

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

ZAKLJUČNA NALOGA

ZAVIRANJE NAPREDOVANJA PARKINSONOVE
BOLEZNI PRI STAROSTNIKIH S POMOČJO PLESA

PETRA PIRC

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Zaključna naloga

**Zaviranje napredovanja Parkinsonove bolezni pri starostnikih
s pomočjo plesa**

(Dance as a method for minimizing prolonged effects of Parkinson's disease in
the elderly)

Ime in priimek: Petra Pirc

Študijski program: Biopsihologija

Mentor: prof. dr. Gorazd Drevenšek

Koper, december 2018

Ključna dokumentacijska informacija

Ime in PRIIMEK: Petra PIRC

Naslov zaključne naloge: Zaviranje napredovanja Parkinsonove bolezni pri starostnikih s pomočjo plesa

Kraj: Koper

Leto: 2018

Število listov: 47

Število slik: 4

Število referenc: 186

Mentor: prof.dr. Gorazd Drevenšek

Ključne besede: Parkinsonova bolezen, dopamin, motorični simptomi, ples, staranje

Izvelek:

Parkinsonova bolezen je nevrodegenerativna napredujoča bolezen, dandanes zelo razširjena med starostniki. Zanj še ni bil odkrit niti vzrok niti način, ki bi lahko dolgoročno odpravil njene simptome, slednji izvirajo iz pomanjkanja dopaminskih živčnih celic. V nalogi smo se osredotočili na ples, kot eno izmed alternativ ob zdravljenju Parkinsonove bolezni. Ples je v nalogi obravnavan kot primeren način opolnomočenja, lajša tudi simptome bolezni. Naloga omogoča vpogled v učinke plesa na staranje in Parkinsonovo bolezen, ki so opisani za področje motoričnih (gibalnih) in kognitivnih (miselnih) sposobnosti, psihosocialne komponente in čutnega zaznavanja (senzorike). Ples je telesno gibalna aktivnost, ki je po primerjanju več študij uspela upočasniti staranje in zavirati napredujoče stanje Parkinsonove bolezni, vendar ni odpravila simptomov bolezni. Večji poudarek v nalogi je na plesni vadbi s tangom, ki je bila med najuspešnejšimi metodami za zaviranje napredovanja simptomov Parkinsonove bolezni pri skupini starostnikov.

Key words documentation

Name and SURNAME: Petra PIRC

Title of the final project paper: Dance as a method for minimizing prolonged effects of Parkinson's disease in the elderly

Place: Koper

Year: 2018

Number of pages: 47 Number of figures: 4

Number of references: 186

Mentor: Prof. Gorazd Drevenšek, PhD

Keywords: Parkinson's disease, dance, aging, dopamine, motor symptoms

Abstract:

Nowadays is considered that neurodegenerative progressive disease as Parkinson's affects mostly the elderly. There is still a need to find a cure for Parkinson's disease that would minimize prolonged development of symptoms, which arise from lack of dopamine. Dance is appropriate method already used for elderly to fulfil healthy way of aging and could be used besides pharmacological therapy as an alternative activity, which successfully reduces symptoms of Parkinson's disease. In thesis we describe effects of dance activity on aging and Parkinson's disease through motor functions, cognition, psychosocial component and sensory functions. Dance activity is based on body movement, which was confirmed as successful method used for minimizing prolonged effects of aging and Parkinson's disease. There is still lack of evidence that would entirely confirm long-term elimination of symptoms in Parkinson's disease. We highlighted dance activity with tango as optimistic and valid method for minimizing prolonged effects of Parkinson's disease in the elderly.

ZAHVALA

Zahvaljujem se družini, da mi je omogočila miren zaključek študijske poti med pisanjem zaključne naloge in razumela mojo odsotnost. Vsem prijateljem, ki so me motivirali in razumeli mojo nedosegljivost.

Zahvaljujem se tudi mentorju, ki je s svojo strokovnostjo in časom pripomogel, da ima zaključna naloga strokovno noto.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
2	PARKINSONOVA BOLEZEN	2
2.1	Epidemiologija Parkinsonove bolezni (PB).....	2
2.2	Motorični simptomi	3
2.2.2	Nestabilnost oseb s PB kot posledica motene povezave z izvršilnimi funkcijami .	4
2.3	Nemotorični simptomi	5
2.3.2	Spremenjeno čustvovanje oseb s PB	5
2.4	Farmakološke in nefarmakološke terapije zdravljenja PB	6
3	PARKINSONOVA BOLEZEN IN STARANJE	6
3.1	Staranje	6
3.1.1	Povezava staranja in PB z motoričnimi simptomi	7
3.1.2	Povezava staranja in PB z nemotorični simptomi.....	7
3.2	Upad beline in sivine pri starostnikih s PB.....	8
3.3	Nevrobiološka razlaga in povezanost staranja s PB	8
3.3.1	Prisotnost oksidativnega stresa in prostih radikalov pri staranju in PB.....	9
3.3.2	Oksidativni stres kot zaviralec delovanja mitohondrijske funkcije pri starostnikih in nevrodegenerativnih boleznih kot je PB	10
3.3.3	Posebnost delovanja oksidativnega stresa pri osebah in starostnikih s PB.....	10
3.4	Sedeči način življenja starostnikov in oseb s PB	11
4	TELESNA AKTIVNOST ZA STAROSTNIKE IN PB.....	12
4.1	Telesna aktivnost za starostnike	12
4.1.1	Učinkovanje telesne aktivnosti na kognitivne sposobnosti	12
4.2	Telesna aktivnost za PB	13
4.3	Strukturirana aerobna telesna aktivnost za starostnike s PB.....	14
5	PLES.....	14
5.1	Glasba in ples.....	15
5.2	Ples in plastičnost možganov	16
5.3	Terapevtski pomen plesne aktivnosti za starostnika.....	16
5.4	Učinkovanje strukturirane plesno aerobne aktivnosti.....	17
5.4.1	Spodbujanje delovanja mitohondrija pri starostnikih s plesno aktivnostjo	17
6	ZAVIRANJE PB PRI STAROSTNIKIH S PLESOM.....	18
6.1	Učinki plesne aktivnosti na motorične simptome PB.....	18
6.1.1	Izboljšanje ravnotežja in zaviranje padcev pri osebah in starostnikih s PB s pomočjo plesa.....	19
6.2	Terapevtski učinki opazovanja in glasbe na motorične simptome	19
6.2.1	Ples kot družabna aktivnost izboljšuje motorične simptome starostnikov s PB...	20
6.3	Učinki plesne aktivnosti na nemotorične simptome PB	20

6.3.1	Učinki plesa na kognitivne sposobnosti starostnikov s PB.....	21
6.3.2	Učinki plesa na družabno življenje starostnikov s PB	21
6.3.3	Zadovoljujoča plesna aktivnost zmanjša depresivno razpoloženje starostnikov s PB.....	22
6.4	Povečanje prostornine sivine in beline pri starostnikih s PB s pomočjo plesa	22
7	TANGO	23
7.1	Tango kot partnerski ples.....	23
7.2	Vpliv glasbe z menjavanjem ritma pri tangu na simptome PB.....	23
7.3	Nevrobiološke spremembe po tangu.....	24
7.4	Tango in motorični simptomi starostnikov s PB	24
7.5	Tango in nemotorični simptomi starostnikov s PB.....	25
8	ZAKLJUČEK	26
9	LITERATURA IN VIRI.....	28

KAZALO SLIK

<i>Slika 1.</i> Izvor in prikaz motoričnih simptomov Parkinsonove bolezni zaradi izgube celic v črni substanci (povzeto po Schwab, 2016)..	3
<i>Slika 2.</i> PB poznana kot bolezen ne avtomatskega in ne kontroliranega gibanja (povzeto po Vandenbossche, idr., 2013)..	4
<i>Slika 3.</i> Izguba dopamina v črni substanci sproži motorične simptome (povzeto po Could Dopaminergic Neurons be Regrown in Parkinson's Patients, 2016)..	9
<i>Slika 4.</i> Vloga možganskega vnetja, mitohondrija, oksidativnega stresa in izgube dopamina (povzeto po Blesa, idr., 2015).....	11

1 UVOD

V sodobnem svetu je število starostnikov vedno večje, s tem pa narašča tudi pojavnost nevroloških bolezni, ki jih prinaša proces staranja (Buchman, Wilson, Shulman, Leurgans, Schneider in Bennett, 2016; Hackney in McKee, 2014). Staranje vse pogostejše spremljajo nevrološke bolezni, kot so demenca, možganska kap ali Parkinsonova bolezen (v nadaljevanju PB), za katere učinkovitega zdravila, ki bi ozdravil omenjena nevrološka stanja, še ni. S staranjem se upočasni delovanje našega telesa, vendar z načinom življenja lahko prispevamo k ohranjanju funkcionalnosti in samostojnosti bolnikov starostnikov.

Tudi nevrodegenerativne napredujoče bolezni so ovira za samostojno delovanje zlasti starejše populacije, ki postane odvisna od mlajše generacije in predstavlja svetovni problem za celotno družbo. Predpisana zdravljenja za nevrološko napredujoče bolezni zdravijo simptome in zavirajo napredovanje bolezni, vendar so zdravila za dolgotrajne učinke premalo. Bolniki s PB in njihovi svojci vse pogostejše pristopajo k dopolnjujočim alternativnim terapijam, s katerimi poleg predpisanih zdravil poskušajo še dodatno zavirati napredovanje bolezni. V porasti so telesne aktivnosti, joga, taj čí, ples, ipd.

PB je druga najpogostejša nevrološka napredujoča bolezen za Alzheimerjevo demenco, ki je diagnosticirana pri starejših odraslih in jo povezujemo s staranjem. Staranje zato predstavlja obdobje večje pojavnosti razvoja PB (Kumar, idr., 2012; Reeve, idr., 2013). S spoznavanjem PB in starostnikov želimo družbo ozavestiti, da PB ne moremo preprečiti, temveč moramo večji poudarek nameniti ohranjanju samostojnosti oseb in starostnikov s PB. Dobiti želimo vpogled v ples in njegovo zaviranje simptomatike PB pri starostnikih, ki jim težave povzročajo tudi druge biološke spremembe v procesu staranja.

Ples s svojo vsestranskostjo vpliva na psihosocialno, motorično, čutno, kognitivno in čustveno funkcionalnost človeka (Kattenstroth, idr, 2010; Kattenstroth, 2013; Lovatt, 2018; Michels, Dubaz, Hornthal in Bega, 2018). Zlasti tango se je izkazal za učinkovito gibalno, socialno in miselno aktivnost, ki ohranja stabilnost upada funkcij pri PB (Earhart, 2009). V zaključni nalogi bomo opisali simptomatiko PB in učinkovanje plesne vadbe na motorične in nemotorične simptome starejše populacije s PB. Posebno poglavje je namenjeno terapevtski plesni vadbi s tangom in njeno učinkovanje na populacijo starostnikov s PB.

V zaključni nalogi želimo odgovoriti na vprašanje, kako lahko napredovanje PB pri starostnikih zaviramo s pomočjo plesa.

2 PARKINSONOVA BOLEZEN

2.1 Epidemiologija Parkinsonove bolezni (PB)

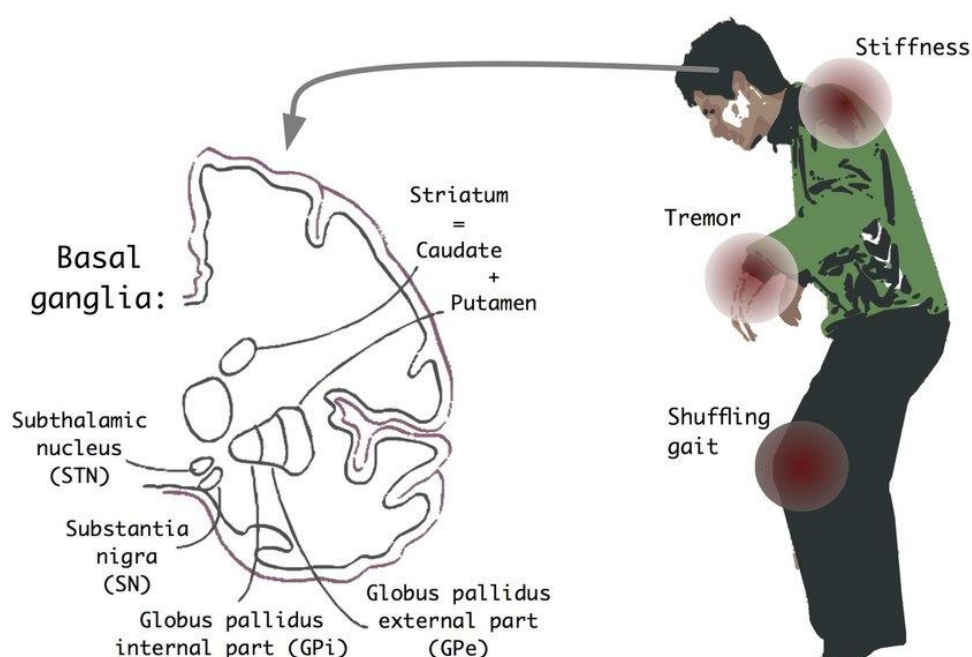
PB je napredujoča nevrolška bolezen osrednjega živčnega sistema, ki prizadane področje gibanja, kognitivnih in čustvenih procesov ter zmanjša bolnikovo kakovost življenja (Gruszka, Hampshire, Barker in Owen, 2017; Hackney in Earhart, 2009a; Park in Stacy, 2009; Pozorski, idr., 2018; Ventura, Barnes, Ross, Lanni, Sigvardt in Disbrow, 2016). Glavni vzrok za nastanek PB je pomanjkanje prenosa živčnega prenašalca dopamina (DA) na poti od striatuma in črne substance ter od možganskega debla in limbičnega korteksa do bazalnih ganglijev, čelnega režnja in neokorteksa (Buchman, idr., 2016; Santangelo, Piscopo, Barone in Vitale, 2017; Vale, idr., 2018). Bazalni gangliji vključujejo striatum in črno substanco ter se povezujejo z motoričnim korteksom za nadzor gibanja. Pri PB so vidne spremembe v porušnem ravnovesju med živčnimi prenašalci DA in acetilholina, noradrenalina in serotonina. DA je pomemben za prenos signalov za hoteno in avtomatsko gibanje ter motivacijo. Pri PB je sprva prekinjena mezolimbična pot od črne substance do bazalnih ganglijev prek amigdale zaradi primanjkljaja DA. Pomanjkanje dopamina v črni substanci in striatumu, ki je del bazalnih ganglijev, predstavlja glavni vzrok za netekoče in nehoteno gibanje v poti do motoričnega korteksa. Zmanjšan je tudi prenos sporočil iz črne substance in striatuma, ki se prek talamusa prenesejo do čelnega režnja za nadzor in usklajevanje gibanja (Gruszka, idr., 2017; Kumar, Lim, More, Kim, Koppula, Kim in Choi, 2012; Pozorski, idr., 2018; Reeve, Meager, Lax, Simcox, Hepplewhite, Jaros in Turnbull, 2013; Reeve, Simcox in Turnbull, 2014; Surmeier, Guzman, Sanchez Padilla in Schumacker, 2011). Sledi ji degeneracija DA v mezokortikalni poti, povezani s senčnim režnjem in razvoj nemotoričnih simptomov, ki pa se lahko pojavijo že prej.

Razvoj PB je najpogostejši pri starejših nad 65. letom starosti, prizadane pa več kot odstotek te populacije (Bega in Zadikoff, 2014; Reeve, idr., 2014; Surmeier, idr., 2011). Razvoj bolezni pa je možen tudi v odraslosti, če je bolezen genetsko podedovana. PB temelji na prenosu genetskih modifikacij, ki narekujejo slabše delovanje protivnetnega odzivanja v možganih (Blesa, Trigo Damas, Quiroga Varela in Jackson Lewis, 2015; Dias, Junn in Maram Mouradian, 2013). Prirojen vnetni odgovor osrednjega živčnega sistema je povezan s slabšim delovanjem imunskega sistema oseb in starostnikov s PB. Dedna komponenta pri osebah in starostnikih s PB povzroči slabše delovanje mitohondrija in povečano tvorbo reaktivnih oksidativnih spojin kot posledica avtooksidacije dopamina v črni substanci in striatumu. Razvoj in napredovanje PB je postopno, vendar povezano s staranjem, ker je izguba DA celic del običajnega procesa staranja ter razvoja PB (Goldenberg, 2008). Staranje pospeši napredovanje PB s slabšanjem simptomov. PB zaznamujejo tako motorični kot ne

motorični simptomi, ki se izrazijo, ko bolniku odme od 70 do 80% dopaminergičnih živčnih celic.

2.2 Motorični simptomi

Motorični simptomi so primarna težava bolnikov s PB, po kateri so tudi najbolj prepoznavni. Slabše motorične sposobnosti se pojavijo pri ravnotežju, togosti mišic, počasnejši in oteženi hoji ter kot tremor (Earhart, Duncan, Huang, Perlmutter in Pickett; 2015; Gao in Wu, 2016; Heiberger, idr., 2011; Park in Stacy, 2009; Ventura, idr., 2016; Wu in Hallett, 2008). Pri PB pomanjkanje dopaminergičnega prenosa povzroča težave pri načrtovanju, začetku in izvajanju giba. Povezava med motoričnim, suplementarnim motoričnim in premotoričnim korteksom je okrnjena, prav tako tudi povezava med možgansko skorjo in talamusom ter bazalnimi gangliji in malimi možgani, kar povzroča motorične simptome. Zajemajo *bradikinezijo* ali oteženo začetno izvajanje giba, ki prinaša počasnejše gibanje, togost, tremor in nestabilno držo, slabše ravnotežje. Nastopi zaradi propadanja DA v črni substanci in posledičnega pomanjkanja DA v striatumu. Zajemajo tudi *akinezijo*, ki je definirana kot popolna odsotnost gibanja. *Tremor* je najbolj opazen med gibanjem, v mirovanju pa je manj izrazit. *Togost mišic* je najbolj razvidna iz toge drže in ne popusti ne v mirovanju ne v gibanju. Nestabilna drža je vidna v nagibu trupa naprej in manjših korakih z veliko ustavljanja med hojo.



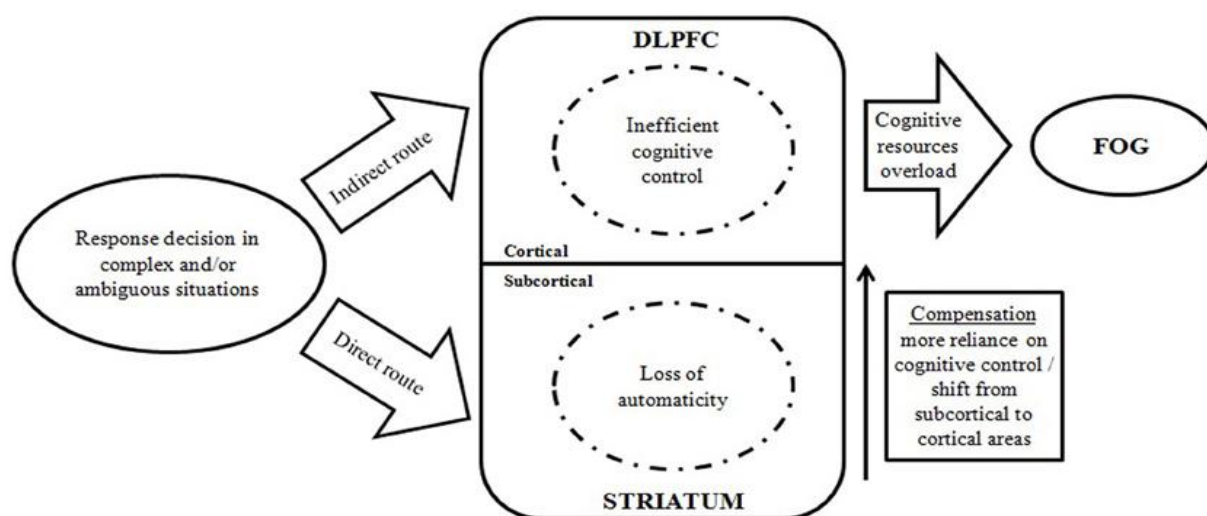
Slika 1. Izvor in prikaz motoričnih simptomov Parkinsonove bolezni zaradi izgube celic v črni substanci.

Propadanje dopaminskih celic v črni substanci povzroči izgubo dopamina v striatumu, pri čemer je ovirana nigrostriatna pot. Striatum je del bazalnih ganglijev, ki so odgovorni za naše gibanje. Ob izgubi celic v striatumu je omejeno tudi delovanje bazalnih ganglijev. Zmanjšan je prenos signala z motorično skorjo, zato so tudi gibi manj tekoči in nehoteni (povzeto po Schwab, 2016).

2.2.2 Nestabilnost oseb s PB kot posledica motene povezave z izvršilnimi funkcijami

Izvršilne funkcije narekujejo naše neodvisno življenje (načrtovanje, delovni spomin, hoteno gibanje, pozornost, samozavedanje in nadzorovanje gibanja) s pošiljanjem ukazov za izvedbo giba iz bazalnih ganglijev do čelnega režnja (Gruszka, idr., 2017; Lewis, Dove, Robbins, Barker in Owen, 2003; Luca, idr., 2018; Peterson, idr. 2016). Pri PB je pot med črno substanco, striatumom in čelnim režnjem prekinjena zaradi primanjkljaja DA, kar izzove tudi slabše izvršilne funkcije. Izvršilne funkcije za delovanje potrebujejo visoko mero kognitivnih sposobnosti za nadzorovano gibanje, vendar je pri PB viden primanjkljaj kognitivnih sposobnosti.

Ker izvršilne funkcije nadzorujejo hojo, je pri bolnikih s PB ob okrnjeni povezavi hoja počasnejša in otežena (McIntosh, idr., 2014). Degeneracija striatuma in črne substance zaradi degeneracije dopamina ustvari bradikinezijo. V povezavi s čelnim režnjem zmanjša nadzor zavestnih in hotenih gibov (Peterson, King, Cohen in Horak, 2016; Shine, Moustafa, Matar, Frank in Lewis, 2013). Počasnejša hoja je posledica nenadnega ustavljanja (»freezing of gait«) med gibanjem, ker je pot z izvršilnimi funkcijami prekinjena. Oseba s PB je pri gibanju hitreje utrujena in se premika počasneje. Nestabilnost v hoji spodbuja tudi togost v drži telesa. Bolnik potrebuje več truda in energije, da bi dosegel normalen vzorec hoje, ki je bil pred PB v možganih avtomatiziran. Slabše ravnotežje sovпада s počasnejšo hojo in ovira vsakodnevno gibanje (Bloem, Hausdorff, Visser in Giladi, 2004; Duncan in Earhart, 2012; Merom, idr., 2013). Težave s padci nastopijo, ko se zgodijo spremembe v drži, kot so oteženo obračanje in hoja ter nestabilnost med gibanjem. Izguba ravnotežja predstavlja dejavnik tveganja za večje število padcev pri osebah in starostnikih s PB, pri čemer z večjo izraznostjo motoričnih simptomov pride tudi do več padcev.



Slika 2. PB poznana kot bolezen ne avtomatskega in ne kontroliranega gibanja.

Pri PB je vidna motnja avtomatskega hotenega gibanja, ki je odgovor na pomanjkanje DA v striatumu. Slabše delovanje subkortikalnih struktur zamenjajo kortikalne strukture, ki vključujejo prefrontalni reženj. Zaradi

nezadostnega nivoja kognitivnih sposobnosti je moteno delovanje izvršilnih funkcij. Neučinkovita kognitivna kontrola in izvršilne funkcije za izvedbo zavestnega gibanja izzoveta nenadno ustavljanje med hojo ali »freezing of gait«. Možgani pomanjkanje avtomatskega odgovora tako nadomestijo s kognitivno kontrolo za nadzor gibanja, ki pa je neučinkovita v delovanju izvršilnih funkcij (povzeto po Vandenbossche, idr., 2013).

2.3 Nemotorični simptomi

Primarnim motoričnim simptomom sledijo sekundarni nemotorični simptomi, ki vključujejo depresijo, pomanjkanje motivacije, motnje spanca, apatijo in anksioznost ter spremenjene spominske sposobnosti (Bega in Zadikoff, 2014; Heiberger, idr., 2011). Anatomske strukture, kot so striatum, bazalni gangliji in črna substanca, ki jim primanjkuje dopaminergičnega prenosa pri PB, so povezane s čelnim režnjem. Povezane so tudi s senčnim režnjem in vključene v miselne procese, čustvovanje in razpoloženje. V zgodnjem stanju PB so odkriti kognitivni primanjkljaji, ki vključujejo nepravilno delovanje v čelnem predelu in nefunkcionalnost izvršilnih funkcij, ki zahtevajo učinkovito kognitivno kontrolo (Earhart, idr., 2015; Helie in Fancher, 2018; Park in Stacy, 2009; Ventura, idr., 2016; Wu in Hallett, 2008). Nepravilno delovanje pri obdelovanju informacij, ki vključuje prostorsko orientacijo in pozornost, se odraža v moteni pozornosti in težavah pri problemskem reševanju dveh stvari hkrati. Manj je tudi avtomatskega motivacijskega priklica zaradi pomanjkanja DA v čelnem režnju, zato se bolniki težje vključijo v vsakodnevne družabne aktivnosti (Rochester, idr., 2010). Posledica simptomov PB je slabše družbeno življenje bolnikov s PB.

2.3.2 Spremenjeno čustvovanje oseb s PB

Zmanjšana leva amigdala se povezuje s spremenjenim čustvovanjem pri anksioznih bolnikih s PB (Vriend, Rutten, Boedhoe in Berendse, 2016). Abnormalna povezava med limbičnim korteksom in čelnim režnjem z zmanjšano amigdalo je vzrok za depresijo ali apatičnost (Gao in Wu, 2016; McIntosh, idr., 2014; Surdhar, Gee, Bouchard, Coupland, Malykhin in Camicioli, 2012; Tinaz, Schendan in Stern, 2008). Ustavljena funkcionalna povezanost med cingularnim korteksom, prefrontalnim korteksom in malimi možgani sproži spremembe v kognitivnih procesih, čustvovanju, ter povzroča motnje spanja, utrujenost in slabše razpoloženje. Doživljanje čustev in spremembe v kognitivnih procesih izhajajo iz degeneracije DA v poteh med črno substanco, striatumom, bazalnimi gangliji, amigdalo in čelnim režnjem. Zaradi apatičnosti in anksioznosti bolniki s PB težje izrazijo svoje notranje občutke, slabša je tudi obrazna mimika (Pohl, idr., 2017). Če je prisotna slabša obrazna mimika, je slabše tudi prepoznavanje in izražanje čustev. PB prizadane področje prepoznavanja in izražanja čustev s pomočjo zrcalnih nevronov. Spremenjeno prepoznavanje čustev v povezavi limbičnega sistema, ki vključuje amigdalo, je posledica zmanjšane prostornine orbitalnofrontalnega režnja. Zato je prepoznavanje čustvenega izraza na obrazu preusmerjeno v motorično ali somatosenzorično področje, ki osebam s PB pomaga izraziti in prepoznati čustva.

2.4 Farmakološke in nefarmakološke terapije zdravljenja PB

Vzroki za propad dopaminskih celic pri osebah s PB se lahko razlikujejo, zato stroka navaja več oblik PB. Propad je med drugim lahko tudi posledica uporabe določenih zdravil za zdravljenje PB. Napredovanje bolezni nadzorujemo z zdravilom L-DOPA, vendar bolezni z zdravilom ni mogoče preprečiti ali ozdraviti (Bega in Zadikoff, 2014; Goldenberg, 2008; Hackney in McKee, 2014). Zato je priporočljivo, da farmakološko terapijo združimo z nefarmakološko, saj lahko zdravila izboljšajo motorične simptome in poslabšajo nemotorične simptome. Kot najugodnejša nefarmakološka terapija za PB se je izkazala telesna aktivnost, h kateri sodi tudi ples (Bega in Zadikoff, 2014; Earhart, idr., 2015; Park in Stacy, 2009; Ventura, idr., 2016; Wu in Hallett, 2008). Uporaba zdravil učinkuje kratkoročno, medtem ko telesna aktivnost deluje kot varovalni dejavnik in dolgoročna terapija za zaviranje napredovanja PB skupaj s farmakološko terapijo (Nombela, Hughes, Owen in Grahm, 2013; Sharp in Hewitt, 2014). Bolniki s PB, ki poleg farmakološke terapije niso izvajali druge terapije, dolgoročno niso izboljšali simptomov. Farmakološko kot nefarmakološko zdravljenje PB je simptomatsko.

3 PARKINSONOVA BOLEZEN IN STARANJE

Populacija starostnikov je najbolj dovzetna za razvoj nevrolško napredujočih bolezni, saj proces staranja prinaša spremembe v možganih z zmanjšano možgansko aktivnostjo in spremenjenim delovanjem človeka. PB primarno prizadene starejšo populacijo (Gao in Wu, 2016; Vale, idr., 2018), vendar staranje ni vzrok za razvoj PB. Starostniki s PB pa so podvrženi hitrejšemu napredovanju bolezni zaradi sprememb, ki jih poleg napredujočih simptomov PB prinaša tudi staranje samo.

3.1 Staranje

Progresivno usidranje sprememb v času je vidno v fiziološkem upadu, slabših motoričnih in kognitivnih sposobnosti. (Barnes, 2015; Louis in Bannett, 2007). Spremembe pri staranju niso neposreden odraz degenerativnih procesov. So skupek plastičnih in prilagoditvenih izravnavaajočih mehanizmov, ki narekujejo funkcionalno plastičnost možganov med staranjem (Jurgens, Chrus, Berkefeld, Zepka in Dinse, 2008). S plastičnostjo možganov, ki omogoča prilagoditev možganov na nove izzive in učenje, vzdržujemo zdrav način staranja kljub možganskih spremembam, ki jih staranje prinaša. Nefunkcionalne motorične sposobnosti so posledica zmanjšane mišične moči in mase, slabšega ravnotežja ter počasnejše hoje. Naštete okrnjene funkcije sodijo tudi med motorične simptome PB skupaj s togostjo mišic in tremorjem. Tako staranje kot PB v napredujoči fazi poslabšata spominske funkcije, zmožnost učenja in upad drugih izvršilnih funkcij, ki vodijo do razvoja demence (Chuang, Hung,

Huang, Chang in Hung, 2015; Cotman, Berchtold in Christie, 2007). S staranjem upadejo izvršilne funkcije, ki so pomembno povezane z upadom kognitivnih sposobnosti, saj za pravilno delovanje kortikalnih in subkortikalnih struktur potrebujejo visoko mero kognitivnega nadzora (Buchman, idr., 2016; Cohen Zimerman in Hassin, 2018; Waters, Sawyer in Gansler, 2018). Atrofija čelnega režnja z odmiranjem živčnih celic slabi izvršilne funkcije pri starostnikih in povzroči upad kognitivnih sposobnosti. Izvršilne funkcije se poslabšajo kot odziv na izgubo prostornine sivine in beline v procesu staranja ter poslabšane povezave s čelnim režnjem. Motivacijski dejavnik je dopamin, njegov primanjkljaj pa povzroči manj spontanega aktiviranja avtomatskih motivacijskih procesov, zaradi slabšega delovanja izvršilnih funkcij pri starostnikih. S staranjem se slabšajo kontrolni procesi, avtomatski procesi pa zahtevajo več motivacije. Zmanjšan nadzor in ne avtomatično gibanje v odsotnosti refleksov je tudi značilnost starejše populacije.

3.1.1 Povezava staranja in PB z motoričnimi simptomi

Starostniki imajo zmanjšano mišično moč in kostno gostoto, kar vpliva nestabilnost. S starostjo je povezan upad motoričnih funkcij, nestabilna drža in posledično večje število padcev zaradi nestabilnosti (Brown, McGuire in Voelkl, 2008; Duncan in Earhart, 2012). Omenjene posledice staranja sodijo tudi med motorične simptome PB, kjer so prizadeti višji motorični centri. Zmanjša se aktivacija mišic, mišični antagonist (pomaga mišičnemu agonistu pri izvedbi giba) delujoče mišice pa je abnormalno aktiviran. Starostniki s PB imajo povečano raven kalcija, ki je posledica povišane ravni glutamata v možganih (Blaszczyk, 2016; Maiti, Manna in Dunbar, 2017; Sutoo in Akiyama, 2003). Slabša komunikacija med čelnim režnjem in striatumom je prav tako posledica propadanja DA s staranjem. V možganih starostnika je bil ugotovljen večji nivo kalcija. Povečan nivo kalcija, ki sili izven ravnovesja, povzroči mitohondrijski oksidativni stres in smrt živčnih celic, kar je posledica staranja in del razvoja PB. Z aerobno telesno aktivnostjo uravnovesimo raven kalcija, kar spodbudi sintezo dopamina pri starostnikih s PB, to pa zavira motorične simptome.

3.1.2 Povezava staranja in PB z nemotorični simptomi

Hipokampus (center za spomin) se povezuje z vestibularnim, vizualnim in senzomotoričnim predelom (Thornberg, Josephsson in Lindquist, 2014). Delovanje hipokampusa omogoča prostorski spomin, ki pomembno vpliva na ravnotežje. Starostnikom s PB se pridružujejo težave, ki jih prinaša staranje na področju kognicije, ki zajema skupek miselnih procesov (de Frias, Dixon, Fisher in Camicioli, 2007; Erickson, Miller in Roecklein, 2012). Starostniki s PB imajo povečan nevrolško kognitivni upad ob napredovanju bolezni. Povečana izguba spomina, zmedenost in izrazitejša težave s hojo ter ravnotežjem so odvisni od delovanja hipokampusa. Spremembe v procesu staranja so nasprotni nevroplastičnosti v hipokampusu. Oseba, ki med staranjem in PB ne vzdržuje kognitivnih sposobnosti, spodbuja njihov upad.

Pri staranju in PB se tanjša sivina, kar spodbuja izgubo živčnih celic v hipokampusu, prav tako pa izgubo pospešuje tudi povečana raven oksidativnega stresa.

3.2 Upad beline in sivine pri starostnikih s PB

Med staranjem in PB se spremembe dogajajo tudi pri prostornini beline in sivine v možganih (Gruszka, idr., 2017; Salat, idr., 2004; Uribe, idr., 2018). Pri starostnikih je odraz možganskih sprememb staranje, pri PB pa del patologije. Sivino sestavljajo nemielizirane živčne celice, ki so pomembne za naše delovanje. Tanjšanje možganske skorje ali izguba sivine je hitrejša pri PB kot staranju. Izguba sivine na področju čelnega režnja in striatuma je povezana s slabšimi izvršilnimi funkcijami, saj je dopaminergični sistem vključen v povezavo navedenih področij in pomemben za funkcionalnost delovnega spomina in nadzor gibanja. Slabša povezava med čelnim režnjem in striatumom je posledica staranja, zaradi izgube DA pa tudi posledica PB. Hitrejša izgubljanje možganske skorje je povezano z zmanjšanim nadzorom nad gibi.

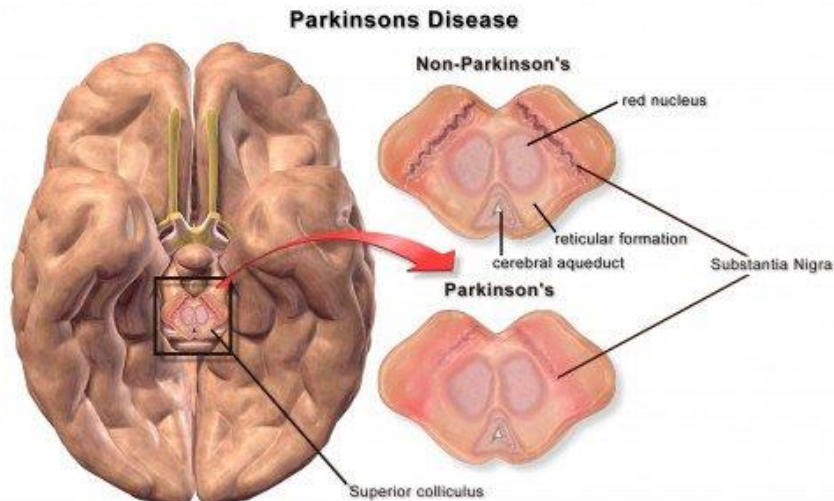
Belino sestavljajo mielizirane živčne celice, ki vzpostavljajo komunikacijo med živčnimi celicami (Błaszczuk, 2016; Dean, idr., 2016; Pozorski, idr., 2018). PB je primarno povezana z upadom sivine, ki je vključena v nadzor gibanja. Zmanjša se tudi prostornina beline, ki predstavlja prekinitev komunikacije med živčnimi celicami (Mak, Su, Williams in O'Brien, 2015; Melzer, idr., 2013; Rektor, Svatkova, Lubomir, Zikmundova, Vaniček in Szabo, 2018). Upad beline je značilen tako za staranje kot za PB in vpliva na počasnejšo hojo (Metti, Best, Shaaban, Ganguli in Rosano, 2018). Večje spremembe v belini možganov so vidne pri primerjavi bolnika s PB in zdravega starostnika. Ob izgubi beline se tvorijo plaki, ki povzročajo nastanek Lewyjevih teles. Nastali plaki na odločilnih možganskih predelih za motorične sposobnosti zavirajo gibalni odziv. Nastanek Lewyjevih teles vpliva na počasnejšo hojo in upad kognitivnih procesov v predelih za spomin (Hanganu, idr., 2014; Melzer, 2013; Perry, idr., 1991). Aksoni, odgovorni za komunikacijo med celicami, so poškodovani in izgubijo mielin, zato pride do izgube signala med celicami in slabšega vedenjskega odziva. Izguba beline in sivine je napovednik večjih kognitivnih in motoričnih okvar pri starostnikih s PB (Agosta, idr., 2014; Backman, idr., 2011; Ekman, Eriksson, Forsgren, Mo, Riklund in Nyberg, 2012; Hanganu, idr., 2014; Nyberg, Lovden, Riklund, Lindenberger in Backman, 2012).

3.3 Nevrobiološka razlaga in povezanost staranja s PB

Upad DA celic je posledica staranja in vzrok za razvoj PB (Kumar, idr., 2012; Reeve, idr., 2013). Staranje prinese patološke spremembe DA celic v črni substanci, zato je tudi starostnikovo gibanje oteženo. Upad motoričnih sposobnosti zaradi primanjkljaja v dopaminergičnem sistemu med staranjem predstavlja tveganje za razvoj PB.

3.3.1 Prisotnost oksidativnega stresa in prostih radikalov pri staranju in PB

Oksidativni stres je povezan s staranjem in s staranjem povezanimi nevrolško napredujočimi boleznimi, kot je PB. Vsi živi organizmi oblikujemo prilagoditveni odgovor na oksidativni stres z aktiviranim metabolnim sistemom in proizvodnjo antioksidantov (Blesa, idr., 2015; Dias, Junn in Maram Mouradian, 2013). DA celice v črni substanci so zelo občutljive na oksidativni stres, ki tvori škodljive proste radikale (Hemant, Hyung Woo, Sandeeo Vasant, Byung Wook, Sushruta, In Su in Dong Kug, 2012). Ti sprožijo povečan upad DA živčnih celic, ki narašča na več kot 10% pri starostnikih s PB. Povečana je tudi raven oksidativnega stresa pri starostnikih s PB, ki sproži večjo nepreskrbljenost živčnih celic s kisikom, zato umrejo. Zdravi starostniki nad 80. letom starosti so pokazali več kot tretjinski upad DA celic v črni substanci. Oksidativni stres zavira delovanje dopaminergičnega sistema v črni substanci in striatumu, saj pride do avtooksidacije dopamina zaradi prostega gibanja škodljivih oksidativnih produktov (Bender, idr., 2006; Kumar, idr., 2012; Reeve, idr., 2013). Posledično so okrnjene poti med možganskimi deli, ki so preskrbljene z DA, torej v predelih za gibanje, kognitivne procese in čustvovanje. Izguba celic v črni substanci in striatumu je neposreden odraz PB in slabše povezave z mezolimbčno potjo ter čelnim režnjem. Vse poti so bolj dovzetne za oksidacijo DA pri starostniku s PB.



Slika 3. Izguba dopamina v črni substanci sproži motorične simptome.

Propadanje dopaminskih celic v črni substanci je izvor za vse nedelujoče poti, ki za delovanje potrebujejo dopamin, da je gibanje funkcionalno (povzeto po Could Dopaminergic Neurons be Regrown in Parkinson's Patients, 2016).

3.3.2 Oksidativni stres kot zaviralec delovanja mitohondrijske funkcije pri starostnikih in nevrodegenerativnih boleznih kot je PB

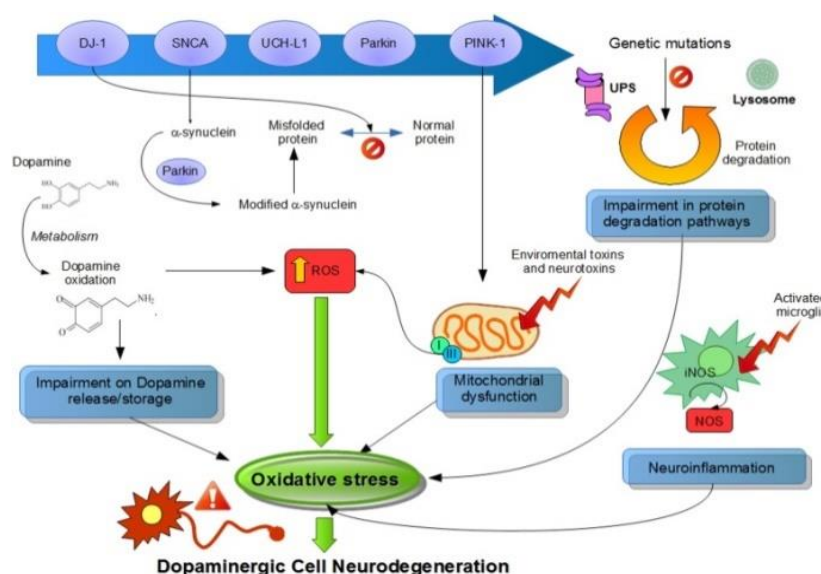
Mitohondrij je organel, ki pomaga pri uravnavanju homeostaze v telesu z odpravljanjem produktov oksidativnega stresa ter preprečuje celično smrt. Na mitohondrijsko nedelovanje vplivata genetika in okolje, ki svoj vpliv pokažeta med staranjem (Bender, idr., 2006; Hemant, idr., 2012; Moon in Paek, 2015). Bolniki starostniki s PB imajo podedovan slabši odziv mitohondrija, zato je preskrba njihovih živčnih celic zmanjšana. Škodljive spojine oksidativnega stresa zavirajo delovanje mitohondrija, ki omogoča celično dihanje. Vzročno posledična povezava PB je v povečani ravni oksidativnega stresa in v slabšem delovanju mitohondrija (Bender, idr., 2006; Kumar, idr., 2012; Lenaz, idr., 2002; Moon in Paek, 2015; Rango in Bresolin, 2018; Reeve, idr., 2013). Nepravilno delovanje mitohondrijske dihalne verige pri PB znotraj črne substance je bilo dokazano tudi pri starostnikih s PB

3.3.3 Posebnost delovanja oksidativnega stresa pri osebah in starostnikih s PB

Oksidativni stres je značilen za vse nevrodegenerativne napredujoče bolezni in običajno staranje, vendar ima svojo vlogo tudi pri degeneraciji dopaminergičnega sistema pri PB (Blesa, idr., 2015; Dias, Junn in Maram Mouradian, 2013). Izpostavljene DA celice v črni substanci, zaviranje delovanja mitohondrija, možgansko vnetje, povišana raven kalcija in samo staranje so pod vplivom oksidativnega stresa. Oksidacija DA sproži več škodljivih reaktivnih kisikovih produktov v črni substanci in striatumu, zato se razvijejo motorični simptomi. Ekstrapiramidalni simptomi, kot je tremor, nastopijo zaradi nižje ravni dopamina pri PB v bazalnih ganglijah, zato so gibi težje nadzorovani. Preostale DA celice postanejo bolj občutljive in manj odporne na škodljive proste radikale oksidativnega stresa po avtooksidaciji dopamina. Napredovanje PB je posledica neravnovesja med produkti oksidativnega stresa in dopaminergičnega sistema, ki zavirajo delovanje metabolnega sistema za preprečitev oksidacije dopamina.

Imunske celice ali mikroglija odstranjujejo toksične proteine in ščitijo možgane pred oksidativnim stresom (Blesa, idr. 2015; Dias, idr. 2013). Razvoj PB sproži pretirano aktivacijo mikroglije, ki povzroči možgansko vnetje in odmiranje živčnih celic. Mikroglija je pretirano aktivna kot odziv na več škodljivih produktov po oksidaciji dopamina v predelu črne substance in striatuma v povezavi z bazalnimi gangliji. Porušena lipidna prepustnost membrane ob prisotnosti reaktivnih produktov oksidativnega stresa v zunajceličnem prostoru izzove toksičnost mikroglije po oksidaciji dopamina. Ta zavira delovanje mitohondrija in sproži možgansko vnetje pri osebah in starostnikih s PB. Toksični proteini zavirajo ponovni prevzem DA v vezikle celice, zato je DA vse manj.

Nevromelanin z vključenimi DA celicami, ki poda značilno črno barvo črni substanci, igra pomembno vlogo v zaščiti živčnih celic pred spremembami staranja. Pri PB dopaminske celice nevromelanina degenerirajo in s prisotnostjo oksidativnega stresa zavirajo gibalne sposobnosti. Osebe in starostniki s PB imajo za polovico manj nevromelanina kot zdravi starostniki. Izguba nevromelanina z oksidacijo DA prispeva k povečanemu vnetnemu odgovoru v možganih. Toksični nevromelanin se sprošča iz umrlih DA celic in poveča občutljivost dopaminergičnega sistema na oksidativni stres.



Slika 4. Vloga možganskega vnetja, mitohondrija, oksidativnega stresa in izgube dopamina.

Pri PB se dopamin v možganih ne shranjuje pravilno, ker pride do avtooksidacije dopamina. Posledica so škodljive oksidativne spojine, ki povzročajo občutljivost in smrt dopaminergičnega sistema. Za neobnavljanje dopaminskih celic je ključno nedelovanje mitohondrija, ki celice oskrbuje s kisikom, da ne umrejo. Tudi mikroglija, ki uravnava zdrav imunski odziv možganov, postane toksično pretirano aktivna in v možganih povzroča vnetje. Vsi ti procesi povzročajo oksidativni stres, ki vpliva na degeneracijo dopaminergičnega sistema (povzeto po Blesa, idr., 2015).

3.4 Sedeči način življenja starostnikov in oseb s PB

Motorične in kognitivne sposobnosti določajo kakovost življenja starejše populacije in so ključ za samostojno življenje starostnikov s PB. Človeška populacija je neizogibno podvržena procesu staranja, kar se predvsem pri starostnikih povezuje z vse večjo neaktivnostjo, nesamostojnostjo in upadom kakovosti življenja. Staranje ovira področje motoričnih sposobnosti, zaznavanja, kognitivnih procesov in socialnega življenja (Barnes, 2015; Borhan, 2018; Dodge, Kadowaki, Hayakawa, Yamakawa, Sekikawa in Ushima, 2005; Fong Yan, idr., 2018; Lobelo, idr., 2014; Santos, Mahoney, Allali in Verghese, 2017; Seidel, Brayne in Jagger, 2011). Starejši odrasli se zaradi napredujočega procesa staranja in oteženega delovanja srečujejo z zmanjšano telesno aktivnostjo. Napredovanje nevroloških bolezni je spodbujeno z napredovanjem simptomov in atrofijo možganov, če se oseba poslužuje sedečega načina življenja. Upad motoričnih sposobnosti ovira družbeno aktivno življenje

starostnika in vodi k družbeni izolaciji. Upad kognitivnih sposobnosti pa je povod za nesamostojno delovanje starostnika s PB ali brez nje. Količina sedečega načina življenja napoveduje hitrejši upad kognitivnih sposobnosti. Sedeči način življenja starostnika je lahko vzrok za razvoj srčno žilnih bolezni, povod za razvoj nevrolško napredujočih bolezni, kot je PB, in slabših mentalnih sposobnosti, ki narašča z odstotkom neaktivno preživetega časa (Barnes, 2015; Colcombe in Kramer, 2003; Fong Yan, idr., 2018; Harvey, Chastin, Skelton, 2013). Telesna neaktivnost pri PB je tudi posledica simptomov utrujenosti, apatije, depresije in motoričnih primanjkljajev in vpliva na družbeno aktivno življenje. Spodbuja zmanjšano možgansko aktivnost in ima neposreden vpliv na manj kakovostno in krajšo življenjsko dobo (Busse, Gil, Santarem in Filho, 2009; Fong Yan, idr., 2018; Harvey, idr., 2013; Larson, Wang, Bowen, McCormick, Teri, Crane in Kukull, 2006; Lobelo, Stoutenberg, Hutber, 2014). S telesno aktivnostjo lahko preprečimo negativne učinke neaktivnega življenja in zaviramo napredovanje simptomov PB ter podaljšamo življenjsko dobo starostnikov s PB. Vendar pa je sedeč način življenja lahko tudi posledica napredovanja simptomov PB pri starostniku (Jantunen, idr., 2017; Leskinen, Stenholm, Aalto, Head, Kivimaki in Vahtera, 2018).

4 TELESNA AKTIVNOST ZA STAROSTNIKE IN PB

4.1 Telesna aktivnost za starostnike

Telesna aktivnost je varovalni in terapevtski dejavnik za starostnike. Telesna aktivnost vpliva na možgansko aktivnost in aktivira različna možganska področja. Okolje, bogato s čutnimi in gibalnimi dražljaji, vzdržuje možgansko aktivnost starostnikov in zavira hitrost upada funkcij (Brown, Martinez in Parson, 2006; Kattenstroth, Kolankowska, Kalisch in Dinse, 2010; Sofianidis, Hatzitaki, Douka in Grouios, 2009; Zhao, Tranovich in Wright, 2014). Zdrav način staranja je povezan s počasnim upadom čutnih, gibalnih in kognitivnih funkcij, na kar vpliva preplet genetike in okolja. Večja raven telesne aktivnosti, ki krepi srčno žilni in dihalni sistem ter gibalne in kognitivne sposobnosti, ščiti strukturne spremembe možganov pred biološkim procesom staranja. Zavira atrofijo možganov in uravnava stabilen upad motoričnih in kognitivnih sposobnosti pri starostnikih (Gomez Pinilla in Hillman, 2013; Prakash, Voss, Erickson in Kramer, 2015; Santos, idr., 2017). Pogostost telesne vadbe je povezana z manjšo možnostjo tveganja za razvoj večjih kognitivnih ali gibalnih primanjkljajev pri starostnikih.

4.1.1 Učinkovanje telesne aktivnosti na kognitivne sposobnosti

Upad kognitivnih sposobnosti je neposredni odraz staranja, kar nakazuje atrofiran hipokampus, ki se povezuje z motoričnim korteksom na področju spomina in načrtovanja gibov (Nyberg, idr., 2012; Nyberg, 2016) ter pri prostorski orientaciji (Kattenstroth, idr., 2010). S staranjem pride do upada hipokampalnih celic, kar vodi do slabših spominskih sposobnosti in povečanega tveganja za razvoj demence (Erickson, idr., 2011; Erickson,

Leckie in Weinstein, 2014; Gomez Pinilla in Hillman, 2013; Holzschneder, Wolbers, Roder in Hotting, 2012; Prakash, idr., 2015; Rehfeld, idr., 2017). Tanjšanje sivine oziroma zmanjšanje prostornine možganske skorje je moč zavreti s telesno aktivnostjo, ki spodbuja srčno žilni in dihalni sistem ter pripomore k boljši možganski aktivnosti, kar zavira proces staranja (Colcombe, idr., 2006; Muller, idr., 2017; Niemann, Godde, Staudinger in Voelcker Rehage, 2014). Redna telesna vadba dolgoročno pripomore k okrepljenemu srčno žilnemu sistemu in izvršilnim funkcijam in zmanjša možnost upada kognitivnih sposobnosti. S strukturirano aerobno telesno aktivnostjo se poveča sivina hipokampalnega predela, kar prepreči izgubo prostornine hipokampusa in prefrontalnega režnja s plastičnostjo možganov (Erickson, idr., 2011; Erickson, idr., 2010). Nevroplastičnost ali plastičnost možganov predstavlja zmožnost možganov, da se spreminjajo kljub spremembam staranja ali nevropatologije. Spreminjata se prostornina in sinaptična povezljivost. S povečanjem možganske aktivnosti se poveča tudi prostornina hipokampusa z naraščanjem BDNF (živčni rastni dejavnik možganskega izvora, ki vpliva na rast in razraščanje živčnih celic), kar izboljša kognitivne sposobnosti. Izboljšane kognitivne sposobnosti učinkovito vplivajo na delovanje izvršilnih funkcij, delovni spomin in pozornost ter zlasti na prostorski spomin, in omogočajo večjo zmogljivost informacij. Vključenost v strukturirano aerobno telesno aktivnost je tako povezana s počasnejšim upadom kognitivnih in izvršilnih funkcij pri starostnikih (Colcombe in Kramer, 2003; Erickson, idr., 2011; Hillman, idr., 2008; Kattenstroth, idr., 2010).

4.2 Telesna aktivnost za PB

Napredovanje PB je hitrejše pri starostnikih, ker je bolezen spodbujena s spremembami v možganih, ki jih izzove proces staranja. Telesna aktivnost je nujna za izboljšanje in ohranjanje neokrnjenih motoričnih in kognitivnih sposobnosti pri napredovanju PB in staranja (Goodwin, idr., 2008; McNeely, Duncan in Earhart, 2015). Študije so pokazale, da ima telesna aktivnost številne terapevtske pozitivne učinke pri zdravljenju PB (Bega in Zadikoff, 2014; Goodwin, Richards, Taylor in Campbell, 2008; Xu, Park, Huang, Hollenbeck, Blair, Schatzkin in Chen, 2010; Yang, Trolle Lagerros, Bellocco, Adami, Fang, Pedersen in Wirdefeldt, 2015). Pozitivno učinkuje na hitrost hoje, mišično moč, ravnotežje oseb s PB ipd. Okrepi gibalne sposobnosti in izboljša učinkovanje zdravil za PB. Ugotovljena je bila večja sinteza DA na modelu miši, ki so bile telesno aktivne. Telesna aktivnost zavira izgubo DA celic v črni substanci in zmanjša tveganje ali napredovanje PB. Dokazano je bilo, da so osebe, ki so podedovale PB, bolezen razvile v kasnejši dobi, če so bile udeležene v telesno aktivnost. Med najbolj pogoste aktivnosti, primerne za izboljšanje simptomatike PB, štejemo vadbo taj čí, ples, jogo in druge telesne aktivnosti, ki povečujejo telesno pripravljenost, ter vaje za spodbujanje gibalne aktivnosti.

4.3 Strukturirana aerobna telesna aktivnost za starostnike s PB

Pri starostnikih s PB pride do večje izvršilne disfunkcije kot pri zdravih starostnikih, ki se nanaša na hitrejšo atrofijo čelnega režnja in slabšo povezavo čelnega režnja s striatumom, in pomanjkanje dopamina v poti od črne substance do striatuma, ki povzroči pretirano delovanje bazalnih ganglijev in možganske skorje (Narayanan, Rodnitzky in Uc, 2013; Sawamoto, Piccini, Hotton, Pavese, Thielemans in Brooks, 2008). Strukturirana aerobna aktivnost poveča gostoto kapilar, sinaptično povezljivost in nevrogenezo. Aktivno vpliva na ohranjanje izvršilnih funkcij in kognitivnih sposobnosti pri zdravih starostnikih (Guiney in Machado, 2013). Aerobna vadba je učinkovita pri izboljšanju primanjkljajev kognitivnih sposobnosti in izvršilnih funkcij oseb in starostnikov s PB, ki že imajo ali še nimajo sledi primanjkljaja (Silveira, Roy, Intzandt in Almeida, 2018). Z okrepljeno povezljivostjo med čelnim režnjem, parientalnim režnjem in hipokampusom izboljšajo tako spominske kot izvršilne funkcije starostnikov s PB. Aerobna telesna aktivnost, ki krepi srčno žilni sistem, med staranjem poveča prostornino sivine in beline v možganih (Colcombe, idr., 2006; Colcombe, Kramer, McAuley, Erickson in Scalf, 2004; Smith, idr., 2010). Starostniki imajo po večmesečni plesni vadbi boljše rezultate pri testih pozornosti, izboljšano je tudi obdelovanje informacij in vedenjske inhibicije. Po strukturirani aerobni aktivnosti so bile vidno izboljšane gibalne sposobnosti, hitrost razmišljanja in pozornost (Ambrose, idr., 2008; Angevaren, idr., 2008; Colcombe in Kramer, 2003; Colcombe idr., 2004; Merom, Grunseit, Eramuduholla, Jefferis, Mcneill in Anstey, 2016). Telesna vadba pripomore k izboljšanju okrnjenega ravnotežja, saj vpliva na plastičnost hipokampusa, ki se povezuje s področji za ravnotežje (Thornberg, Josephsson in Lindquist, 2014). Aktivnost, ki temelji na moči in ravnotežju, zmanjša tveganje za padce s pozitivnim vplivanjem na kognitivne sposobnosti. S strukturirano aerobno aktivnostjo, kot je ples, potencialno izboljšamo kognitivne sposobnosti z vplivanjem na predel čelnega režnja in s povečanjem hipokampusa, zlasti z razraščanjem celic v predelu dentalnega girusa (Barnes, 2015; Busse, idr., 2009; Erickson, idr., 2009; Merom, idr., 2016; Rehfeld, idr., 2017). Tako ples zavira napredujočo nestabilnost in slabšanje ravnotežja pri PB in starostnikih.

5 PLES

Ples je predstavljen kot gibanje telesa v ritmu glasbe. Je telesno gibalna aktivnost, ki je bogata s čutnimi zvočnimi dražljaji, kognitivnimi izzivi, ritmično in gibalno koordinacijo, ravnotežjem ter spodbuja družbene interakcije, spomin, pozornost, zaznavanje in omogoča neverbalno izražanje skozi gibanje telesa (Kattenstroth, idr., 2010). Sleherno gibanje telesa se začne v možganih (Lovatt, 2018), najprej z ustvarjanjem ideje in motivacije za gibanje, temu pa sledi izbira ustreznega gibalnega programa ob sočasnem usklajevanju vseh informacij, ki prek množice čutil iz notranjega in zunanjega okolja prihajajo v možgane. Plesalec se mora z

opazovanjem gibanja naučiti posameznih zaporedij gibov. Predstavlja čutno preslikavo vidne in besedne informacije v izvajanje gibov. Sprva mora oseba zaznati gibanje in ga znati posneti, tako udeleženec plesne aktivnosti spremlja korake, ki si jih mora zapomniti. Oseba mora pri plesni aktivnosti ohranjati pozornost, ozavestiti gibanje in nato ustvariti načrt, kako gib izvesti, da je njeno gibanje usklajeno z glasbo. Ples zahteva uskladitev telesnih in miselnih procesov za opazovanje, usklajenost in izvedbo gibov s t.i. motoričnim načrtovanjem (Borhan, 2018; Merom, idr., 2016).

Potencialna terapevtska plat plesa vpliva na nevrobiološke primanjkljaje PB, gibalne in kognitivne primanjkljaje ter spodbuja miselno in telesno odzivnost starostnikov (Anderson, Cook in Wakeling, n.l.; Belardinelli, idr., 2008; Hackney in Earhart, 2010; Keogh, idr., 2009). Omogoča plastičnost možganov in krepi gibalne spretnosti. Le redna telesna aktivnost se je izkazala za učinkovito pri zaviranju simptomov PB. Udeleževanje v plesni aktivnosti spodbudi in ohranja zdravo srčno žilno, dihalno, mišično, ravnotežno in metabolno delovanje. Osebe in starostniki s PB pa ne izvajajo vseh aktivnosti z enakim zadovoljstvom in tudi ne redno (Fong Yan, idr, 2018). Če je oseba vključena v aktivnost, ki ji prinaša zadovoljstvo, bo imela motiv za vztrajanje v aktivnosti. Po študiji Duncana in Earharta (2012) je ples za starostnike visoko zadovoljujoča aktivnost. Pomemben terapevtski vidik je iskanje motivacije pri starostnikih s PB, saj bo oseba tako imela motiv za vztrajanje. Poleg izboljšanja simptomov PB obogati tudi socialno življenje starostnikov s PB in jih motivira.

5.1 Glasba in ples

Vsak posameznik se na glasbo odzove s svojim gibalnim vzorcem (Lovatt, 2018). Povezana je z avtobiografskim spominom in empatijo, kar je posledica okrepljene povezave med limbičnim sistemom in čelnim režnjem. Glasba ob gibanju sproži kemične in fiziološke spremembe v telesu, kot so povečanje srčnega utripa, boljša prekrvavljenost in pretok kisika do možganov. Fiziološke spremembe, povzročene z glasbo, preidejo v zavest in sprožijo gibalni odziv. Okrepljena mezolimbična pot je pomembna za starostnike in PB. Glasba okrepi mezolimbično pot s sproščanjem DA, ki stimulira center za nagrajevanje (Bage in Zadikoff, 2014; Fernandez Sotos, Fernandez Caballero in Latorre, 2016; Heiberger, idr., 2011). DA človeku omogoča, da prestreže zaznan telesni napor plesne vadbe, kar omogoča vztrajanje v plesnem gibanju. Glasba se povezuje tudi s čustvi in vključuje avtonomni živčni sistem ter krepi imunski sistem z vplivanjem na razpoloženje (Hackney in McKee, 2014). Sproža občutke zadovoljstva in telesne odzive, ki se kažejo v sproščenosti in nenapetem telesu, kar je popolnoma nasprotno simptomom togosti oseb s PB. Z izboljšanjem razpoloženja se izboljšajo kognitivne sposobnosti starostnikov.

5.2 Ples in plastičnost možganov

Pomemben nevrološki fenomen je plastičnost možganov, ki se odvija celo življenje, tudi v pozni odraslosti (Angevaren, Aufdemkampe, Verhaar, Aleman in Vanhees, 2008; Erickson, idr., 2009; Kobiljo, Liu, Gandhi, Mughi, Shaham in van Praag, 2011; Kramer in Colcombe, 2018). Plastičnost možganov pomeni tvorbo novih povezav med živčnimi celicami oziroma sinapsami. Poveča izražanje genov in njihovih produktov, ki plastičnost možganov spodbujajo, tako da ti postanejo bolj prilagodljivi. Plastičnost možganov poveča aktivnost možganskih predelov, kar okrepi posamezne funkcije. Če želimo zavreti upad kognitivnih sposobnosti in okrepiti plastičnost hipokampus, moramo z vajo vplivati tako na področje kognicije kot tudi motoričnih sposobnosti (Cross in Ticini, 2012; Kattenstroth, idr., 2010; Rehfeld, idr., 2017). Starostnik z vključevanjem v telesno aktivnost, ki krepi srčno žilno in dihalno zmogljivost, spodbuja nevroplastičnost možganov. Rezultat je povečan dotok kisika v možgane, kar spodbuja njihovo aktivnost. Večji dotok kisika poveča nastajanje novih živčnih celic v hipokampusu in atrofiranih možganskih predelih. (Colcombe, idr., 2006; Dhami, Moreno in DeSouza, 2014). Plesno gibalna aktivnost z rednim udejstvovanjem omogoča nevroplastičnost starostnikov s PB. Plastičnost je neposredno odvisna od količine redne telesne aktivnosti.

5.3 Terapevtski pomen plesne aktivnosti za starostnika

Telesno aktivna oseba mora imeti moč, svobodo gibanja, ravnotežje ter dobro koordinacijo in prostorsko orientacijo (Borhan, 2018; Merom, idr., 2016). Ples kot vsestranska čutno gibalna ritmična aktivnost ima pozitivne terapevtske učinke na delovanje starostnikov (Fong Yan, idr., 2018; Rodrigues Krause, Farinha, Krause in Reischak Oliveira, 2016). Pozitivno vpliva na prekrvavitev, funkcije skeletnih mišic ter srčno žilni in dihalni sistem, katerih zmogljivost se s starostjo zmanjšuje. Starostniki s plesom povečajo možgansko plastičnost, kar je odraz večje količine ravnih dejavnikov (npr. BDNF), ki omogočajo boljšo sinaptično povezanost. Zhang, Ishikawa Takata, Yamazaki, Morita in Ohta (2008) so pokazali, da ples preventivno vpliva na boljše ravnotežje in hojo ter fleksibilnost v gibanju starostnika. Spodbuja dinamično in statično ravnotežje. Izboljšane so šibke motorične sposobnosti starostnikov zlasti pri gibanju rok (fina motorika). Gibalna vadba, ki zahteva usklajevanje gibov, izboljša prostornino sivine na predelu motoričnega korteksa in bazalnih ganglijev (Gajewski in Falkenstein, 2016; Kattenstroth, idr., 2013; Muller, idr., 2017). Ples vpliva na več vidikov delovanja starostnika in z glasbeno podlago obogati in motivira za aktiven način življenja (Chuang, idr., 2015; Kattenstroth, idr., 2010). Terapevtsko plesna aktivnost varuje kognitivne, gibalne in zaznavne sposobnosti pred upadom v procesu staranja. Po redni plesni aktivnosti so se povečale pozornost in kognitivne sposobnosti. Sodelovanje motoričnega korteksa s kognicijo je prisotno le pri strukturirani plesno aerobni vadbi, ki se osredotoča na

koordinacijo in izboljšuje tako motorične kot kognitivne sposobnosti starostnikov (Brown, idr., 2006; Hackney in Earhart, 2009b; Hackney in McKee, 2014). Povečata se gostota kapilar in večja sinaptična povezljivost. V strukturirani plesni aktivnosti se povečata mišična moč in kostna gostota starostnikov (Janyacharoen, Laophosri, Kanpittaya, Auvichayapat in Sawanyawisuth, 2013). Nestrukturirana plesno aerobna aktivnost nima znatnih pozitivnih učinkov na kognitivne ali motorične primanjkljaje starostnikov.

Psihološko ples vzdržuje pozitivno razpoloženje starostnikov in deluje proti družbeni izolaciji (Hackney in McKee, 2014; Kattenstroth, Kalisch, Holt, Tegenthoff in Dinse, 2013). Ples velja za družabno, vključujočo in zadovoljujočo aktivnost (Merom, idr., 2016; Wolff, Santos Delabary in Hass, 2017). Vpetost plesa v družbeni kontekst in interakcije zadovoljuje potrebe starostnikov po vključevanju. Socialne interakcije so varovalni dejavnik pred kognitivnim upadom starostnika (Fratiglioni, Paillard in Winblad, 2004). Za starostnike je ples visoko zadovoljujoča aktivnost, ki jih z družbeno vključenostjo motivira za nadaljnje udeleževanje, pri čemer je motivator tudi glasba (Belardinelli, idr., 2008; Hackney, Earhart in Kantorovich, 2007).

5.4 Učinkovanje strukturirane plesno aerobne aktivnosti

Aerobne telesne aktivnosti, med katere sodi tudi ples, zahtevajo večjo porabo kisika in vplivajo na telesno vzdržljivost (Colcombe, idr., 2003; Se Hong, idr., 2011). Ples združuje aerobno vadbo, vaje za izboljšanje kognitivnih sposobnosti in usklajevanje gibov (Gajewski in Falkenstein, 2016; Kattenstroth, idr., 2013; Muller, idr., 2017). Ples zahteva visoko mero kognitivnih sposobnosti. Poveča mišično maso in moč, ter zmanjša tveganje za srčno žilne bolezni. Plesno aerobna aktivnost izboljša telesno držo, krvne biomarkerje in mišičnoskeletne ter srčno žilne funkcije in lastno zavedanje gibanja oziroma propriocepcijo (Demers in McKinley, 2015; Fong Yan, idr., 2018). Okrepi dihalno moč, zmanjša togost mišic, okrepi prožnost in gibljivost telesa, ravnotežje, premičnost in pospeši hojo. Z učenjem novih plesnih korakov, razmišljanjem, več čutnimi dražljaji, krepitvijo socialnih interakcij in izražanjem čustev vpliva na stabilnejše staranje tudi brez izboljšanja srčno žilne kapacitete (Kattenstroth, idr., 2010; Muller, idr., 2017; Prakash, idr., 2011).

5.4.1 Spodbujanje delovanja mitohondrija pri starostnikih s plesno aktivnostjo

Zmanjšanje mitohondrijskega nedelovanja v procesu staranja lahko preprečimo s telesno aktivnostjo, ki zavira učinke oksidativnega stresa in izboljšuje mitohondrijsko aktivnost (Eluami in Brooks, 2013; Parise, Brose in Tanopolsky, 2005). Ples je vrsta aerobne aktivnosti, ki ima pozitivne učinke na dihalno zmogljivost. Poveča metabolno aktivnost telesa, mitohondrijsko aktivnost in zavira smrt živčnih celic. Spontano gibanje je odvisno od delovanja mitohondrija, ki s staranjem slabi, zato prihaja do zmanjšanja kontraktilnih

proteinov v mišicah, ki omogočajo mišično krčenje in obnovo delovanja mitohondrija. Belardinelli (2008) in sodelavci so dokazali, da aerobna vadba izboljša delovanje mitohondrija in oksidacijskih encimov v skeletnih mišicah ter ravnotežje starostnika. Aerobna telesna vadba vzdržuje delovanje mitohondrija in aktivira sintezo kontraktilnih proteinov v mišicah. Sproži hipertrofijo mišičnih vlaken ter odstrani škodljive posledice oksidativnega stresa, kar pomeni, da je prepis kontraktilnih proteinov hitrejši, pri čemer pride do izboljšanja motoričnih težav.

6 ZAVIRANJE PB PRI STAROSTNIKIH S PLESOM

Plesna aktivnost dodatno bogati kakovost življenja bolnikov s PB v primerjavi s preprosto telesno aktivnostjo, kot je hoja (Bengtsson, Winblad in Ekman, 1998; Hashimoto, Takabatake, Miyaguchi, Nakanishi in Naitou, 2015; Ventura, idr., 2016). Vpliva na motorične in nemotorične simptome PB ter predstavlja zadovoljujočo aktivnost zlasti za starostnike s PB.

6.1 Učinki plesne aktivnosti na motorične simptome PB

Ples izboljšuje prožnost mišic, moč in gibljivost spodnjega ter zgornjega dela telesa, kar zavira motorične simptome PB (Belardinelli, idr., 2008; Fong, Yan, idr., 2018; Hackney, idr., 2007; Hackney in Earhart, 2010; Keogh, idr., 2009; Shanahan, Morris, Bhriain, Saunders in Clifford, 2015). Z večjo močjo mišic se izboljša tudi stabilnost gibanja. S plesom so dosegli večjo gibljivost mišic kot s fizioterapijo, saj zahteva več premičnosti, ki deluje proti mišični togosti in pozitivno vpliva na nestabilnost starostnikov in oseb s PB (Wolff, idr., 2017).

Propriocepcija je pri osebah s PB pri redni plesni vadbi boljša (Heiberger, idr., 2011). Ples vključuje elemente raztezanja mišic, kar poveča prožnost naproti simptomom togosti. Izguba togosti bi lahko bila neposreden odziv na boljšo propriocepcijo telesa, s tem ko čustvena komponenta plesa spodbuja mišično sproščanje in poveča učinkovitost giba. Hitrejši je tudi začetek gibanja in doslednejša izvršitev gibov z večjim razponom. Tudi zmanjšana togost mišic izboljšuje slabšo obrazno mimiko pri PB. Strukturirana plesna aktivnost okrepi slabše motorično načrtovanje izvedbe giba in otežen začetek gibanja pri PB (Hashimoto, idr., 2015; Ventura, idr., 2016). Motorično načrtovanje pri prehajanju iz enega giba v drugega potrebuje kognitivno komponento, kar omogoči celovitost gibanja. Glasba s plesom pozitivno vpliva na motorične sposobnosti, ker ima večji doprinos k hitrejši hoji z zahtevanjem usklajenega gibanja z ritmom glasbe (Bradt, Magee, Dileo, Wheeler, McGilloway, 2010; Thornberg, idr., 2014; Wittwer, Webster in Hill, 2013). Sinteza pomembnega živčnega prenešalca DA pri PB je spodbujena z glasbo z aktivacijo centra za nagrajevanje, v katerem se sprošča DA in spodbuja vztrajanje starostnika s PB v plesni aktivnosti.

6.1.1 Izboljšanje ravnotežja in zaviranje padcev pri osebah in starostnikih s PB s pomočjo plesa

Izguba ravnotežja in nestabilnost v gibanju predstavljata tveganje za večje število padcev pri starostnikih s PB (Gobbi, idr. 2003; Hackney in Earhart, 2009c; Merom, idr., 2013; Sharp in Hewitt, 2014). Preventivno in terapevtsko se lahko zmanjša možnost padcev zdravih starostnikov in obolelih za PB s plesom s spodbujanjem dinamičnega in statičnega ravnotežja. Plesna aktivnost ob glasbi združuje miselno gibalne izzive, vaje za ravnotežje in telesni napor (de Dreu, van der Wilk, Poppe, Kwakkel in van Wegen, 2012; de Natale, idr., 2017). Bolniki s PB, ki so bili vključeni v plesno aktivnost, so izboljšali motorične simptome, kot sta vzdržljivost in ravnotežje. Zvočni dražljaji in pozornost na ritem glasbe so pri plesu povečali hitrost hoje in dolžino koraka pri bolnikih s PB, ker se morajo osebe zavestno osredotočiti na hojo s spremenjenimi krajšimi in daljšimi koraki (Baker, Rochester in Nieuwboer, 2007; Lohnes in Earhart, 2011). Že sama hoja ob glasbi je pozitivno vplivala na motorične simptome starostnikov s PB. Rehabilitacijski programi, ki vključujejo vaje za nestabilno držo, so bolj učinkoviti, če vključujejo še vaje za dinamično ravnotežje (Hackney, Hall, Echt in Wolf, 2012). Ples je izboljšal ravnotežje in usklajenost hoje, medtem ko sama hoja ni imela takšnega učinka (Earhart, idr., 2015; Hackney in Earhart, 2009a; Hackney, Kantorovich, Levin in Earhart, 2007; Ventura, idr., 2016). Plesna vadba je uspela izboljšati prehod v začetek gibanja, kar je za osebe s PB oteženo. S krepitvijo ravnotežja se zmanjša strah pred padci (Kattenstroth, idr., 2010; Merom, idr., 2016; Ventura, idr., 2016). S pomočjo plesa preprečujemo ponovitev padcev, ker se izboljša stabilnost hoje, njena hitrost in otežen začetek gibanja (Sharp in Hewitt, 2014; Tillmann, Andrade, Swarowsky in Azevedo Guimaraes, 2017).

6.2 Terapevtski učinki opazovanja in glasbe na motorične simptome

Glasba tako motivira kot sprošča, zato gibanje postaja vse bolj usklajeno in tekoče (Wittwer, Webster in Hill, 2013). Raziskave potrjujejo, da se s plesom povečata prostornina in aktivnost motorične skorje. Zmanjša se število ustavljanj in togih gibov, zvočni dražljaji obidejo nefunkcionalne bazalne ganglije in potujejo neposredno do suplementarne motorične skorje (Muller, idr., 2017; Rehfeld, idr. 2017). Proženje te poti vpliva na izboljšanje motoričnih simptomov PB kot je slabša obrazna mimika. Ritmično slušna stimulacija je ključna za izboljšanje vzorca hoje, saj ta temelji na usklajenem gibanju v ritmu glasbe.

Skupina igra pomembno vlogo v procesu učenja, saj je motivirajoče že samo opazovanje ples. Ples je za starostnike s PB pomemben tudi z vidika zrcalnih nevronov, ki se vključijo ob gledanju, učenju ali posnemanju dejanj in gibov druge osebe ter zajemajo izvedbo giba pri opazovalcu (Heiberger, idr., 2011; Nieuwboer, idr., 2007). Primarno se zrcalni nevroni nahajajo v motoričnem korteksu. Med plesom oseba hkrati opazuje in posnema gibe, kar

omogoča učenje s pomočjo motoričnega načrtovanja. Cilj plesne aktivnosti je motorični trening, ki bo stimuliral motorični korteks (Lovatt, 2018). Vključenost zrcalnih nevronov izboljša motorične simptome PB, vpliv nanje pa imajo tudi zvočni dražljaji.

6.2.1 Ples kot družabna aktivnost izboljšuje motorične simptome starostnikov s PB

Slabše socialno življenje starostnikov s PB pospeši napredovanje motoričnih simptomov starostnikov s PB (Buchman, Boyle, Wilson, Fleischman, Laurgans in Bennett, 2009). Vključevanje v družabne aktivnosti je varovalni dejavnik pred napredovanjem upada motoričnih sposobnosti pri PB. Ples kot družabna aktivnost s prisotnostjo plesnega partnerja dolgotrajno izboljša okrnjeno ravnotežje in hojo starostnikov s PB (Hackney, idr., 2012; Verghese, 2006; Zafran, idr., 2016; Zhang, idr., 2008). Možgani dobijo informacije notranjih in zunanjih čutnih ter motoričnih dražljajev. Informacije o ritmu glasbe in vidno prostorske informacije za usklajenost telesa se združijo preko hipokampusa in potujejo do malih možganov, ki omogočajo stabilnost osebe v gibanju. Z družabno podporo pri plesu se zmanjša tveganje za padce, zato so osebe pozitivno naravnane in se lažje vključijo v družabno življenje (Federici, Bellagamba in Rocchi, 2005; McNeely, idr., 2015; Merom, idr. 2016).

6.3 Učinki plesne aktivnosti na nemotorične simptome PB

Ples z glasbo vpliva na pozitivno razpoloženje in kognitivne sposobnosti starostnikov s PB tudi s krepitvijo imunskega sistema (Lovatt, 2018). Pozitivno razpoloženje je posledica spremenjenega izločanja hormonov, saj se med telesno in ritmično obarvano aktivnostjo sprošča večje število endorfinov. Učinkuje tudi na kognitivne sposobnosti in izvršilne funkcije oseb in starostnikov s PB (Murray, Sacheli, Eng in Stoessl, 2014). Ples združuje glasbo in skupino ljudi ali plesnega partnerja ter tako ustvarja pozitivno družabno vzdušje in občutek pripadnosti (Bage in Zadikoff, 2014; Zafar, idr., 2017; Heiberger, idr., 2011; Hackney in McKee, 2014). Druženje nadvlada občutek osamljenosti oseb in starostnikov s PB. Ples z druženjem preprečuje depresivno razpoloženje s sproščanjem endorfinov, serotonina in dopamina in posledično z občutenjem zadovoljstva (Kattenstroth, idr., 2010; Lovatt, 2018). Pomembna je tudi izbira glasbe, izvedba, vodenje plesne aktivnosti in sposobnost motiviranja bolnikov za vključitev v plesno gibalno aktivnost (Rocha, Slade, McClelland in Morris, 2017). V plesnem okolju se morajo bolniki s PB počutiti sprejete in imeti možnost izražanja. Le tako bodo motivirani za redno vključevanje v aktivnosti, ker bo vadba sprožila občutke zadovoljstva. To deluje kot nagrajevalni sistem, ki ob aktivaciji sproža občutke zadovoljstva.

6.3.1 Učinki plesa na kognitivne sposobnosti starostnikov s PB

Partnerski ples z bogatim stimulativnim okoljem z vključitvijo glasbe in plesnega partnerja izboljšuje tudi kognitivne sposobnosti (Blasing, Merino, Cross, Jola, Honisch in Stevens, 2012). Zdravi starostniki se srečujejo z upadom kognitivnih sposobnosti, ki pa se razlikujejo v velikosti in hitrosti upada glede na napredujoče stanje PB pri starostnikih (Hackney, idr., 2012; McNeely, idr., 2015; Merom, idr., 2013; Zhang, idr., 2008). Senzomotorična aktivnost, kot je ples, izboljša zaznavne sposobnosti in pozornost, ker poveča propriocepcijo telesa z aktivacijo somatosenzoričnega sistema. Izboljšajo se kognitivne in izvršilne funkcije, ki vključujejo delovni spomin, povezan z učenjem, pozornostjo in načrtovanjem (Bengtsson, idr., 1998; Hashimoto, idr., 2015; Ventura, idr., 2016). Po ugotovitvah Merom (2016) in sodelavcev pri izvršilnih in kognitivnih sposobnostih ples ni bil bolj učinkovit od hoje z glasbo. Učinki plesa na kognicijo se pokažejo v kratkem časovnem obdobju, dolgotrajni učinku plesa pa niso jasni. Izboljšana sta prostorsko pomnjenje in učenje z okrepitvijo delovnega spomina, kar je posledica okrepljenega srčno žilnega sistema in dihalne zmogljivosti, ki sproži plastičnost na okrnjenih možganskih predelih.

6.3.2 Učinki plesa na družabno življenje starostnikov s PB

Slabše družabno življenje vodi k negativnemu razpoloženju, osamljenosti in razvoju depresije. Odnosi med bolnikom s PB in družbenim okoljem so oteženi zaradi simptomov PB, ki ovirajo samostojno delovanje bolnika (Gobbi, idr. 2003; Hackney in Earhart, 2009a; Merom, idr., 2013). Posledica oviranih motoričnih in kognitivnih sposobnosti ter izgube aktivnega družabnega življenja je največkrat depresija in ne motiviranost. Depresija je de motivator za starostnike s PB, zato je zdravljenje oteženo. Ples izboljšuje psihosocialno življenje starostnikov. PB zaradi upada DA živčnih prenašalcev povzroči manj avtomatskih motivacijskih procesov. Starostnikom s PB je ples visoko zadovoljujoča aktivnost. S plesno aktivnostjo se izboljša negativno razpoloženje in motivacija bolnikov z zaviranjem simptomov PB (Bengtsson, idr., 1998; Hashimoto, idr., 2015; Lewis, Annett, Davenport, Hall in Lovatt, 2014; Ventura, idr., 2016). S plesom gibi postanejo bolj avtomatizirani, saj je pozornost zavestno usmerjena na korake in hojo med plesom. Zaradi težav z ravnotežjem bolnikom primanjkuje samozvesti v situacijah, ki zahtevajo stabilnost (Lane, Hewston, Redding in Whyte, 2003). Z izboljšanjem ravnotežja pa se izboljša tudi samozavest starostnikov s PB.

6.3.3 Zadovoljujoča plesna aktivnost zmanjša depresivno razpoloženje starostnikov s PB

Izkazalo se je, da ima depresija negativne učinke na razpoloženje in motorične sposobnosti starostnikov s PB (Hackney in Earhart, 2009c; Lewis, idr., 2014; Lima in Vieira, 2007; Papapetropoulos, Ellul, Argyriou, Chroni in Lekka, 2006; Rocha, idr., 2017). Depresivni bolniki imajo tudi pogostejši upad miselnih sposobnosti. Ples s preprostim, a dodelanim vzorcem gibov učinkuje na izboljšanje negativnega in depresivnega razpoloženja pri PB, kar vpliva na boljše kognitivne sposobnosti. Pri starostnikih s PB, ki so se udeleževali redne plesne vadbe, je bilo odkrite manj agresije in utrujenosti ter boljša vzdržljivost (Lovatt, 2018; Hackney in McKee, 2014; Kattenstroth, idr., 2010). Plesna vadba zmanjšuje stres in sproža sproščanje endorfinov, a le v primeru, da oseba s PB v plesni aktivnosti doživlja občutke zadovoljstva. K temu verjetno pripomore tudi glasbena spremljava. Obremenjujoč ples pa izzove utrujenost in ne zaviranja napredovanja simptomov PB pri starostniku. Ples združuje uporabo miselnih in telesnih sposobnosti, ki nakazujejo razgibanost in odmik od enoličnega življenja, ki ga doživljajo starejši odrasli z nevrološkimi težavami. Gibanje v plesu dovoljuje nebesedno izražanje notranjih občutkov (Lima in Vieira, 2007; Rocha, idr., 2017; Shanahan, Morris, Bhriain, Volpe, Lynch in Clifford, 2017). Prek družbenih interakcij omogoča sporazumevanje in izražanje čustev, kar pozitivno vpliva na razpoloženje. Psihološki cilj plesne aktivnosti je samoizražanje, doživljanje izražanje čustev in večja samozavest bolnikov starostnikov, spodbujanje motivacije in socialnih interakcij.

6.4 Povečanje prostornine sivine in beline pri starostnikih s PB s pomočjo plesa

Spremembe v možganih starostnika prizadanejo zlasti področje čelnega, senčnega in hipokampalnega predela. Manjši kognitivni upadi že spremljajo začetno stanje starostnikov s PB (Fernandez Sotos, idr., 2016; Heiberger, idr., 2011). Po mesecih ritmične vadbe lahko na področju sivine in beline v možganih vidimo spremembe (Colcombe, idr., 2006; Matzler Baddeley, Cantera, Coulthard, Rosser, Jones in Baddeley, 2014), in sicer v kaloznem korpusu, ki povezuje obe hemisferi in zajema interhemisferno belino. Sprednji del kaloznega korpusa je povezan s čelnim režnjem in motorično skorjo. Vadba povečuje prostornino upadle beline pri PB med obema hemisferama, kar okrepi prenos informacij do čelnega režnja in izboljša nedelujoče izvršilne funkcije. Hitrejše kot je tanjšanje možganske skorje, večje okvare lahko pričakujemo na področju kognicije (Heiberger, idr., 2011; Fernandez Sotos, idr., 2016; Rand, Eng, Liu Ambrose in Tawashy, 2010; Shin, 2009). Povečanje sivine na predelih prefrontalnega in senčnega režnja je povezano z boljšim motoričnim načrtovanjem gibalnega odziva. Ti možganski predeli so odločilni za višje izvršilne funkcije, torej za nadzor, obdelavo informacij in delovni spomin.

7 TANGO

7.1 Tango kot partnerski ples

Terapevtska plesna aktivnost s tangom prehaja od odrezavih začetkov gibanja, prenašanja teže, obratov na mestu in v gibanju do vzvratne hoje, usmerjenosti, spremembe hitrosti in podaljševanja korakov (Earhart, 2009; Gobbi, idr., 2003; Hackney in Earhart, 2009c; Hackney in Earhart, 2010; Hackney, idr., 2007). Tango temelji na komunikaciji med vodjo in sledilcem (de Dreu, van der Wilk, Poppe, Kwakkel in van Qegen, 2015). Vključuje socialne prvine in prvine izražanja za učinkovito komunikacijo, katere rezultat je usklajeno gibanje z ritmom glasbe. Tango kot partnerski ples prinaša spremembe na področju motoričnih sposobnosti za osebe z gibalnimi težavami (Earhart, 2009; Hackney, Hall, Echt in Wolf, 2013), zato je postal učinkovita terapija tudi za PB (Bage in Zadokiff, 2014; Hackney, idr., 2007; Hackney in Earhart, 2010; Rios Romenets, Anang, Fereshtenhnejad, Pelletier in Postuma, 2015; Zafran, idr., 2016). Starostniki s PB so težje pozorni na več dražljajev hkrati. Bolniki s PB se morajo osredotočiti na več dražljajev hkrati, na plesnega partnerja in zvočne dražljaje, zato tango velja za bogato stimulativno aktivnost (de Dreu, idr., 2015).

7.2 Vpliv glasbe z menjavanjem ritma pri tangu na simptome PB

Tango je sestavljen iz pogostih ustavljanj in ponovnih začetkov giba (Hackney in Earhart, 2009c; Duncan in Earhart, 2012; Hackney in McKee, 2014). Temu prisostvuje glasba, ki ima spremenljiv in neenakomeren ritem in zato zahteva neprestano pozornost. Ritem je odrezav, z veliko poudarki, premori in ponovnimi začetki, čemur mora oseba s PB ves čas slediti in mu prilagoditi svoje gibanje. Ritem tanga spreminja hitrost, zato daje občutek vznemirjenosti. Pripomore k izboljšanju ravnotežja, boljšemu začetku izvajanja giba in izboljšani hoji bolnikov s PB. Starostniki s PB krepijo pozornost in samonadzor nad telesnimi gibi. Ritem tanga izzove tako počasne kot hitre gibe, zato se mora bolnik prilagoditi na izmenjavo dolgih in kratkih korakov, ki predstavljajo priložnost za izboljšanje bradikinezije pri izvedbi giba in ravnotežja oseb in starostnikov s PB. Vsebuje tudi vzvratno gibanje, kar bolnikom otežuje in hkrati učinkuje na okrnjeno ravnotežje. Spremenljiv ritem tanga s premori je dobra vadba za bradikinezijo, akinezijo, tremor in spodbujanje počasne hoje pri PB. Glasba tanga je dobra pomoč pri težavah s hojo, saj morajo starostniki in bolniki s PB v gibanju ustaviti korak in ga ponovno začeti. Zato je tango optimalna plesna vadba za preprečevanje padcev starostnikov s PB s pomočjo plesnega partnerja. Kljub več dražljajem se bolniki starostniki lahko zavestno osredotočijo na izboljšanje motoričnih sposobnosti in kontrolo gibanja ob pomoči plesnega partnerja.

7.3 Nevrobiološke spremembe po tangu

Pri tangu se poveča aerobni prag, ki krepi srčno žilni sistem. Srčni utrip se poviša na 70% maksimalnega srčnega utripa, kar ustreza smernicam za aerobno vadbo (Earhart, 2009). Suplementarna motorična skorja je vključena v pripravo in izvršitev hotenih gibov (Cunnington, Iansek, Bradshaw in Phillips, 1995). Tango spodbuja osredotočenost na hojo in gibanje, pri čemer se poveča aktivnost suplementarne motorične in premotorične skorje (Bage in Zadikoff, 2014; Earhart, 2009; Sacco, Cauda, Cerliani, Mate, Duca in Geminiani, 2006). Bazalni gangliji in motorična skorja so vključeni v hoteno gibanje, vendar suplementarna motorična skorja nadomesti nepravilno delovanje bazalnih ganglijev zaradi pomanjkanja dopamina. Zvočni dražljaji, ki spodbujajo usklajeno gibanje, preidejo nedelujoče bazalne ganglije ter potujejo neposredno do suplementarne motorične skorje (Bengtsson, idr., 1998; Hashimoto, idr., 2015; Ventura, idr., 2016). Ker notranji mehanizmi zaradi pomanjkanja dopamina ne dovoljujejo načrtovanja in vodenja gibov, se bolniki osredotočijo na zunanje slušne dražljaje, ki vodijo njihovo gibanje. Dražljaji potekajo skozi vidni korteks do motorične skorje in skozi slušni del vstopijo v krožnost prek malih možganov in talamusa do motorične skorje.

7.4 Tango in motorični simptomi starostnikov s PB

V več študijah so nakazali izboljšanje hoje in ravnotežja ter vsakodnevne učinkovitosti starostnikov s PB po plesanju tanga (de Dreu, idr., 2015; Earhart, 2009; Hackney in Earhart, 2010). Zaviranje motoričnih simptomov PB se povezuje s pogostejšo plesno aktivnostjo. Pri tangu se bolniki s PB osredotočijo na nadzorovanje trupa in hoteno gibanje, koordinacijo telesa in ohranjanje pozornosti (Hackney, idr., 2012; Hackney in Earhart, 2014; Thaut, Rice, Braun Janzen, Hurt Thaut in McIntosh, 2018). Težave pri PB ovirajo razlikovanje med več dražljaji, zato se je plesne korake sprva težje naučiti (Anderson, Cook in Wakeling, n.l.; Hackney, idr., 2012). Plesanje tanga izboljša gibanje, ravnotežje in vzdržljivost mišic pri osebah in starostnikih s PB, saj so po 30-urni plesni aktivnosti izboljšali ravnotežje, premičnost, vzdržljivost in učinkovitost na testih razlikovanja med več različnimi dražljaji. Vzdržljivost mišic pomeni odpornost na gibanje ob stalnem ponavljanju gibov, ali ko je mišica zadržana v nedejavnem položaju. S plesno vadbo se mišice preskbijo z zadostno količino kisika, ki vodi v učinkovito mišično krčenje. Tako je gibanje bolj prožno. S preskakovanjem in menjavanjem ritma ter spremembami v smeri hoje tango vpliva na okretnost starostnikov s PB (Earhart, 2009; Gobbi, idr., 2003; Hackney in Earhart, 2009c; Hackney in Earhart, 2010; Hackney, idr., 2007). Pri plesu v paru je ključno ravnotežje, ki ga lahko spodbudimo s plesalčevo podporo. Ples v paru, kot je tango, velja za varno obliko terapije, ki preizkuša ravnotežne zmožnosti bolnika in preprečuje večje število padcev. Pripomore k večji stabilnosti in nadzorovani hoji za usklajeno gibanje plesnega para po

prostoru. Zvočno ritmični dražljaji zmanjšajo število padcev in izboljšujejo vzorec hoje s hitrostjo in daljšanjem koraka pri starostnikih s PB (Hackney in Earhart, 2009b; Hackney in Earhart, 2010; Verghese, 2006). Soplesalec predstavlja varno okolje, v katerem bolnik z oteženo in nestabilno hojo preizkuša meje svoje ravnotežne zmogljivosti in utrjuje mišično moč (McKinley, Fung Leroux, 2008). Gibalno učenje je pomembno za nadzorovano postavitev giba in za urjenje kognitivnih sposobnosti pri starostnikih s PB.

7.5 Tango in nemotorični simptomi starostnikov s PB

Tango zavira napredovanje simptomov PB pri starostniku (Bage in Zadikoff, 2014; Zafar, idr., 2017), s tem pa okrepi samozavest in psihosocialno življenje oseb in starostnikov s PB. Zaradi občutka varnosti, ki jim ga nudi partner, se pri PB poveča stabilnost ob izvajanju giba (Hackney in Earhart, 2009b; Duncan in Earhart, 2012). Oseba se namesto na težave z gibanjem ob podpori lažje osredotoči na izvedbo giba. Ohranjanje neprestane pozornosti pri gibanju telesa v prostoru zahteva dobro prostorsko orientacijo s pomočjo soplesalca, ki bolnika usmerja, in dober prostorski spomin (de Dreu, idr., 2015; McKee in Hackney, 2013). Prostorski spomin z ustvarjanjem kognitivnih zemljevidov je ključen za gibanje v prostoru, premičnost in orientacijo, vendar se njegovo delovanje s staranjem in pri PB zmanjšuje (Duncan in Earhart, 2012; Klencklen, Despres, in Dufour, 2012). Tango pripomore k boljšemu prostorskemu spominu, ravnotežju in izvršilnim funkcijam starostnikov s PB (de Dreu, idr., 2015; Hackney, Byers, Butler, Sweeney, Roszbach in Bozzorg, 2015; McKee in Hackney, 2013) z razraščanjem hipokampusa. S krepitvijo motoričnih simptomov, nadzora in hotenega gibanja, se krepijo tudi izvršilne funkcije skupaj s kognitivnimi sposobnostmi. S plesno aktivnostjo se poveča sivina hipokampalnega predela in plastičnost prefrontalnega režnja pri starostnikih s PB.

Družbene interakcije so pomembne za vse starostnike s PB (Ryan in Willits, 2007). Ples s tango koraki izvabi svobodno izražanje in raziskovanje giba, nebesedno komunikacijo med partnerjema in nadzor nad gibanjem rok, ki ga zahteva ritem glasbe (McKee in Hackney, 2013; Zafar, idr., 2017). Tango vpliva na razpoloženje starostnikov s PB, ki po plesni aktivnosti pokažejo manjšo apatičnost in manj depresivnega razpoloženja (Abrantes, idr., 2012; McNamara, Durso in Harris, 2006), večjo samozavest in izboljšano obrazno mimiko. Z vplivanjem na psihosocialno komponento vplivamo na zaviranje kognitivnih in motoričnih sposobnosti. S procesiranjem več dražljajev hkrati je zavedanje prisotnosti drugega večje in na njun odnos v prostoru boljši, da je plesno gibanje tekoče. Kljub plesni aktivnosti, ki temelji na interakcijah, pa ne moremo popolnoma zaustaviti ne procesa staranja in sprememb, ki jih ta prinaša, simptomatike PB.

8 ZAKLJUČEK

V zaključni nalogi smo obravnavali razvoj PB pri starostnikih in na kakšen način bi lahko terapevtsko zavirali simptome staranja in PB s pomočjo plesa. Število oseb s PB v starostni dobi še vedno narašča, zato so vse potencialno učinkovite terapije dobrodošle. PB kot nevrodegenerativna in napredujoča bolezen je druga najpogostejša bolezen, za katero zboli več kot odstotek starostnikov nad 60. letom starosti. Proces staranja in spremembe, ki jih prinese, predstavljajo tveganje za razvoj PB, vendar pa staranje ni vzrok za PB. Pri staranju in PB je prisoten oksidativni stres, ki povzroča izgubo dopaminergičnega sistema v črni substanci in striatumu, zato je primanjkljaj DA pri starostnikih s PB še večji v primerjavi z zdravimi starostniki. Škodljive posledice oksidativnega stresa so v porasti pri starostnikih s PB.

Zdravljenje PB je simptomatko, zato smo ples obravnavali na podlagi zaviranja simptomov. Ples je bogata čutno gibalna aktivnost, ki za lažje izvajanje gibov vključuje tudi glasbo. Kot telesna aktivnost ima pozitivne učinke na fiziologijo in živčne prenašalce oseb in starostnikov s PB. Ples kot telesna aktivnost spodbudi sintezo DA skupaj z večanjem DA celic ob vključevanju centra za nagrajevanje, ki se aktivira z glasbo. Plesna aktivnost učinkuje na oslajeno srčno žilno zmogljivost in dihalni sistem starostnikov ter spodbuja upočasnjeno metabolno aktivnost, kajti ti dejavniki slabijo imunski sistem in predstavljajo tveganje za razvoj nevroloških bolezni kot je PB. Plesna aktivnost omejuje posledice oksidativnega stresa na živčne celice v možganih in spodbuja delovanje mitohondrija pri starostnikih s PB. Pri starostnikih in PB nastopi večja zmogljivost mitohondrija v področju črne substance, kar zavira posledice oksidativnega stresa. Ples v vseh primerih ne izboljša srčno žilne zmogljivosti pri starostnikih, a kljub temu izboljša simptome PB.

Pomanjkanje motivacije in depresivno razpoloženje sodita med nemotorične simptome PB in sta vzrok za sedeč način življenja starostnikov s PB, ki spodbuja napredovanje simptomov. Za izboljšanje simptomov PB moramo iskati motiv za izvajanje aktivnosti pri starostnikih PB. Pomemben napotek je, da mora biti plesna aktivnost zadovoljujoča in redna. Več zvrsti plesa preprečuje depresivno razpoloženje in povečuje aktivnost dopaminergičnega in serotoninškega sistema, ki vključi center za nagrajevanje ter osebe in starostnike s PB spodbuja k vztrajanju v plesni aktivnosti. Namesto stresa, ki ga telo doživlja ob telesnem naporu, se sprošča občutek zadovoljstva, ki ustvari pozitivno razpoloženje in zniža depresivno razpoloženje ali apatičnost, ki je del spremenjenega čustvovanja pri PB. S plesno aktivnostjo okrepimo imunski sistem in izboljšamo razpoloženje bolnikov starostnikov, kot tudi kognitivne sposobnosti.

Ples učinkuje tako na simptome PB in težave starostnikov s PB. Okrepita se področji gibanja in kognitivnih sposobnosti, kar v življenje starostnikov s PB vnaša kakovost in samostojnost. Pomaga pri zmanjševanju števila padcev, boljšemu ravnotežju in hitrejši hoji. S telesno aktivnostjo in s plesom se poveča prostornina beline, ki omogoča prenos informacij do čelnega režnja, s čimer se krepijo izvršilne funkcije, pomembne za hojo. Tanjšanje sivine lahko zaviramo s plesno aktivnostjo zlasti na področju hipokampusa, kjer se izguba živčnih celic povezuje s staranjem. Plesna aktivnost zmanjšuje togost mišic ter povečuje gibljivost in učinkovitost gibanja. Zaradi izboljšanja simptomov oseb in starostnikov s PB se ti lahko vrnejo v družbeno aktivno življenje.

Gibalno učenje je pomembno za nadzorovano postavitev giba in za urjenje kognitivnih sposobnosti pri starostnikih s PB. Tango je učinkovita terapevtska plesna vadba za starostnike s PB, ki omogoča povrnitev vsakodnevne funkcionalnosti. Z značilnim raznolikim ritmom stremi k osredotočenosti na več dražljajev hkrati. Zvočni dražljaji, plesni partner in koordinacija gibanja po prostoru z menjavanjem dolžine korakov so pomembni za izvedbo usklajenega in tekočega gibanja v ritmu glasbe, ki deluje proti nestabilnosti in nehotenemu ustavljanju gibanja. Že sami koraki hoje ob glasbi izboljšujejo hitrost hoje z usklajevanjem gibanja na ritem tanga. Okrnjeno motorično načrtovanje, ki ovira gibanje starostnikov s PB, zamenjajo zunanji slušni dražljaji, ki vodijo njihovo gibanje. Zunanji zvočni dražljaji jim pomagajo izboljšati nefunkcionalno gibanje. Ravnotežje in stabilnost hoje se izboljšata s povečanjem razpona koraka in okrepljeno mišično močjo. Med drugim vpliva tudi na izboljšanje prostorskega spomina pri osebah in starostnikih s PB. Tango je izrazito družabni ples, ki ob podpori partnerja zmanjšuje apatičnost in okrepi pozitivna čustva ter znižuje raven stresa. Ob pomoči plesnega partnerja se plesalec lahko osredotoči na izvedbo pravilnega gibalnega vzorca. Bolnikom povrne družabno življenje, ki je ključ za uspešno staranje skupaj z zdravim načinom življenja, saj vključuje telesno aktivnost.

9 LITERATURA IN VIRI

Abrantes, A. M. (2012). Physical activity and neuropsychiatric symptoms of Parkinson disease. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 25 (3), 138–145.

Agosta, F., idr. (2014). Mild cognitive impairment in Parkinson's disease is associated with a distributed pattern of brain white matter damage. *Human Brain Mapping*, 35 (5), 1921–1929.

Ambrose, T., idr. (2008). Otago home-based strength and balance retraining improves executive functioning in older fallers: a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56 (10), 1821–1830.

Anderson, C., Cook, G. in Wakeling, K. (n. l.). Dancing for health: A service evaluation of a dance class for survivors of acquired brain injury and stroke. *Trinity Laban Conservatoire of Music And Dance*.

Angevaren, M., Aufdemkampe, G., Verhaar, H. J., Aleman, A. in Vanhees, L. (2008). Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 16 (3).

Backman, L., idr. (2011). Effects of working-memory training on striatal dopamine release. *Science*, 6043 (333), 718.

Baker, K., Rochester, L. in Nieuwboer, A. (2007). The immediate effect of attentional, auditory, and a combined cue strategy on gait during single and dual tasks in Parkinson's disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88 (12), 1593–1600.

Barnes, J. N. (2015). Exercise, cognitive function, and aging. *Advances in Physiology Education*, 39 (2), 55-62.

Bega, D. in Zadikoff, C. (2014). Complementary & alternative management of Parkinson's disease: an evidence-based review of eastern influenced practices. *Journal of Movement Disorders*, 7 (2), 57-66.

Belardinelli, R., Lacalaprice, F., Ventrella, C., Volpe, L. in Faccenda, E. (2008). Waltz Dancing in Patients With Chronic Heart Failure. *Circulation: Heart Failure*, 1 (2), 107–114.

Bender, A., idr., (2006). High levels of mitochondrial DNA deletions in substantia nigra neurons in aging and Parkinson disease. *Nature Genetics*, 35 (5), 515–517.

Bengtsson, L. P., Winblad, B. in Ekman, S. L. (1998). Social dancing: a way to support intellectual, emotional and motor functions in persons with dementia. *Journal of Psychiatric Mental Health Nursury*, 5 (6), 545-554.

Blasing, B., Merino, B. C., Cross, E. S., Jola, C., Honisch, J. in Stevens, J. (2012). Neurocognitive control in dance perception and performance. *Acta Psychologica*, 139, 300-308.

Blaszczyk, J. W. (2016). Parkinson's Disease and Neurodegeneration: GABA-Collapse Hypothesis. *Frontiers in Neuroscience*, 269 (10).

Blesa, J., Trigo Damas, I., Quiroga Varela, A. in Jackson Lewis, V. R. (2015). Oxidative stress and Parkinson's disease. *Frontiers in Neuroanatomy*, 91 (9).

Bloem, B. R., Hausdorff, J. M., Visser, J. E. in Giladi, N. (2004). Falls and Freezing of Gait in Parkinson's Disease: A Review of Two Interconnected, Episodic Phenomena. *Movement Disorders*, 19 (8), 871–884.

Borhan, A. S. M. (2018). Effects of dance on cognitive function among older adults: a protocol for systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*, 7 (1), 24.

Brown, C. A., McGuire, F. A. in Voelkl, J. (2008). The link between successful aging and serious leisure. *International Journal of Aging and Human Development*, 66 (1), 73–95.

Brown, S., Martinez, M. J. in Parsons, L. M. (2006). The neural basis of human dance. *Cerebral Cortex*, 16 (8), 1157–1167.

Buchman, A. S., Boyle, P. A., Wilson, R. S., Fleischman, D. A., Leurgans, S. in Bennett, D. A. (2009). Association between Late-Life Social Activity and Motor Decline in Older Adults. *Archives of Internal Medicine*, 169 (12), 1139–1146.

Buchman, A. S., Wilson, R. S., Shulman, J. M., Laurgans, S. E., Schneider, J. A. in Bennett, D. A. (2016). Parkinsonism in Older Adults and Its Association With Adverse Health Outcomes and Neuropathology. *Journals of Gerontology*, 71 (4), 549–556.

Busse, A. L., Gil, G., Santarem, J. M. in Filho, W. J. (2009). Physical activity and cognition in the elderly: A review. *Dementia & Neuropsychologia*, 3 (3), 204–208.

Chuang, L. Y., Hung, H. Y., Huang, C. J., Chang, Y. K. in Hung, T. M. (2015). A 3-month intervention of Dance Dance Revolution improves interference control in elderly females: a preliminary investigation. *Experimental Brain Research*, 233 (4), 1181–1188.

Cohen Zimerman, S. in Hassin, R. R. (2018). Implicit motivation improves executive functions of older adults. *Consciousness and Cognition*, 63, 267–279.

Colcombe, S. in Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychological Science*, 14 (2), 125–130.

Colcombe, S. J., idr. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101 (9), 3316–3321.

Colcombe, S. J., idr. (2006). Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 61 (11), 1166–1170.

Colcombe, S. J., Kramer, A. F., McAuley, E., Erickson, K. I. in Scalf, P. (2004). Neurocognitive aging and cardiovascular fitness: recent findings and future directions. *Journal of Molecular Neuroscience*, 24 (1), 9–14.

Cotman, C. W., Berchtold, N. C. in Christie, L. A. (2007). Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in Neuroscience*, 30 (9), 464–472.

Could Dopaminergic Neurons Be Regrown In Parkinsons Patients? (2016). Pridobljeno 3.12. 2018, s <https://longevityreporter.org/blog/2016/2/14/could-dopaminergic-neurons-beregrown-in-parkinsons-patients> .

Cross, E. S. in Ticini, L. F. (2012). Neuroaesthetics and beyond: new horizons in applying the science of the brain to the art of dance. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 11 (1), 5–16.

Cunnington, R., Iansek, R., Bradshaw, J. L. in Phillips, J. G. (1995). Movement-related potentials in Parkinson's disease. Presence and predictability of temporal and spatial cues. *Brain*, 118 (4), 935–950.

De Dreu, M. J., Kwakkel, G. in van Wegen, E. H. (2015). Partnered Dancing to Improve Mobility for People With Parkinson's Disease. *Frontiers in Neuroscience*, 9, 444.

De Dreu, M. J., van der Wilk, A. S. D., Poppe, E., Kwakkel, G. in van Qegen, E. E. H. (2012). Rehabilitation, exercise therapy and music in patients with Parkinson's disease: a meta-analysis of the effects of music-based movement therapy on walking ability, balance and quality of life. *Parkinsonism and Related Disorders*, 18, 114–119.

De Frias, C. M., Dixon, R. A., Fisher, N. in Camicioli, R. (2007). Intraindividual variability in neurocognitive speed: a comparison of Parkinson's disease and normal older adults. *Neuropsychologia*, 45 (11), 2499–2507.

De Natale, E. R., idr. (2017). Dance therapy improves motor and cognitive functions in patients with Parkinson's disease. *Neurorehabilitation*, 40 (1), 141–144.

Dean, D. C., idr. (2016). Alterations of Myelin Content in Parkinson's Disease: A Cross-Sectional Neuroimaging Study. *PLoS ONE*, 11 (10).

Demers, M. in McKinley, P. (2015). Feasibility of Delivering a Dance Intervention for SubAcute Stroke in a Rehabilitation Hospital Setting. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12, 3120–3132.

Dhami, P., Moreno, S. in DeSouza, J. F. X. (2014). New framework for rehabilitation – fusion of cognitive and physical rehabilitation: the hope for dancing. *Frontiers in Psychology*, 1478 (5).

Dias, V., Junn, E. in Maral Mouradian, M. M. (2013). The Role of Oxidative Stress in Parkinson's Disease. *Journal of Parkinson Disease*, 4 (3), 461–491.

Dodge, H. H., Kadowaki, T., Hayakawa, T., Yamakawa, M., Sekikawa, A. in Ueshima, H. (2005). Cognitive impairment as a strong predictor of incident disability in specific ADL-IADL tasks among community-dwelling elders: the Azuchi Study. *Gerontologist*, 45 (2), 222–230.

Duncan, R. P. in Earhart, G. M. (2012). Randomized controlled trial of community-based dancing to modify disease progression in Parkinson disease. *Neurorehabilitation of Neural Repair*, 26 (2), 132–143.

Earhart, G. M. (2009). Dance as Therapy for Individuals with Parkinson Disease. *European Journal of Physical Rehabilitation Medicine*, 45 (2), 231–238.

Ekman, U., Eriksson, J., Forsgren, L., Mo, S. J., Riklund, K. in Nyberg, L. (2012). Functional brain activity and presynaptic dopamine uptake in patients with Parkinson's disease and mild cognitive impairment: a cross-sectional study. *Lancet Neurology*, 11 (8), 679–687.

Eluami, A. in Brooks, K. (2013). Effect of aerobic exercise on mitochondrial DNA and aging. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 11 (1), 1–5.

Erickson, K. I. idr. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 108 (7), 3017–3022.

Erickson, K. I. (2009). Aerobic fitness is associated with hippocampal volume in elderly humans. *Hippocampus*, 19 (10), 1030–1039.

Erickson, K. I. idr. (2010). Physical activity predicts gray matter volume in late adulthood: The Cardiovascular Health Study. *Neurology*, 75 (16), 1415–1422.

Erickson, K. I., Leckie, R. L. in Weinstein, A. M. (2014). Physical activity, fitness, and gray matter volume. *Neurobiology of Aging*, 2, 20–28.

Erickson, K. I., Miller, D. L. in Roecklin, K. A. (2012). The Aging Hippocampus: Interactions between Exercise, Depression, and BDNF. *The Neuroscientist*, 18 (1), 82–97.

Federici, A., Bellagamba, S. in Rocchi, M. B. (2005). Does dance-based training improve balance in adult and young old subjects? A pilot randomized controlled trial. *Aging of Clinical Experiment Researches*, 17(5), 385–389.

Fernandez Sotos, A., Fernandez Caballero, A. in Latorre, J. M. (2016). Influence of Tempo and Rhythmic Unit in Musical Emotion Regulation. *Frontiers in Computational Neuroscience*, 80 (10).

Fong Yan, A., idr. (2018). The Effectiveness of Dance Interventions on Physical Health Outcomes Compared to Other Forms of Physical Activity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48 (4), 933–951.

Fratiglioni, L., Paillard Borg, S. in Winblad, B. (2004). An active and socially integrated lifestyle in late life might protect against dementia. *Lancet Neurology*, 3 (6), 343–353.

Gajewski, P. D. in Falkenstein, M. (2016). Physical activity and neurocognitive functioning in aging – a condensed updated review. *European Review of Aging and Physical Activity; Official Journal of the European Group of Research into Elderly and Physical Activity*, 13 (1).

Gao, L. L. in Wu, T. (2016). The study of brain functional connectivity in Parkinson's disease. *Translational Neurodegeneration*, 18 (5).

Gobbi, L. T. B., idr. (2003). Exercise programs improve mobility and balance in people with Parkinson's disease. *Parkinsonism and Related Disorders*, 15 (3), 49–52.

Goldenberg, M. M. (2008). Medical Management of Parkinson's Disease. *Pharmacy and Therapeutics*, 33 (10), 590–594, 599–606.

Gomez Pinilla, F. in Hillman, C. (2013). The Influence of Exercise on Cognitive Abilities. *Comprehensive Physiology*, 3 (1), 403–428.

Goodwin, V. A., Richards, S. H., Taylor, R. S. in Campbell, J. L. (2008). The effectiveness of exercise interventions for people with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Movement Disorders*, 23 (5), 631–640.

Gruszka, A., Hampshire, A., Barker, R. A. in Owen, A. M. (2017). Normal aging and Parkinson's disease are associated with the functional decline of distinct frontal-striatal circuits. *Cortex*, 93, 178–192.

Guiney, H. in Machado, L. (2013). Benefits of regular aerobic exercise for executive functioning in healthy populations. *Psychon Bull Review*, 20 (1), 73–86.

Hackney, M. E. in Earhart, G. M. (2009a). Health-related Quality of Life and Alternative Forms of Exercise in Parkinson Disease. *Parkinsonism Related Disorders*, 15 (9), 664–648.

Hackney, M. E. in Earhart, G. M. (2009b). Short Duration, Intensive Tango Dancing for Parkinson Disease: An Uncontrolled Pilot Study. *Complement Therapies in Medicine*, 17 (4), 203–207.

Hackney, M. E. in Earhart, G. M. (2010). Effects of Dance on Gait and Balance in Parkinson Disease: A Comparison of Partnered and Non-Partnered Dance Movement. *Neurorehabilitation Neurological Repairment*, 24 (4), 384–392.

Hackney, M. E. in Earhart, G. M. (2009c). Effects of Dance on Movement Control in Parkinson's Disease: A Comparison of Argentine Tango and American Ballroom. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 41 (6), 475–481.

Hackney, M. E. in McKee, K. (2014). Community-based adapted tango dancing for individuals with Parkinson's disease and older adults. *Journal of Visualized Experiments*, 94.

Hackney, M. E., Byers, C., Butler, G., Sweeney, M., Rossbach, L. in Bozzorg, A. (2015). Adapted Tango Improves Mobility, Motor-Cognitive Function, and Gait but Not Cognition in Older Adults in Independent Living. *Journal of American Geriatrics Society*, 63 (10), 2105–2113.

Hackney, M. E., Earhart, G. M. in Kantorovich, S. (2007). A Study on the Effects of Argentine Tango as a Form of Partnered Dance for those with Parkinson Disease and the Healthy Elderly. *American Journal of Dance Therapy*, 29 (2).

Hackney, M. E., Hall, C. D., Echt, K. V. in Wolf, S. L. (2012). Application of Adapted Tango as Therapeutic Intervention for Patients With Chronic Stroke. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 35 (4), 206–217.

Hackney, M. E., Hall, C. D., Echt, K. V. in Wolf, S. L. (2013). Dancing for balance: feasibility and efficacy in oldest-old adults with visual impairment. *Nursing Research*, 62, (2), 138–143.

Hackney, M. E., Kantorovich, S., Levin, R. in Earhart, G. M. (2007). Effects of tango on functional mobility in Parkinson's disease: a preliminary study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 31 (4), 173–179.

Hanganu, A., idr. (2014). Mild cognitive impairment is linked with faster rate of cortical thinning in patients with Parkinson's disease longitudinally. *Brain*, 137 (4), 1120–1129.

Harvey, J.A., Chastin, S. F. M. in Skelton, D. A. (2013). Prevalence of Sedentary Behavior in Older Adults: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10 (12), 6645–6661.

Hashimoto, H., Takabatake, S., Miyaguchi, H., Nakanishi, H. in Naitou, Y. (2015). Effects of dance on motor functions, cognitive functions, and mental symptoms of Parkinson's disease: a quasi-randomized pilot trial. *Complementary Therapies in Medicine*, 23 (2), 210–219.

Heiberger, L., idr. (2011). Impact of weekly dance class on the functional mobility and on the quality of life of individuals with Parkinson's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14 (3).

Helie, S. in Fansher, M. (2018). Categorization system-switching deficits in typical aging and Parkinson's disease. *Neuropsychology*, 32 (6), 724–734.

Hemant, K., Hyung Woo, L., Sandeep Vasant, M., Byung Wook, K., Sushruta, K., In Su, K. in Dong Kug, C. (2012). The Role of Free Radicals in the Aging Brain and Parkinson's

Disease: Convergence and Parallelism. *International Journal of Molecular Sciences*, 13 (8), 10478–10504.

Holzschneider, K., Wolbers, T., Roder, B. in Hotting, K. (2012). Cardiovascular fitness modulates brain activation associated with spatial learning. *NeuroImage*, 59 (3), 3003–3014.

Jantunen, H., idr. (2017). Objectively measured physical activity and physical performance in old age. *Age and Ageing*, 36 (2), 232–237.

Janyacharoen, T., Laophosri, M., Kanpittaya, J., Auvichayapat, P. in Sawanyawisuth, K. (2013). Physical performance in recently aged adults after 6 weeks traditional Thai dance: a randomized controlled trial. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 855–859.

Jurgens, M. D., Churs, L., Berkefeld, T., Zepka, R. F. in Dinse, H. R. (2008). Differential Effects of Aging on Fore- and Hindpaw Maps of Rat Somatosensory Cortex. *Plos ONE*, 10 (3).

Kattenstroth, J. C., Kalisch, T., Holt, S., Tegenthoff, M. in Dinse, H. R. (2013). Six months of dance intervention enhances postural, sensorimotor, and cognitive performance in elderly without affecting cardio-respiratory functions. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 5 (5).

Kattenstroth, J. C., Kolankowska, I., Kalisch, T. in Dinse, H. R. (2010). Superior sensory, motor, and cognitive performance in elderly individuals with multi-year dancing activities. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 31 (2).

Keogh, J. W., Kilding, A., Pidgeon, P., Ashley, L. In Gillis, D. (2009). Physical benefits of dancing for healthy older adults: a review. *Journal of Aging and Physical Activity*, 17 (4), 479–500.

Klencklen, G., Despres, O. in Dufour, A. (2012). What do we know about aging and spatial cognition?. *Ageing Research Reviews*, 11 (1), 123–135.

Kobilo, T., Liu, Q. R., Gandhi, K., Mughal, M., Shaham, Y. in van Praag, H. (2011). Running is the neurogenic and neurotrophic stimulus in environmental enrichment. *Learning and Memory*, 18 (9), 605–609.

Kramer, A. F. in Colcombe, S. (2018). Fitness Effects on the Cognitive Function of Older Adults: A Meta-Analytic Study—Revisited. *Association For Psychological Science*, 13 (2), 213–217.

Kumar, H., Lim, H. W., More, S. V., Kim, B. W., Koppula, S., Kim, I. S. in Choi, D. K. (2012). The role of free radicals in the aging brain and Parkinson's Disease: convergence and parallelism. *International Journal of Molecular Sciences*, 13 (8), 10478–10504.

Lane, A. M., Hewston, R., Redding, E. in Whyte, G. P. (2003). Mood changes following modern-dance classes. *Social Behavior and Personality: An international journal*, 31, 453–460.

Larson, E. B., Wang, L., Bowen, J. D., McCormick, W. C., Teri, L., Crane, P. in Kukull, W. (2012). Exercise is associated with reduced risk for incident dementia among persons 65 years of age and older. *Annals of Internal Medicine*, 144 (2), 73–81.

Lenaz, G., idr. (2002). Role of mitochondria in oxidative stress and aging. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 959, 199–213.

Leskinen, T., Stenholm, S., Aalto, V., Head, J., Kivamaki, M. in Vahtera, J. (2018). Physical activity level as a predictor of healthy and chronic disease-free life expectancy between ages 50 and 75. *Age and Ageing*, 47 (3), 423–429.

Lewis, C., Annett, L. E., Davenport, S., Hall, A. A. in Lovatt, P. (2014). Mood changes following social dance sessions in people with Parkinson's disease. *Journal of Health Psychology*, 21 (4), 483–492.

Lewis, S. J., Dove, A., Robbins, T. W., Barker, R. A. in Owen, A. M. (2003). Cognitive impairments in early Parkinson's disease are accompanied by reductions in activity in frontostriatal neural circuitry. *Journal of Neuroscience*, 23 (15), 6351–6356.

Lima, M. M. S. in Vieira, A. P. (2007). Ballroom Dance as Therapy for the Elderly in Brazil. *American Journal of Dance Therapy*, 29 (2).

Lobelo, F., Stoutenberg, M. in Hutber, A. (2014). The Exercise is Medicine Global Health Initiative: a 2014 update. *British Journal of Sports Medicine*, 48 (22), 1627–1633.

Lohnes, C. A. in Earhart, G. M. (2011). The impact of attentional, auditory, and combined cues on walking during single and cognitive dual tasks in Parkinson disease. *Gait and Posture*, 33 (3), 478–483.

Louis, E. D. in Bennett, D. A. (2007). Mild Parkinsonian signs: an overview of an emerging concept. *Movement disorders*, 22, 1681–1688.

Lovatt, P. (2018). *Dance Psychology*. Norfolk.

Luca, A., idr. (2018). Temperament Traits And Executive Functions In Parkinson's Disease. *Neuroscience Letters*, 684, 25–28.

Maiti, P., Manna, J. in Dunbar, G. L. (2017). Current understanding of the molecular mechanisms in Parkinson's disease: Targets for potential treatments. *Translational Neurodegeneration*, 28 (6).

Mak, E., Su, L., Williams, G. B. in O'Brien, J. T. (2015). Neuroimaging correlates of cognitive impairment and dementia in Parkinson's disease. *Parkinsonism Related Disorders*, 21 (8), 862–870.

McIntosh, L. G. idr. (2014). Emotion recognition in early Parkinson's disease patients undergoing deep brain stimulation or dopaminergic therapy: a comparison to healthy participants. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 349 (6).

McKee, K. E. in Hackney, M. E. (2013). The Effects of Adapted Tango on Spatial Cognition and Disease Severity in Parkinson's Disease. *Journal of Motivational Behaviour*, 45 (6).

McKinley, P. A., Fung, J. in Leroux, A. (2008). Effect of a Community-Based Argentine Tango Dance Program on Functional Balance and Confidence in Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 16 (4), 435–453.

McNamara, P., Durso, R. in Harris, E. (2006). Life goals of patients with Parkinson's disease: A pilot study on correlations with mood and cognitive functions. *Clinical Rehabilitation*, 20 (9), 818–826.

McNeely, M. E., Duncan, R. P. In Earhart, G. M. (2015). Impacts of dance on non-motor symptoms, participation, and quality of life in Parkinson disease and healthy older adults. *Maturitas*, 82 (4), 336–341.

Melzer, T. R., idr. (2013). White matter microstructure deteriorates across cognitive stages in Parkinson disease. *Neurology*, 80 (20), 1841–1849.

Melzer, T. R., idr. (2015). Tracking Parkinson's Disease over One Year with Multimodal Magnetic Resonance Imaging in a Group of Older Patients with Moderate Disease. *PLoS One*, 10 (12).

Merom, D., idr. (2013). Can social dancing prevent falls in older adults? a protocol of the Dance, Aging, Cognition, Economics (DAnCE) fall prevention randomised controlled trial. *BMC Public Health*, 13 (1).

Merom, D., Grunseit, A., Eramudugolla, R., Jefferis, B., Mcneill, J. in Anstey, K. J. (2016). Cognitive Benefits of Social Dancing and Walking in Old age: The Dancing Mind randomized Controlled Trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 26 (8).

Metti, A. L., Best, J. R., Shaaban, C. E., Ganguli, M. in Rosano, C. (2018). Longitudinal changes in physical function and physical activity in older adults. *Age and Ageing*, 47, (4), 558–564.

Metzler Baddeley, C., Cantera, J., Coulthard, E., Rosser, A., Jones, D. K. in Baddeley, R. J. (2014). Improved Executive Function and Callosal White Matter Microstructure after Rhythm Exercise in Huntington's Disease. *Journal of Huntington's disease*, 3 (3), 273–283.

Michels, K., Dubaz, O., Hornthal, E. in Bega, D. (2018). "Dance Therapy" as a psychotherapeutic movement intervention in Parkinson's disease. *Complementary Therapies in Medicine*, 40, 248–252.

Moon, H. E. in Paek, S. H. (2015). Mitochondrial Dysfunction in Parkinson's Disease. *Experimental Neurobiology*, 24 (2), 103–116.

Muller, P. (2017). Evolution of Neuroplasticity in Response to Physical Activity in Old Age: The Case for Dancing. *Frontiers of Aging Neuroscience*, 56 (9).

Murray, D. K., Sacheli, M. A., Eng, J. J. in Stoessl, A. J. (2014). The effects of exercise on cognition in Parkinson's disease: a systematic review. *Translational Neurodegeneration*, 3 (1), 5.

Narayanan, N. S., Rodnitzky, R. L. in Uc, E. (2013). Prefrontal dopamine signaling and cognitive symptoms of Parkinson's Disease. *Review of Neuroscience*, 24 (3).

Niemann, C., Godde, B., Staudinger, U. M. in Voelcker Rehage, C. (2014). Exercise-induced changes in basal ganglia volume and cognition in older adults. *Neuroscience*, 281, 147–163.

Nombela, C., Hugnes, L. E., Owen, A. M. in Grahn, J. A. (2013). Into the groove: can rhythm influence Parkinson's disease?. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37 (10), 2564–2570.

Nyberg, L. (2016). Functional brain imaging of episodic memory decline in ageing. *Journal of Internal Medicine*, 281 (1), 65–74.

Nyberg, L., Lovden, M., Riklund, K., Lindenberger, U. in Backman, L. (2012). Memory aging and brain maintenance. *Trends of Cognitive Science*, 16 (5), 292–305.

Papapetropoulos, S., Ellul, J., Argyriou, A. A., Chroni, E. in Lekka, N. P. (2006). The effect of depression on motor function and disease severity of Parkinson's disease. *Clinical Neurology nad Neurosurgery*, 108 (5), 465–469.

Parise, G., Brose, A. N. in Tanopolsky, M. A. (2005). Resistance exercise training decreases oxidative damage to DNA and increases cytochrome oxidase activity in older adults. *Experimental Gerontology*, 40 (3), 173–180.

Park, A. in Stacy, M. (2009). Non-motor symptoms in Parkinson's disease. *Journal of Neurology*, 256 (3), 293–298.

Parkinson disease severity, balance, and functional mobility reduced with time? A 2-year prospective pilot study. *Journal of Alternative Complementary Medicine*, 20 (10), 757–763.

Perry, E. K., idr. (1991). Topography, extent, and clinical relevance of neurochemical deficits in dementia of Lewy body type, Parkinson's disease, and Alzheimer's disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 640, 197–202.

Peterson, D. S., King, L. A., Cohen, R. G. in Horak, F. B. (2016). Cognitive Contributions to Freezing of Gait in Parkinson Disease: Implications for Physical Rehabilitation. *Physical Therapy*, 96 (5), 659–670.

Pohl, A., idr. (2017). Impaired Emotional Mirroring in Parkinson's Disease—A Study on Brain Activation during Processing of Facial Expressions. *Frontiers in Neurology*, 682 (8).

Pozorski, V., idr. (2018). Longitudinal white matter microstructural change in Parkinson's disease. *Human Brain Mapping*, 39 (10), 4150–4161.

Prakash, R. S., idr. (2011). Cardiorespiratory fitness and attentional control in the aging brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4, 229.

Prakash, R. S., Voss, M. W., Erickson, K. I. in Kramer, A. F. (2015). Physical activity and cognitive vitality. *Annual Review of Psychology*, 66, 769–797.

Rand, D., Eng, J. J., Liu Ambrose, T. in Tawashy A. E. (2010). Feasibility of a 6-month exercise and recreation program to improve executive functioning and memory of individuals with chronic stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24 (8), 722–729.

Rango, M. in Bresolin, N. (2018). Brain Mitochondria, Aging, and Parkinson's Disease. *Genes*, 9 (5), 250.

Reeve, A., Meager, M., Lax, N., Simcox, E., Hepplewhite, P., Jaros, E. in Turnbull, D. (2013). The impact of pathogenic mitochondrial DNA mutations on substantia nigra neurons. *The Journal of Neuroscience*, 33 (26), 10790–10801.

Reeve, A., Simcox, E. in Turnbull, D. (2014). Ageing and Parkinson's disease: Why is advancing age the biggest risk factor?. *Ageing Research Reviews*, 14, 19–30.

Rehfeld, K., idr. (2017). Dancing or fitness Sport? The Effects of Two Training Programs on Hippocampal Plasticity and Balance Abilities in Healthy Seniors. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 305.

Rektor, I., Svatkova, A., Lubomir, V., Zikmundova, I., Vaniček, J., Kiraly, A. in Szabo, N. (2018). White matter alterations in Parkinson's disease with normal cognition precede grey matter atrophy. *PLoS One*, 13 (1).

Rios Romenets, S., Anang, J., Fereshtehnejad, S. M., Pelletier, A. in Postuma, R. (2015). Tango for treatment of motor and non-motor manifestations in Parkinson's disease: a randomized control study. *Complementary Medical Research*, 23 (2), 175–184.

Rocha, P. A., Slade, S. C., McClelland, J. in Morris, M. E. (2017). Dance is more than therapy: Qualitative analysis on therapeutic dancing classes for Parkinson's. *Complementary Therapies in Medicine*, 34, 1–9.

Rochester, L., idr. (2010). Evidence for motor learning in Parkinson's disease: acquisition, automaticity and retention of cued gait performance after training with external rhythmical cues. *Brain Research*, 1319, 103-111.

Rodrigues Krause, J., Boufleur Farinha, Krause, M. in Reischak Oliveira, A. (2016). Effects of dance interventions on cardiovascular risk with ageing: Systematic review and meta-analysis. *Complementary Therapies in Medicine*, 29, 16-28.

Ryan, A. K. in Willits, F. K. (2007). Family ties, physical health, and psychological well-being. *Journal of Aging Health*, 19 (6), 907-920.

Salat, D. H., idr. (2004). Thinning of the cerebral cortex in aging. *Cerebral cortex*, 14 (7), 721-730.

Santangelo, G., Piscopo, F., Barone, P. in Vitale, C. (2017). Personality in Parkinson's disease: Clinical, behavioural and cognitive correlates. *Journal of the Neurological Sciences*, 374, 17-25.

Santos, D., Mahoney, J. R., Allali, G. in Verghese, J. (2017). Physical Activity in Older Adults With Mild Parkinsonian Signs: A Cohort Study. *Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*.

Sawamoto, N., Piccini, P., Hotton, G., Pavese, N., Thielemans, K. in Brooks, D. J. (2008). Cognitive deficits and striato-frontal dopamine release in Parkinson's disease. *Brain*, 131 (5), 1294 -1302.

Schwab, B. C. (2016). Do gap junctions regulate synchrony in the parkinsonian basal ganglia?. Pridobljeno 3.12. 2018, s https://www.researchgate.net/figure/Motor-symptoms-in-Parkinsons-disease-PD-correlate-with-neural-activity-in-the-basal_fig1_315828497 .

Se Hong, K., idr. (2011) Effect of dance exercise on cognitive function in elderly patients with metabolic syndrome: A pilot study. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10 (4), 671-678.

Seidel, D., Brayne, C. in Jagger, C. (2011). Limitations in physical functioning among older people as a predictor of subsequent disability in instrumental activities of daily living. *Age and Ageing*, 40 (4), 463-469.

Shanahan, J., Morris, M. E., Bhriain, O. N., Saunders, J. in Clifford, A. M. (2015). Dance for People With Parkinson Disease: What Is the Evidence Telling Us?. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 96 (1), 141-153.

Shanahan, J., Morris, M. E., Bhriain, O. N., Volpe, D., Lynch, T. in Clifford, A. M. (2017). Dancing for Parkinson Disease: A Randomized Trial of Irish Set Dancing Compared With Usual Care. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 98 (9), 1744-1751.

Sharp, K. in Hewitt, J. (2014). Dance as an intervention for people with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 47, 445-456.

Shin, M. K. (2009). Effects of an exercise program on frontal lobe cognitive function in elders. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 39 (1), 107-115.

Shine, J. M., Moustafa, A. A., Matar, E., Frank, M. J. in Lewis, S. J. G. (2013). The role of frontostriatal impairment in freezing of gait in Parkinson's disease. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 7.

Silveira, C. R. A., Roy, E. A., Intzandt, B. N. in Almeida, Q. J. (2018). Aerobic exercise is more effective than goal-based exercise for the treatment of cognition in Parkinson's disease. *Brain of Cognition*, 122, 1-8.

Smith, P. J., idr. (2010). Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosomatic Medicine*, 72 (3), 239-252.

Sofianidis, G., Hatzitaki, V., Douka, S. in Grouios, G. (2009). Effect of a 10-week traditional dance program on static and dynamic balance control in elderly adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 17 (2), 167-180.

Surdhar, I., Gee, M., Bouchard, T., Coupland, N., Malykhin, N. in Camicioli, R. (2012). Intact limbic-prefrontal connections and reduced amygdala volumes in Parkinson's disease with mild depressive symptoms. *Parkinsonism and Related Disorders*, 18 (7), 809-813.

Surmeier, D. J., Guzman, J. N., Sanchez Padilla, J. in Schumacker, P. T. (2011). The role of calcium and mitochondrial oxidant stress in the loss of substantia nigra pars compacta dopaminergic neurons in Parkinson's disease. *Neuroscience*, 198, 221-231.

Sutoo, D. in Akiyama, K. (2003). Regulation of brain function by exercise. *Neurobiological diseases*, 13 (1), 1-14.

Thaut, M. H., Rice, R. R., Braun Janzen, T., Hurt Thaut, C. P. in McIntosh, G.C. (2018). Rhythmic auditory stimulation for reduction of falls in Parkinson's disease: a randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation*.

Thornberg, K., Josephsson, S. in Lindquist, I. (2014). Experiences of participation in rhythm and movement therapy after stroke. *Disability and Rehabilitation*, 36 (22), 1869-1874.

Tillmann, A. C., Andrade, A., Swarowsky, A. in Azevedo Guimaraes, A. C. (2017). Brazilian Samba Protocol for Individuals With Parkinson's Disease: A Clinical Non-Randomized Study. *Journal of Medical Internet Research, Research Protocols*, 6 (7).

Tinaz, S., Schendan, H. E. in Stern, C. E. (2008). Fronto-striatal deficit in Parkinson's disease during semantic event sequencing. *Neurobiology of Aging*, 29 (3), 397-407.

Uribe, C., idr. (2018). Gray/White Matter Contrast in Parkinson's Disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 89 (10).

Vale, T. C., idr. (2018). Parkinsonism in a population-based study of individuals aged 75+ years: The Pietà study. *Parkinsonism and Related Disorders*.

Vandenbossche, J., idr. (2013). Freezing of gait in Parkinson's disease: disturbances in automaticity and control. *Frontiers in Human Neuroscience*, 356 (6).

Ventura, M. I., Barnes, D. E., Ross, J. M., Lanni, K. E., Sigvardt, K. A. in Disbrow, E. A. (2016). A pilot study to evaluate multi-dimensional effects of dance for people with Parkinson's disease. *Contemporary Clinical Trials*, 51, 50-55.

Verghese, J. (2006). Cognitive And Mobility Profile Of Older Social Dancers. *Journal of American Geriatrics Society*, 54 (8), 1241-1244.

Vriend, C., Boedhoe, P. S. , Rutten, S., Berendse, H. W, van der Werf YD in van den Heuvel, O. A. (2016). A smaller amygdala is associated with anxiety in Parkinson's disease: a combined FreeSurfer-VBM study. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 87 (5), 493-500.

Waters, A. B., Sawyer, K. S. in Gansler, D. A. (2018). On the impact of interhemispheric white matter: Age, executive functioning, and dedifferentiation in the frontal lobes. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 33 (9), 1271-1279.

Wittwer, J. E., Webster, K. E. in Hill, K. (2013). Music and metronome cues produce different effects on gait spatiotemporal measures but not gait variability in healthy older adults. *Gait Posture*, 37 (2), 219-222.

Wolff, S. S., Santos Delabary, M. in Haas, A. N. (2017). Can Dance contribute to Physical, Emotional and Social Aspects of the Stroke Patient?. *International Journal of Therapies & Rehabilitation Research*, 6 (1), 70-75.

Wu, T. in Hallett, M. (2008). Neural correlates of dual task performance in patients with Parkinson's disease. *Journal of Neurological and Neurosurgery Psychiatry*, 79 (7), 760-766.

Xu, Q., Park, Y., Huang, X., Hollenbeck, A., Blair, A., Schatzkin, A. in Chen, H. (2010). Physical activities and future risk of Parkinson disease. *Neurology*, 75 (4), 341-348.

Yang, F., Trolle Lagerros, Y., Bellocchio, R., Adami, H. O., Fang, F., Pedersen. N. L. in Wirdefeldt, K. (2015). Physical activity and risk of Parkinson's disease in the Swedish National March Cohort. *Brain*, 138 (2), 269-275.

Zafar, M., Bozzorg, A. in Hackney, M. E. (2017). Adapted Tango improves aspects of participation in older adults versus individuals with Parkinson's disease. *Disability and Rehabilitation*, 39 (22), 2294-2301.

Zhang, J. G., Ishikawa Takata, K., Yamazaki, H., Morita, T. in Ohta, T. (2008). Postural stability and physical performance in social dancers. *Gait and Posture*, 27 (4), 697-701.

Zhao, E., Tranovich, M. J. in Wright, V. J. (2014). The Role of Mobility as a Protective Factor of Cognitive Functioning in Aging Adults. *Sports Health*, 6 (1), 63-69.