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti žensk.



Legenda: beli stolpci s pika-črta obrobo-ženske z dod. kog. nal.

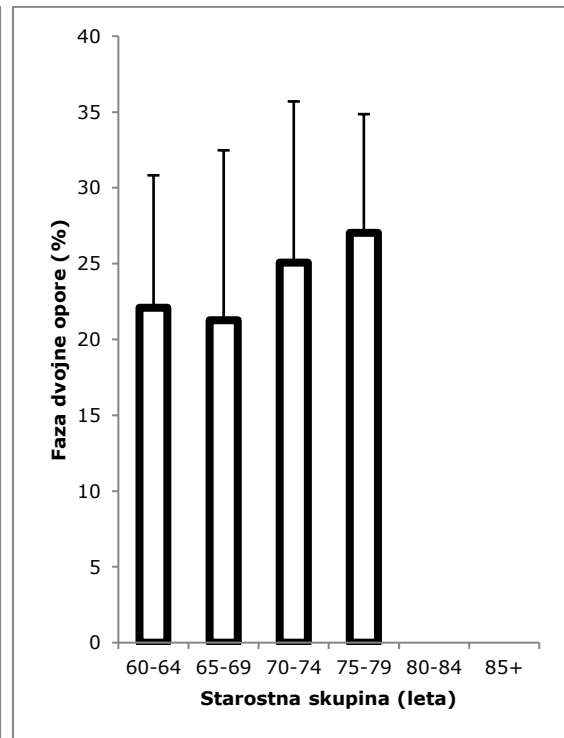
Spremenljivka faza opore (%) se pri hoji brez dodatne kognitivne naloge pri ženskem spolu s starostjo povečuje. Do podobnih rezultatov smo prišli tudi pri hoji z dodatno kognitivno nalogo, kjer se faza opore prav tako linearno povečuje.

Slika 5: Povezanost deleža faze dvojne opore (v % cikla koraka) normalne hoje in starosti moških.



Legenda: črni stolpci-moški brez dod. kog. nal., črna črtkana obroba (Hollman idr., 2011)

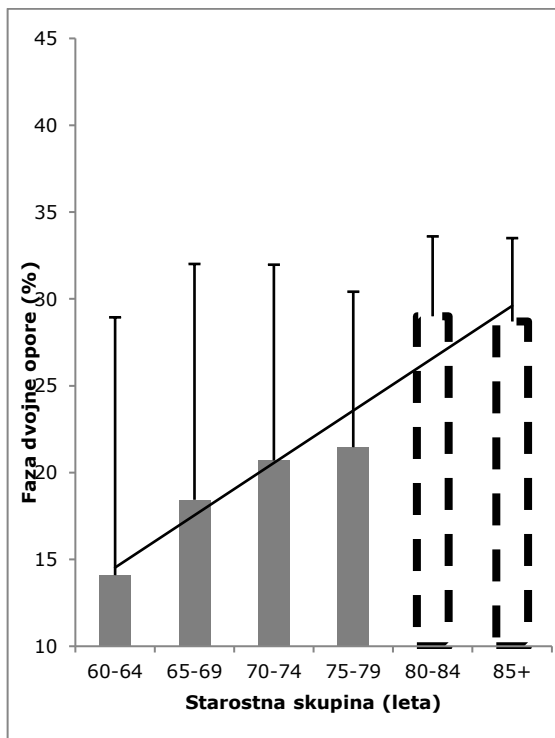
Slika 6: Povezanost deleža faze dvojne opore (v % cikla koraka) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti moških.



Legenda: beli stolpci-moški z dod. kog. nal.

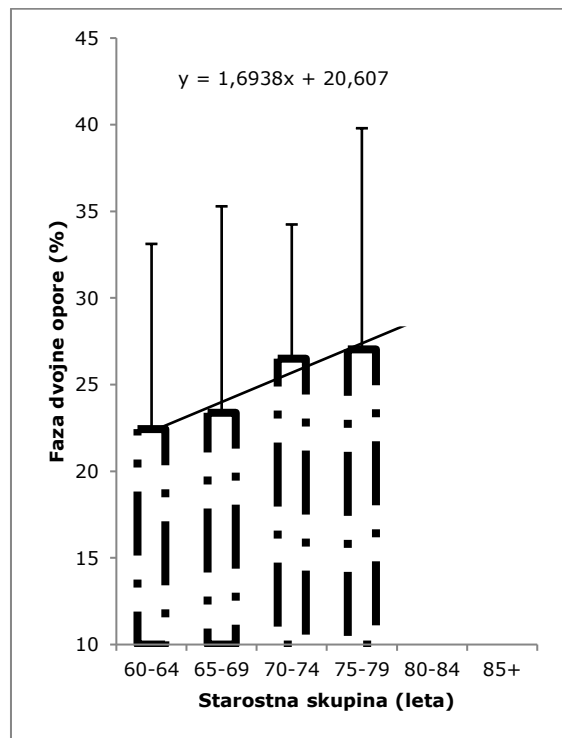
Spremenljivka faza dvojne opore (%) se pri hoji brez dodatne kognitivne naloge pri moškem spolu s starostjo linearno povečuje, pri hoji z dodatno kognitivno nalogo pa se ne povečuje linerano.

Slika 7: Povezanost deleža faze dvojne opore (v % cikla koraka) normalne hoje in starosti žensk.



Legenda: sivi stolpci-ženske brez dod. kog. nal., črna črtkana obroba (Hollman idr., 2011)

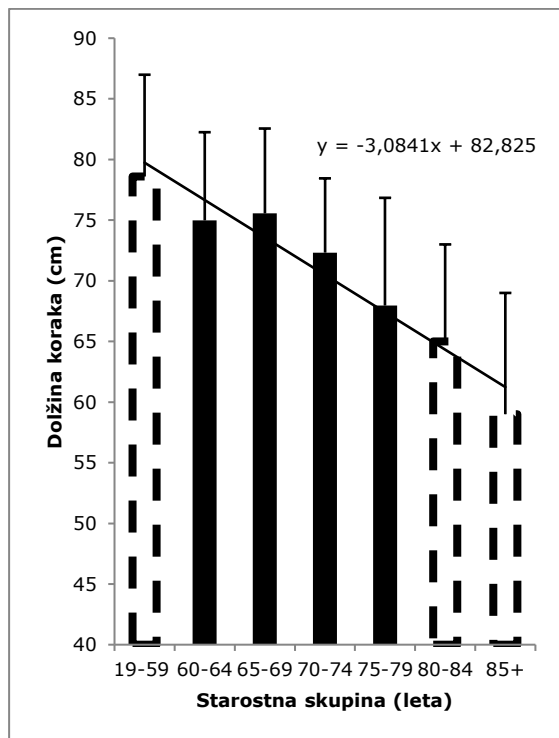
Slika 8: Povezanost deleža faze dvojne opore (v % cikla koraka) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti žensk.



Legenda: beli stolpci s pika-črta obrobo-ženske z dod. kog. nal.

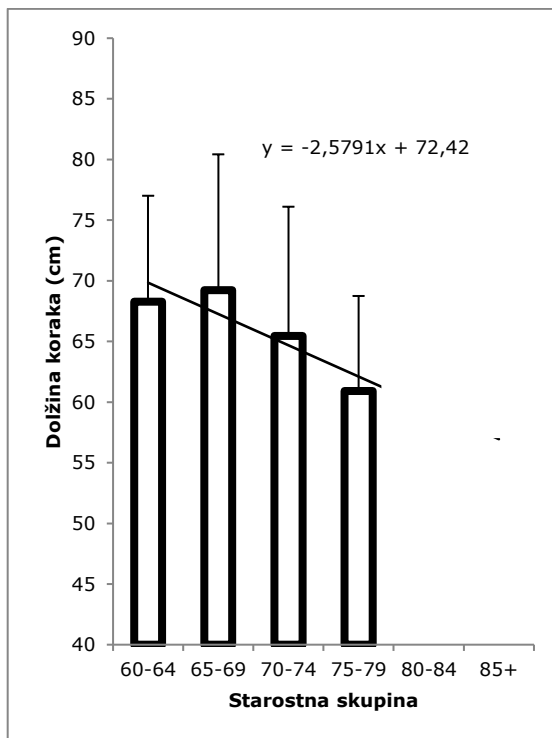
Spremenljivka faza dvojne opore (%) se pri hoji brez dodatne kognitivne naloge in pri hoji z dodatno kognitivno nalogo linearno povečuje.

Slika 9: Povezanost dolžine koraka (v cm) normalne hoje in starosti moških.



Legenda: črni stolpci-moški brez dod. kog. nal., črna črtkana obroba (Hollman idr., 2011), črna črtkana obroba 19-59 (van Uden in Besser idr., 2004)

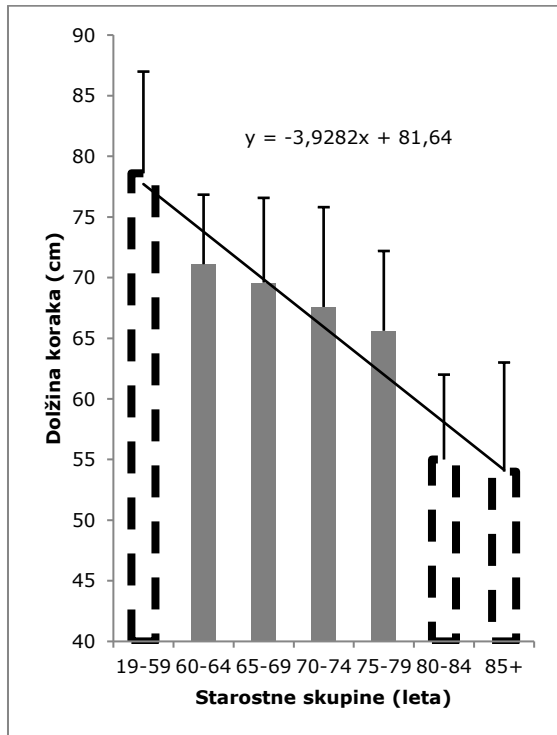
Slika 10: Povezanost dolžine koraka (v cm) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti moških.



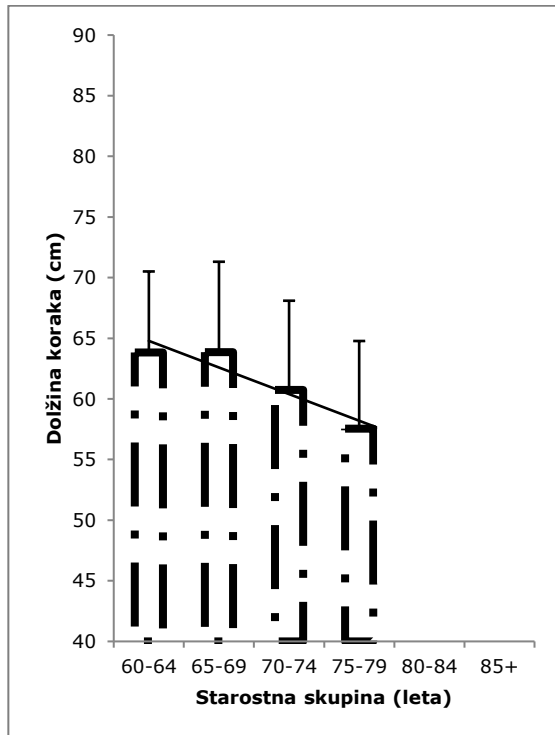
Legenda: beli stolpci-moški z dod. kog. nal.

Spremenljivka dolžina koraka (cm) se pri moškem spolu tako pri hoji brez dodatne kognitivne naloge, kot tudi pri hoji z dodatno kognitivno nalogo zmanjšuje.

Slika 11: Povezanost dolžine koraka (v cm) normalne hoje in starosti žensk.



Slika 12: Povezanost dolžine koraka (v cm) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti žensk.

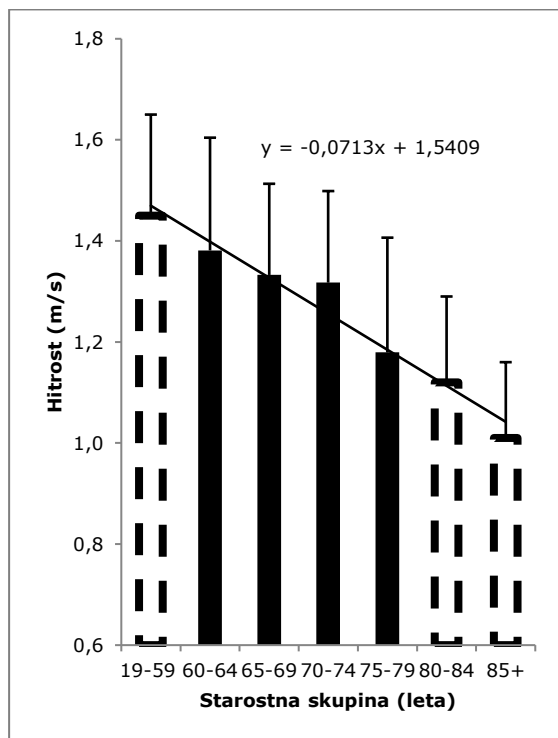


Legenda: sivi stolpci-ženske brez dod. kog. nal., črna črtkana obroba (Hollman idr., 2011), črna črtkana obroba 19-59 (van Uden in Besser idr., 2004)

Legenda: beli stolpci s pika-črta obrobo-ženske z dod. kog. nal.

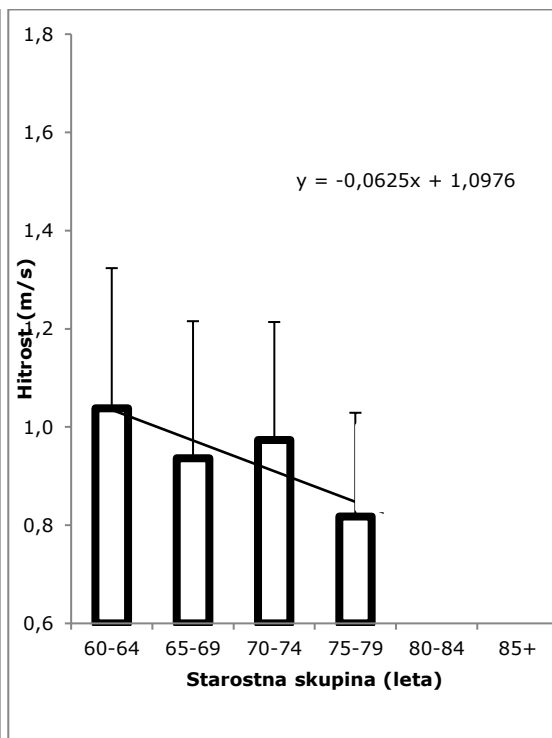
Spremenljivka dolžina koraka (cm) se pri hoji brez dodatne kognitivne naloge pri ženskem spolu s starostjo linearno zmanjšuje, prav tako pa je tudi pri hoji z dodatno kognitivno nalogo.

Slika 13: Povezanost hitrosti (v m/s cikla hoje) normalne hoje in starosti moških.



Legenda: črni stolpci-moški brez dod. kog. nal., črna črtkana obroba (Hollman idr., 2011), črna črtkana obroba 19-59 (van Uden in Besser idr., 2004)

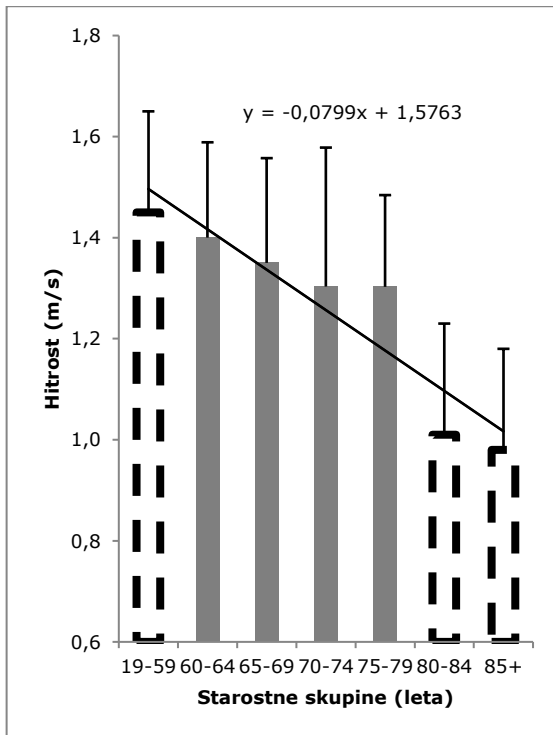
Slika 14: Povezanost hitrosti (v m/s cikla hoje) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti moških.



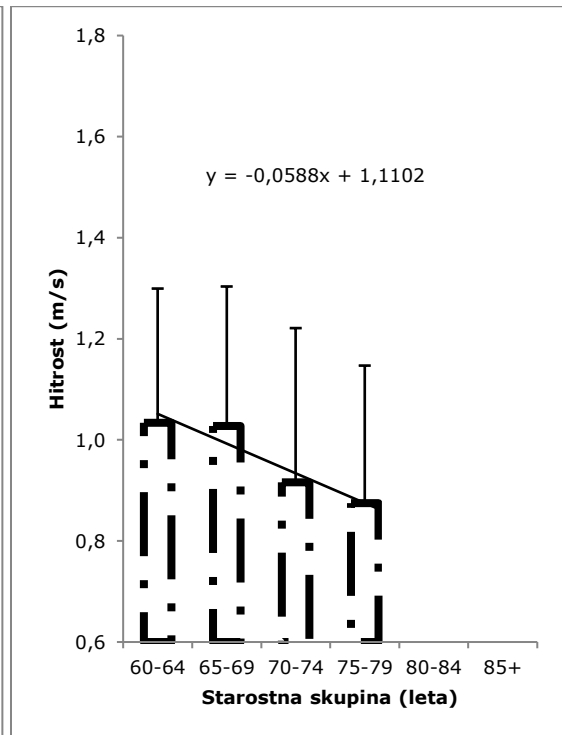
Legenda: beli stolpci-moški z dod. kog. nal.

Spremenljivka hitrost (m/s) se pri hoji brez dodatne kognitivne naloge pri moškem spolu s starostjo linerno zmanjšuje, pri hoji z dodatno kognitivno nalogo pa zmanjševanje ni linearno.

Slika 15: Povezanost hitrosti (v m/s cikla hoje) normalne hoje in starosti žensk.



Slika 16: Povezanost hitrosti (v m/s cikla hoje) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti žensk.

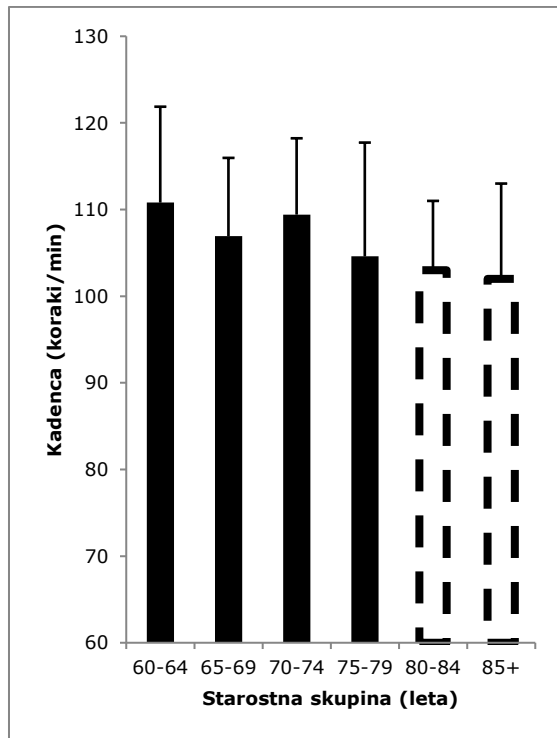


Legenda: sivi stolpci – ženske brez dod. kog. nal., črna črtkana obroba (Hollman idr., 2011), črna črtkana obroba 19-59 (van Uden in Besser idr., 2004)

Legenda: beli stolpci s pika-črta obrobo – ženske z dod. kog. nal.

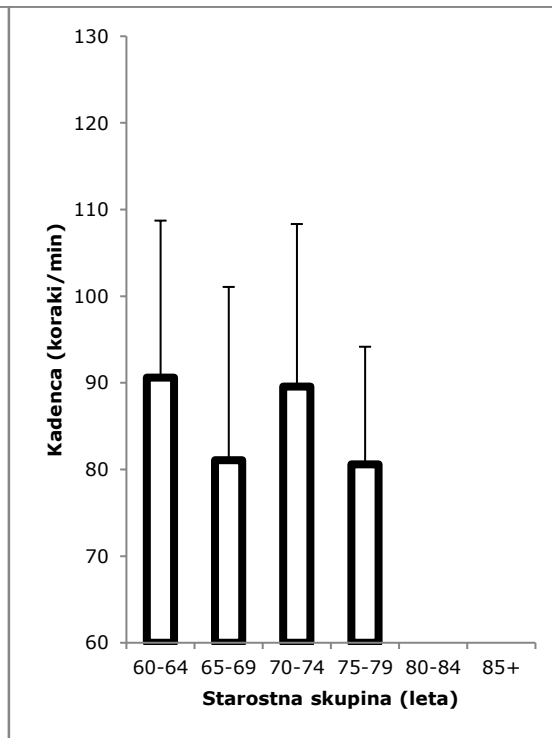
Spremenljivka hitrost (m/s) se pri ženskem spolu pri hoji brez dodatne kognitivne naloge s starostjo zmanjšuje – signifikantno se začne zmanjševati po 60. letu starosti, pri hoji z dodatno kognitivno nalogo pa po 70. letu starosti.

Slika 17: Povezanost kadenca (v koraki/min cikla hoje) normalne hoje in starosti moških.



Legenda: črni stolpci-moški brez dod. kog. nal., črna črtkana obroba (Hollman idr., 2011)

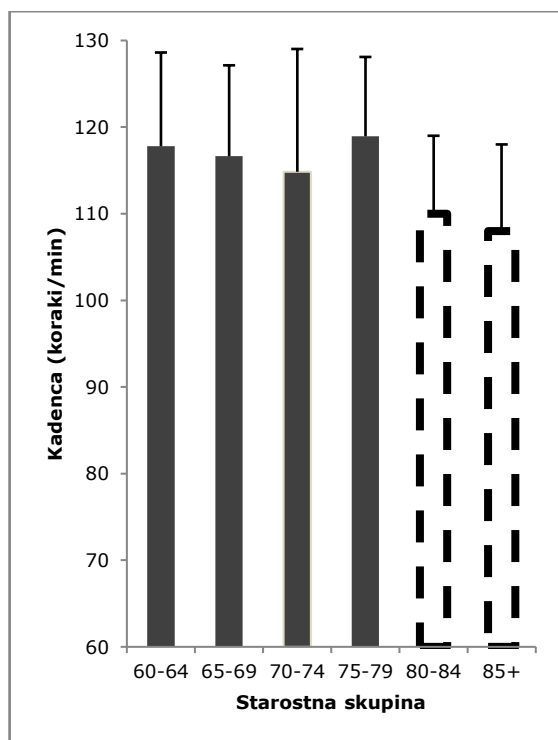
Slika 18: Povezanost kadenca (v koraki/min cikla hoje) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti moških.



Legenda: beli stolpci-moški z dod. kog. nal.

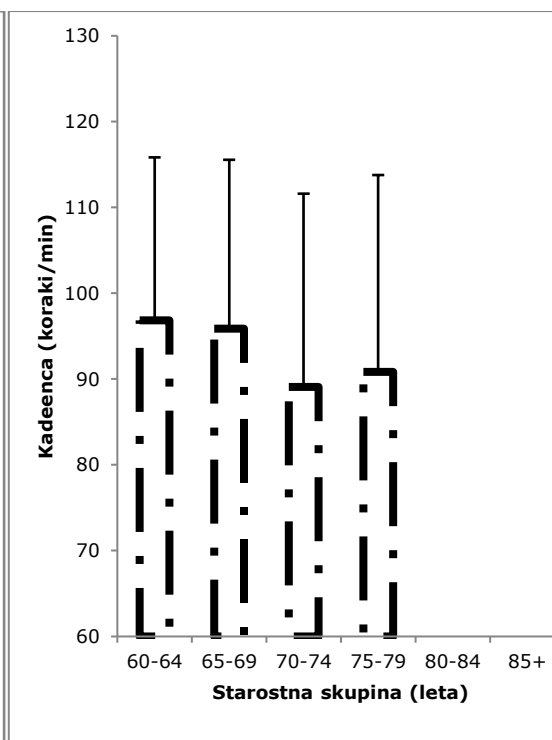
Spremenljivka kadenca (koraki/min) se pri hoji brez dodatne kognitivne naloge in pri hoji z dodatno kognitivno nalogo pri moškem spolu s starostjo ne spreminja.

Slika 19: Povezanost kadenca (v koraki/min cikla hoje) normalne hoje in starosti žensk.



Legenda: sivi stolpci-ženske brez dod. kog. nal., črna črtkana obroba (Hollman idr., 2011)

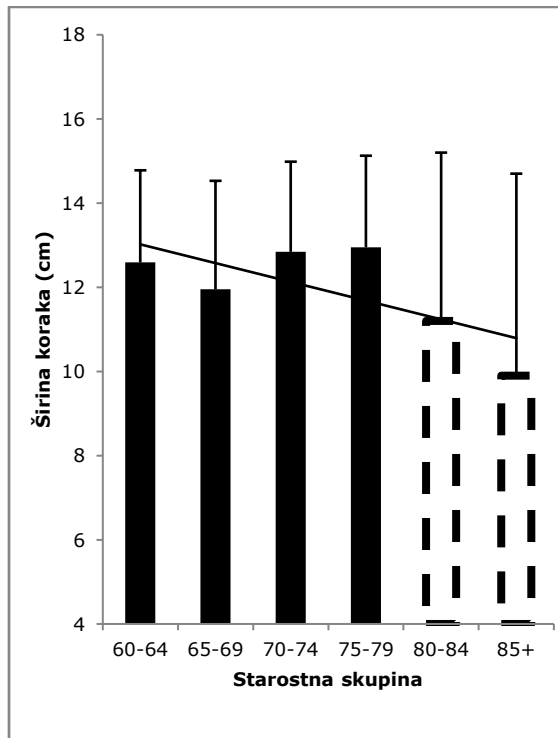
Slika 20: Povezanost kadenca (v koraki/min cikla hoje) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti žensk.



Legenda: beli stolpci s pika-črta obrobo-ženske z dod. kog. nal.

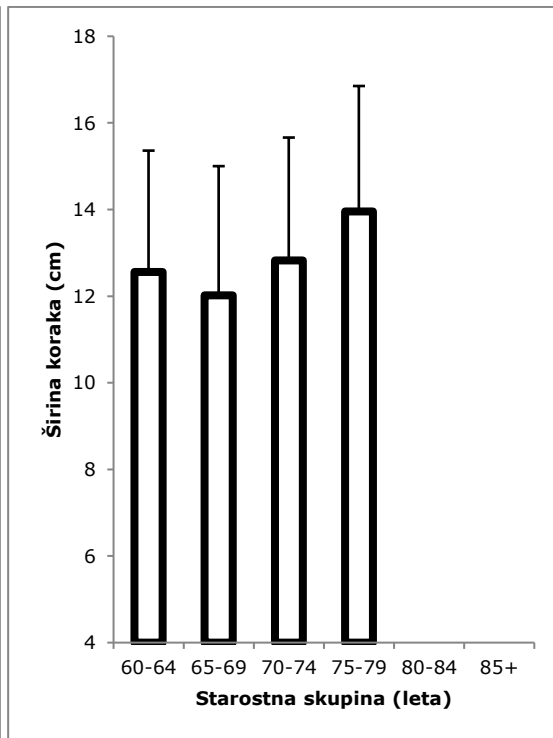
Spremenljivka kadenca (koraki/min) se pri hoji brez dodatne kognitivne naloge in pri hoji z dodatno kognitivno nalogo pri ženskem spolu s starostjo ne spreminja.

Slika 21: Povezanost širine koraka (v cm) normalne hoje in starosti moških.



Legenda: črni stolpci-moški brez dod. kog. nal., črna črtkana obroba (Hollman idr., 2011)

Slika 22: Povezanost širine koraka (v cm) hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti moških.

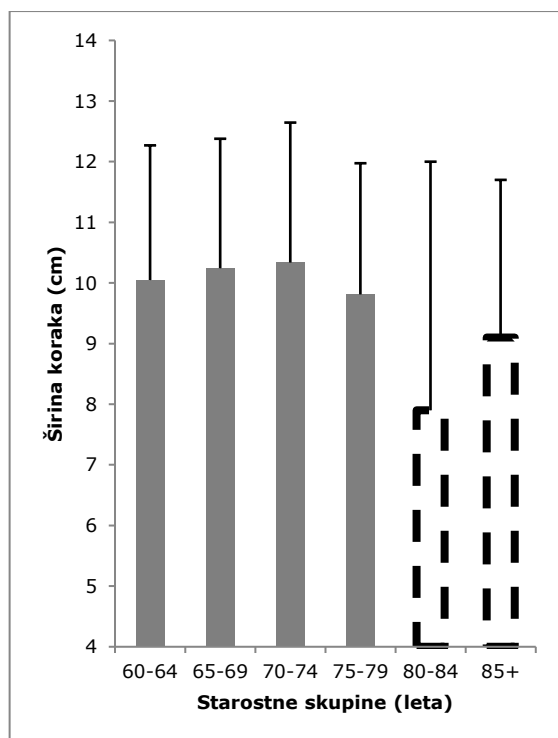


Legenda: beli stolpci-moški z dod. kog. nal.

Spremenljivka širina koraka (cm) se pri hoji brez dodatne kognitivne naloge in pri hoji z dodatno kognitivno nalogo pri moškem spolu s starostjo linearno ne povečuje niti ne zmanjšuje.

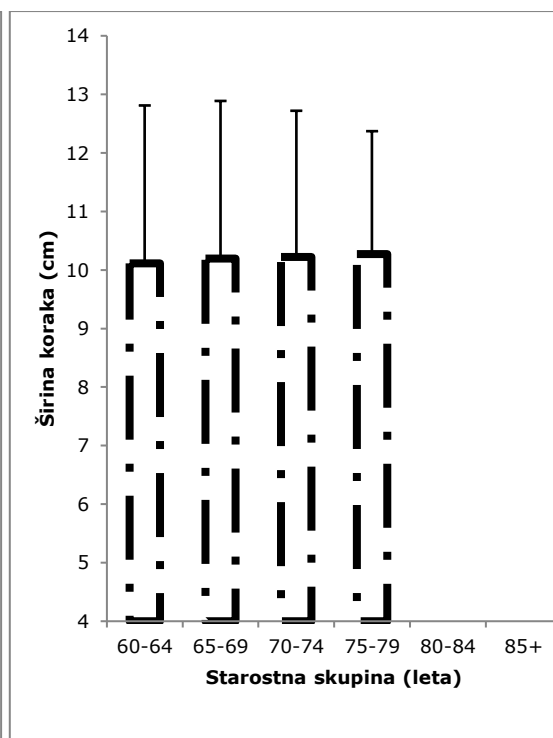
Slika 23: Povezanost širine koraka (v cm)

normalne hoje in starosti žensk.



Slika 24: Povezanost širine koraka (v cm)

hoje z dodatno kognitivno nalogo in starosti žensk.



Legenda: sivi stolpci-ženske brez dod. kog. nal., črna črtkana obroba (Hollman idr., 2011)

Legenda: beli stolpci s pika-črta obrobo-ženske z dod. kog. nal.

Spremenljivka širina koraka (cm) se pri hoji brez dodatne kognitivne naloge pri ženskem spolu s starostjo linearno ne spreminja. Pri hoji z dodatno kognitivno nalogo pri ženskah pa med starostnimi skupinami pride le do manjših odstopanj.

4 DISKUSIJA

V diplomski nalogi smo raziskovali, kako se časovno-prostorski parametri spreminjajo pri osebah starejših od 60 let in kakšna je razlika pri normalni hoji in hoji z dodatno kognitivno nalogo.

Ugotovili smo, da se dolžina koraka, faza opore, faza dvojne opore in hitrost normalne hoje in hoje z dodatno kognitivno nalogo s starostjo značilno linearno spreminjajo. Dolžina koraka in hitrost hoje se s starostjo zmanjšata, čas faze dvoje opore in enojne opore pa se podaljšata. Poleg tega smo ugotovili, da se časovno prostorski parametri: faza opore, faza dvojne opore in širina koraka normalne hoje značilno razlikujejo od rezultatov iz literature pri starosti med 70 in 79 let, hkratno pa smo ugotovili da se časovno-prostorski parametri: spremenljivost hitrosti hoje in kadenca ne razlikujeta značilno. Pri normalni hoji in hoji z dodatno kognitivno nalogo pa smo dokazali, da časovno-prostorska parametra: dolžina koraka in hitrost hoje značilno linearno upadata tako pri normalni hoji kot tudi pri hoji z dodatno kognitivno nalogo.

Pri primerjavi z literaturo smo vzeli dve starostni obdobji in sicer 70-74 in 75-79 za katere smo prikazali sedem časovno-prostorskih parametrov tako za naše podatke kakor za podatke iz literature (Hollman idr., 2011). Prikazali smo fazo opore, fazo dvojne opore, dolžino koraka, hitrost, kadenco, širino koraka in varianco hitrosti. S pomočjo T-testa za en vzorec pa smo dokazali, da so si parametri pri ženskah v starostnem obdobju 70-74 let in v starostnem obdobju 75-79 let značilno različni, razen parametra spremenljivost hitrosti, ki se neznačilno razlikuje. Kadenca je značilno različna samo v starostnem obdobju med 75-79 let starosti. Pri moških se v obeh starostnih obdobjih značilno razlikujejo časovno-prostorski parametri faze opore, faza dvojne opore in širina koraka. Neznačilno razlikuje se tudi pri moških le parameter spremenljivosti hitrosti. Da prihaja do razlik med našo raziskavo in raziskavo pri Hollman idr. (2011) je možnih več dejavnikov, od vremenskih razmer, prostora meritev, in seveda tudi od načina meritev. Pri naših meritvah smo uporabili merilni sistem OptoGait, Hollman idr. (2011) pa so uporabili merilni sistem GaitRite. Razlike so prihajale pri parametru spremenljivost hitrosti, za to je lahko več možnih razlag in sicer da merjenec opazuje druge merjence kako hodijo in si pri tem določi preveliko startno hitrost in se med testiranjem že utruji, na to zopet lahko vplivajo vremenske razmere, kot je recimo sonce in vročina, saj so bile meritve opravljene v spomladanskem oziroma že skoraj v poletnem času, do razlik prihaja tudi zaradi različne fizične pripravljenosti merjencev. Menim, da bi se morala raziskava opraviti za vse na istem mestu, saj bi to morda izboljšalo rezultate.

Analizo povezanosti in linearnosti časovno-prostorskih parametrov hoje s starostjo smo naredili s pomočjo Eta-vrednosti in Pearsonove povezanosti. Analizirali smo naslednje parametre: starost, fazo opore, fazo dvojne opore, dolžino in širino koraka, hitrost hoje, kadenco in spremenljivost hitrosti hoje. Pri hoji z dodatno kognitivno nalogo za moške je iz povezanosti razvidno, da sta prav tako linearni parametri faza opore, faza dvojne opore, širina koraka in spremenljivost hitrosti, pri normalni hoji pa so linearno povezani parametri faza opore, faza dvojne opore, dolžina koraka in širina koraka. Analiza linearnosti in povezanosti časovno-prostorskih parametrov hoje pri ženskah z normalno hojo prikazuje, da podatki niso linearni. Pri hoji z dodatno kognitivno nalogo pri ženskah sta linearna parametra faza opore in spremenljivost hitrosti. Hausdorff idr., 2008 so dokazali, da se pri zdravih starejših osebah, pri hoji z dodatno kognitivno nalogo linearno naraščajo oziroma upadajo časovno-prostorski parametri hitrost hoje, nihajni čas in spremenljivost nihajnega časa. Hitrost hoje in nihajni čas linearno upadata, spremenljivost nihajnega časa pa linearno narašča (se slabša). Podatki iz literature so primerljivi našim, saj so tudi oni dokazali, da se hitrost hoje zmanjšuje. Dodati bi morali še pregled nihajnega časa in spremenljivosti nihajnega časa, vendar teh podatkov v naši raziskavi nismo pridobili.

Linearnost upada parametrov smo določili s pomočjo Eta-vrednost in Pearsonove povezanosti. Če je bila razlika večja od 0,005 potem ni bilo mogoče govoriti o linearni povezanosti, če pa je bila razlika manjša od 0,005, potem smo lahko trdili da sta parametra linearno povezana (Hollman idr., 2011). Poleg svojih podatkov smo prikazali tudi podatke pri normalni hoji za starostna obdobja 80-84 in 85+ katera smo pridobili iz literature (Hollman idr., 2011), in pri parametrih dolžina koraka in hitrost smo prikazali podatke za zdrave odrasle med 19-59 letom starosti, ki smo jih tudi pridobili iz literature (van Uden in Besser, 2004). Na podlagi povezanosti smo ugotovili, da pri ženskah, ki so hodile z normalno hojo s starostjo ni spreminjanja. Pri hoji z dodatno kognitivno nalogo pa faza opore značilno linearno narašča, spremenljivost hitrosti pa značilno linearno upada. Pri moških, ki so hodili z normalno hojo smo ugotovili da, faza opore, faza dvojne opore in dolžina koraka značilno linearno naraščajo, širina koraka pa linearno upada, pri moških, ki so hodili z dodatno kognitivno nalogo pa linearno naraščata parametra faza opore in faza dvojne opore, širina koraka in spremenljivost hitrosti pa značilno linearno upadata. S pomočjo literature (van Uden in Besser, 2004 in Hollman idr., 2011) smo dokazali, da linearno pada tako pri ženskah kot pri moških dolžina koraka in hitrost hoje. Razlog za to je strah pred padcem, manjša fizična zmogljivost in tudi večja sigurnost pri hoji. Takšen način hoje pogost pri Parkinsonovi bolezni, zraven pa je pri temu opaziti, da se noga

tal več ne dotika prvo s peto in nato s celim stopalom ampak je takoj noga postavljena na tla s celim stopalom (Friedman, 2008). Glede na literaturo smo ugotovili, da je značilno, da se s starostjo faza enojne in dvojne opore več ne glede na to ali gre za hojo brez ali hojo z dodatno kognitivno nalogo, medtem ko pa se dolžina koraka in hitrost hoje manjša. Razlog za oboje je da se s starostjo povečuje težnja po varnosti hoje, da smo s starostjo manj fizično pripravljene in nam biološke in fiziološke značilnosti staranja otežujejo hojo. Zanimiva razlika, ki se v naši raziskavi pojavlja med moškim in ženskim spolom je, da faza dvojne opore v našem vzorcu značilno narašča le pri ženskem spolu.

Zanimiva razlika, ki se v naši raziskavi pojavlja med moškim in ženskim spolom je, da faza dvojne opore v našem vzorcu značilno narašča le pri moškem spolu. Faza dvojne opore pomeni, da se nekaj časa tal dotikata obe stopali.

Rezultati pa so tudi pokazali, da je razlika med našimi meritvam in meritvami iz literature majhna. Najbolj se opazi razlika pri spremenljivosti hitrosti, fazi dvojne opore in tudi pri širini koraka. Za to je več možnosti. Sistem s katerim smo merili mi in s katerim so merili Hollman idr. (2011) se razlikujeta in tudi ne merita oba popolnoma iste parametre ampak jih imata skupnih le nekaj. Razlika je bila tudi v okolju kjer smo izvajali meritve, kot pa tudi pri velikosti vzorca.

Staranje je proces, ki prizadane vse večcelične organizme in vodi v upad življenjskih funkcij. Za staranje je značilno postopno odpovedovanje homeostaze v odsotnosti bolezni, poškodbe in njihovih posledic. Starostne spremembe se prikažejo na celotnem organizmu, kot zmanjšana sposobnost preživetja pod stresom, na posameznem organu pa kot zmanjšana delovna sposobnost, nato pa kot motena oskrba celega organizma (Poljšak, Lampe, 2011). Starost in zdravo staranje nista domeni bolezni, temveč le programirani fiziološki proces, toda ta proces lahko pospešijo različni vplivi okolja, predvsem bolezni, ki lahko povzročijo bolezensko ali prezgodnje staranje organizma (Poredoš, 2004). Dokazali smo, da so determinacijski koeficienti starosti na parametre hoje sorazmeroma nizki (<10%), kar pomeni, da le starost razloži spremembe parametrov hoje v le <10%, ostalih >90% pa drugi dejavniki, kot so npr. življenjski slog (aktivnost, prehrana, stres itn.), dedna zasnova, bolezni, itn. Posledice staranja so zmanjšano maksimalno delovanje srca, pljuč in ledvic, sprememba strukture organov, kar se kaže v večji togosti krvnih žil in opornih tkiv, upočasni se umski in telesni odziv, izgubi se sposobnost očesne leče za izostritev vida, pojavljajo se artritične spremembe in osteoporoza, izločanje hormonov se zmanjša, spolne funkcije upadejo (Poljšak, Lampe, 2011). Hkratno pa moramo

omeniti, da se z zdravim staranjem nekaj stvari pa tudi ne spremeni. Ne spreminja se naše dosedanje znanje, vse kar smo se do takrat naučili to ostaja, ne spreminja se tudi sposobnost zbranosti (koncentracije). Ne spreminja pa se tudi naš spomin za pretekle dogodke (Stones, 2014).

Kaj pa razlika med regijami? Popolnoma verjetno bi bilo, da bi lahko ugotovili razlike med regijami, v katerih smo merili, in da bi ugotovili da se rezultati hoje razlikujejo med osrednjo Slovenijo, primorsko in gorenjsko, saj ima vsak kraj svoje značilnosti, svoje možnosti za gibanje (npr, plavanje, hoja v hribe, hoja po gozdovih, tekaške in kolesarske poti).

Kaj pa spremenljivost časovno-prostorskih parametrov? Spremenljivosti časovno-prostorskih parametrov so dobri pokazatelji za zgodnje odkrivanje blažje kognitivne motnje (Nascimbeni, idr., 2015), tukaj bi lahko posvetili veliko časa le razlikovanju med spremenljivostmi časovno prostorskih parametrov saj bi to lahko nadaljnje postalo novo in hitrejše odiranje blažje kognitivne motnje, katero bi lahko predhodno omejili, da se bolezen nebi popolnoma razvila, kar bi olajšalo življenje mnogim starejšim odraslim.

Za nadaljnje raziskovanje bi bilo smiselno preveriti tudi razliko med hojo z dodatno kognitivno nalogo v literaturi in med našimi meritvami kot pa tudi raziskati razliko med rezultati po ločenih regijah. Pri nadaljnjih raziskavah, ki bi jih opravili bi bilo potrebno zagotoviti za vse regije popolnoma enake prostore za izvajanje meritev saj bi le tako prišlo do manjših odstopanj. Preveriti manjši razpon starostnih skupin saj bi le tako lahko bolj podrobno pregledala kaj je značilno za katero starostno obdobje. Hkratno pa bi uporabili v eni skupini več različnih dodatnih kognitivnih nalog in sicer bi poleg odštevanja od nekega določenega števila dodali še naštevanje živali (npr. samo sesalce, samo plazilce itn.) in naštevanje črk v abecedi nazaj (npr. ž,z,v,u,t,...).

Uporabna znanja naše raziskave so referenčne vrednosti nekaterih časovno-prostorskih parametrov normalne hoje in hoje z dodatno kognitivno nalogo, ki bodo v pomoč pri nadaljnjih raziskavah časovno-prostorskih parametrov hoje, s tem tudi pomoč pri izboljšanju življenja starejših odraslih, saj bi s tako raziskavo lahko spremljali spremembe na podlagi hoje in z njo poiskali primerno vadbo za starejše in z njo izboljšali njihove kognitivne kot tudi fizične možnosti ter preprečevali nastanka fizične krhkosti pri starejših odraslih, preprečevali padce, itn.

Briški M. Normativne vrednosti časovno-prostorskih parametrov hoje brez in z dodatno kognitivno nalogo

Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije

Raziskava, ki nas je pripeljala do takih ugotovitev nam je pokazala, da se s starostjo veliko parametrov poslabšuje, da pa bi to lahko v največji meri upočasnili je pomembno da se veliko ukvarjamo s športno aktivnostjo, poleg tega pa moramo tudi dobro skrbeti za svoje telo s primerno prehrano, hkratno pa moramo svojim možganom iz dneva v dan zadajati nove naloge, saj je to način, da se naše kognitivne in fizične sposobnosti počasneje poslabšujejo.

5 ZAKLJUČEK

Diplomsko nalogo smo napisali z namenom pridobiti referenčne vrednosti časovno-prostorskih parametrov hoje brez in z dodatno kognitivno nalogo, nato preveriti, ali se rezultati pri izbranem vzorcu starejših odraslih (med 60. in 80. letom starosti) statistično značilno razlikujejo od rezultatov v literaturi in nazadnje ugotoviti, kateri časovno-prostorski parametri pri izbranem vzorcu s starostjo statistično značilno upadajo.

Prvo hipotezo, v kateri smo trdili, da se rezultati časovno-prostorskih parametrov hoje brez dodatne kognitivne naloge ne bodo značilno razlikovali od tistih podatkov, ki smo jih zasledili v dosedanjih znanstvenih publikacijah. Hipotezo lahko sprejmemo, saj so naši preiskovanci dosegli podobne rezultate kot tisti iz že objavljene literature.

Drugo hipotezo, ki pravi, da pri normalni hoji in hoji z dodatno kognitivno nalogo značilno upadata časovno prostorska parametra dolžina koraka in hitrost hoje lahko potrdimo, saj smo s pomočjo eta-vrednosti in Pearsonove korelacije dokazali, da s starostjo značilno linearno upada tako dolžina koraka kot tudi hitrost hoje.

6 LITERATURA

Accetto, B. (1987) *Starost in staranje: Osnove medicinske gerontologije*. Ljubljana: Cankarjeva založba.

Banich, M.T. (2004). *Cognitive neuroscience and neuropsychology*. Second edition. Boston: Houghton Mifflin Company.

Beauchet., O. in Berrut, G. (2006): *Marche et double tache: definition, interets et perspectives chez le sujet age*. Service de gerontologie clinique, CHU de Saint-Etienne, Service de gerontologie clinique, CHU d'Angers. Psychologie & NeuroPsychiatrie du vieillissement, vol. 4, no. 3, Septembre

Berčič, H. (2002): *Redno športno-rekreativno udejstvovanje je eden od temeljev uspešnega staranja*. Šport, 50(2), 26-31.

Besser, C. JT. (2004). *Test-retest reliability and spatial gait characteristics measured with an instrumented walkway system (GAITRite)*. BMC Musculoskeletal Disorders. Nijmegen. The Netherlands

Bherer, L., Ericson, K. I. in Liu-Ambrose, T. (2013). *A Review of the Effects of Physical Activity an Exercise on Cognitive and Brain Functions in Older Adults*. Journal of Aging Research, Article ID 657508, 8 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/657508>.

Bilban, M. (2005). *Telesna dejavnost za ohranjanje zdravja in preprečevanja poškodb*. V: Bilban, M. Zdrava poznejša leta. Ljubljana: Olimpijski komite Slovenije – združenje športnih zvez.

Burger, H. (1999). *Telesna aktivnost v starosti*. V: marinček, Č. *Rehabilitacijska medicina v starosti*. Ljubljana: Inštitut RS za rehabilitacijo.

Dolenc, A. (2007): *Vadba za starejše osebe z zmanjšano mobilnostjo*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport. 36-42.

Doupona Topič, M., Petrović, K. (2007). *Šport in družba, sociološki vidik*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Grizold, V. (2010). *Pomen telesne dejavnosti v starosti. Kakovostna starost: časopis za socialno gerontologijo in gerontagogiko*.

Guedes, R. D., Dias, R. C., Pereira, L. S. M., Silva, S. L. A. in Lustosa, L. P. (2014). *Influence of dual task and farilty on gait parameters of older community-dwelling individuals*. Brazilian Journal of Physical Therapy, 18(5): 445-452.

Hausdorff, J. M., Schweiger, A., Herman, T., Yogev-Seligmann, G. in Giladi, N. (2008). *Dual Task Decrements in Gait among Healty Older Adults: Contributing Factors*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 63(12), 1335-1343.

Hollman, J. H., McDade, E. M. in Petersen, R. C. (2011). *Normative Spatiotemporal Gait Parameters in Older Adults*. Gait Posture, 34(1), 111-118.

Hoops, S., Nazem, S., Siderowd, A.D., Duda, J.E., Xie, S.X., Stern, M.B. in Weintraub, D. (2009). *Validity of the MoCA and MMse in the detection of MCI and dementia in Parkinson disease*. Neurology, 73(21), 1738-1745

Judge, J. O. (2013): *Gait Disorders in the Elderly*. Merck Sharp & Dohme Corp., a subsidiary of Merc & Co., Inc., Kenilworth, NJ, USA

Jurdana, M., Poklar Vratovec, T. in Peršolja Čeme M. (2011). *Razsežnosti kakovostnega staranja*. Koper: Univerzitetna založba Annales.

Kastenbaum, R. (1985) *Staranje*. Murska Sobota: Pomurska založba; Centralni zavod za napredek gospodinjstva.

Lindenberger, U., Marsiske, M. in Baltes P. B. (2000), *Memorizing While Walking: Increase in Dual-Task Costs From Young Adulthood to Old Age*. Psychology and Aging, 15(3), 417-436.

Lienhard, K., Schneider, D. in Maffiuletti, N. A. (2012). *Validity of the Optogait photoelectric system for the assessment of spatiotemporal gait parameters*. Medical Engineering & Physics, JJBE-2141, 1-5

- Briški M. *Normativne vrednosti časovno-prostorskih parametrov hoje brez in z dodatno kognitivno nalogo*
Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije
Marušič, U., Gerževič, M. (2016). *Razvoj elementarnega gibanja vzorca hoje*.
V: Plevnik, M., Pišot, R. *Razvoj elementarnih gibalnih vzorcev v zgodnjem otroštvu*,
(Knjižnica Annales Kinesiologie). Koper: Univerzitetna založba Annales, str 67-82.
- Marušič, U., giordani, B., Meeusen, R., Kavcic, V., Gerževič, M., Pišot, R. (2015).
*Computerized Spatial Navigation Training During 14 Days of Bed Rest in Healthy
Older Adult Men: Effect on Gait Performance*. *Psychology and Ageing*; 30(2): 334-
340
- Murphy, S. (2006). *Zdravi in aktivni, hoja*. Tržič: Učila International.
- Nascimbeni, A., Caruso, S., Salatino, A., Carenza, M., Rigano, M., Raviolo, A., Ricci,
R. (2015): *Dual task-related gait changes in patients with mild cognitive
impairment*. *Functional Neurology*; 30(1): 59-65
- Novak, T. (2011). *V telesne vadbe na kvaliteto življenja starostnikov*. Doktorska
disertacija, Ljubljana: Pedagoška fakulteta.
- Poljšak, B., Lampe, T. (2011). *Proces staranja: vzroki, posledice, ukrepi*. Aktivno in
zdravo staranje, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta.
- Poredoš, P. (2004). *Zdravstveni problemi starostnikov*. Klilinični oddelek za žilne
bolezni, Klinični center, Ljubljana, 73: 753-6.
- Prince, F., Corriveau, H., Hébert, R. in Winter, D. A. (1997). *Gait in the elderly*. Gait
and Posture Laboratory, Sherbrooke Geriatric University Institute, University of
Sherbrooke, Sherbrooke, QC J1H 4C4, Canada, Departmen of Kineziology,
University of Waterloo, Canada. *Gait and Posture* 5, 128-135
- Tomori, M. (1998). *Pogled od znotraj – samopodoba v starosti*. V: Bilban, M. *V
mladosti misli na starost*. Ljubljana: Društvo za zdravje srca in ožilja Slovenije.
- Turk, J. in Bobnar-Najzer, E. (2005). *Zdrava poznejša leta: Naj bodo tudi lepa*.
Ljubljana: Društvo za zdravje srca in ožilja Slovenije.
- Van Uden, C. JT in Besser, M. P. (2004). *Test-retest reliability of temporal and spatial
gait characteristics measured with an instrumental walkway system (GAITRite)*.
BMC Musculoskeletal Disorders, 13(5)

Verghese, J., Holitzer, R., Lipton, R. B., Wang, C. (2009). *Quantative Gait Markers and Incident Fall Risk in Older Adults*. Journal of Gerontology: Medical Sciences. ;Vol. 64(A), No.8, 896-901.

Vogel, T., Brechat, P.H., Lepretre, P. M., Kaltenbach, M., Lonsdorfer, J. (2009). *Health Benefots of Physical Activity in Older Patients*. Int J Clin Pract.; 63(2): 303-320

Wan, M., Wong, R. (2014). *Benefits of exercise in the elderly*. CGS journal of CME. Vol. 4, iss. 1