

# **A proprioceptív rendszer multimodális integrációs zavara a testséma - testkép összefüggéseiben Parkinson-kórban.**

Kincses Péter Zoltán

PhD értekezés tézisei



**Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar**

**Magatartástudományi Intézet**

**Doktori Iskolavezető: Prof. Dr. Szekeres Júlia**

**Programvezető: Prof. Dr. Kállai János**

**Témavezető: Prof. Dr. Kállai János**

Pécs

2018.

## 1 Bevezető

A kinesztézia leggyakoribb meghatározása a test és végtagok térben való pozíciójának és mozgásának tudatosságaként írható le. A kinesztézia zavara különösen Parkinson-kór esetén jellemző. Kinesztézia fogalmát használhatjuk a végtagok és a test mozgásának tudatos észlelésének meghatározásakor. A propiocepció a reflexív és poszturális motoros kontroll szabályozására vonatkozik. A propiocepció fontossága a motoros funkciókban lelhető fel, úgy, mint elérés és markolás, statikus egyensúly és lokomóció. A propiocepció csökkenésével a betegek még képesek a motoros feladatokat végrehajtani, de a helyváltoztató célvezérelt mozgás már komolyabb nehézségekbe ütközik. A célvezérelt mozgások pontossága, valamint poszturális és spinalis reflexei megváltoznak, mely az egyensúly és járás problémákhoz vezetnek. A basalis ganglionok fontos szerepet töltenek be a kinesztéziában, a mozgás észlelésében és a direkt mozgásvégzésben. A Parkinson-kórban szenvedő betegek (PK) kinesztetikus "feedback"-je csökkent, melyet a vizuális információkra történő fokozottabb figyelemmel kompenzálnak.

Saját magunk önmeghatározásában alapvető szerepet tölt be a testséma és testkép, melyek az ennek alapvető részét alkotják. Head és Holmes (1911) klasszikus definíciója szerint a testséma a propioceptív és a kinesztetikus afferens impulzusok rendszere, mely a testfelszín ingerlését követően kialakuló impulzusok lokalizációját biztosító szenzomotoros organizációval is rendelkezik, mely a testtartással és a testmozgással kapcsolatos. A testséma viszonylag független a vizuálisan vezérelt testképtől. A testséma háttér információkra hagyatkozik, úgy, mint a testtartás, lábméret és távolság, egyensúly, előre mozgás, valamint megfordulás. A testkép tudatos információkból merítkezik, vizuálisan vezérelt, valamint kontrollált, célvezérelt és befolyásolt az attitűdök és hiedelmek által.

A testsémazavarok egy markáns alosete a Parkinson-kór. A basalis ganglionok szerepet játszanak a kinesztéziában, a mozgás észlelésében és a direkt mozgásvégzésben. A PK betegeknél gyakran károsodik a propioceptív információk feldolgozása, mely a járás, posztúra, egyensúlyhiány és szenzomotoros kontroll zavarában mutatkozik meg. Ugyanakkor dopaminerg reszubitúció megváltoztatja az ingerek észlelési reliabilitását. A propioceptív rendszer károsodása, testérzékelés zavara, poszturális diszfunkció és egyensúlyérzékelésben mutatkozó hanyatlás kapcsolatban áll a kolinerg és dopaminerg rendszer degenerációjával parkinsonos és egészséges időskorú személyeknél is.

Az öregedés során a testkép és a testséma megváltozik. A testkép az élettapasztalatoktól és egyéni attitűdöktől függően individuális sajátosságokat hordoz. Időskorban a szenzoros élesség csökkenésével párhuzamosan, mintegy kompenzáló mechanizmusként, a multiszenzoros integráció növekedése tapasztalható. A vizsgált vezető modalitástól függően a vizuális és szomatoszenzoros ingerek integrációja magasabb hatékonyságot mutat időskorban, mint a fiatal személyeknél, míg a fiatalabb felnőttek növekedést mutatnak az auditoros-vizuális és auditoros-szomatoszenzoros aktiváció kondíciójában. Tehát a kompenzáció mértéke modalitás specifikus. Ezek a folyamatok jól mutatják, hogy a testséma működése a multimodális integráció által vezérelt, melynek károsodása nagymértékben változtat a test integritásán.

Napjainkban a Parkinson-kór (PK) jellegzetességeiről szerzett tudásunkat James Parkinson 1817-ben írt tanulmányához kötjük, habár már korábban, 1690-ben Pápai Pariz Ferenc megfogalmazta a betegségekre jellemző legmeghatározóbb tüneteket. A motoros tünetek a test egyik oldalán nyugalmi tremor, bradykinesis és rigiditás formájában jelentkeznek, majd később tartási instabilitás alakul ki. A betegség előrehaladtával fokozatosan csökken a betegek életminősége, munkateljesítménye és kognitív funkciói. A Parkinson-kórban szenvedő betegek több mint 80–90%-a számol be neuropszichiátriai tünettől, depresszióról és szorongásról.

A vizuális és téri problémák a basalis ganglion körök funkcióinak hanyatlása során következnek be, ami érinti a poszterior parietális kérget, melyeknek a fő szerepe a téri képességek kivitelezésében rejlik. PK betegeknél a basalis ganglionok károsodása befolyásolhatja a téri kogníciót, a dopamin csökkenése pedig a perifériás vizuális struktúrákat. A klasszikus kardinális mozgásszervi tünetek mellett a járás és poszturális zavar is fellelhető Parkinson-kóros betegeknél, melyek hátterében a frontostriatális körök károsodása áll. A látás hatással van a poszturális folyamatokra, így a vizuális hanyatlás a PK betegeknél az elesés vonatkozásában nagy rizikó faktorként említhető. A proprioceptív rendszer károsodása, testérzékelés zavara, poszturális diszfunkció és egyensúlyérzékelésben mutató hanyatlás kapcsolatban áll a kolinerg és dopaminerg rendszer degenerációjával egészséges időskorú és parkinsonos személyeknél egyaránt.

A Parkinson-kór jelenleg is leghatásosabb, azonban a legtöbb hosszú távú mellékhatást okozó gyógyszere a levodopa. A levodopa a dopamintermelés előanyaga. Alkalmazásával főleg a mozgással kapcsolatos tünetek javíthatók. A késői levodopa-mellékhatások megjelenésének késleltetése, illetve a tüneti kontroll szempontjából kulcsfontosságú eszköz a dopaminagonista gyógyszerek alkalmazása. Kezdődő Parkinson-kór esetében monoterápiában, míg az előrehaladott esetekben levodopával kombinálva alkalmazhatók. A dopaminagonista gyógyszerek némelyike a klasszikus antidepresszánsokhoz hasonló antidepresszív hatással is rendelkezik. A gyógyszeres kezelési alternatívák közül a dopamin lebomlását gátló készítmények alkalmazása (MAO-B és COMT enzimgátlók) mellett az amantadin használata is javasolt. A repetitív transcranialis mágneses stimuláció bár nem tekinthető gyógyszeres kezelésnek, a Parkinson-kór korai és késői stádiumában is eredményes a depresszió csökkentésében. Parkinson-kór előrehaladott stádiumának a per os gyógyszereléssel már nem megfelelően kezelhető motoros komplikációkkal jellemezhető állapotot értjük. Amennyiben az előrehaladott Parkinson-kór tünetei érdemben nem javíthatók a per os gyógyszerelés optimalizálásával, úgy az apomorfin pumpa, levodopa-carbidopa intestinalis gél (LCIG) és a mély agyi stimuláció alkalmazása jön szóba.

A Parkinson-kór a beteget és a környezetét egyaránt érinti. A betegség velejárója a csökkent testi és szellemi teljesítőképesség. Az érintettnek nehéz elfogadnia ezt az új helyzetet és a betegségét. Mindez a környezet (házastárs/élettárs/gondviselő) számára erőteljes pszichés terhelést jelenthet. Rendkívül fontos szerepet játszik a felek közötti kommunikáció segítése. A kognitív viselkedésterápia (CBT) hatásmechanizmusából adódóan erőteljes empirikus bizonyítékok vannak a hangulati és félelmi zavarok kezelésében elért eredményeknek. Számos további rehabilitációs eljárás ismert a PK betegek kezelése során, úgy, mint zeneterápia a depresszió kezelésére, robotika alkalmazása a proprioceptív tréningek vonatkozásában, vagy éppen különféle konzolok, okostelefonok használata, melyeknek otthon használata megkönnyíti a beteg rehabilitációs programban való részvételét is.

## 2 Célkitűzések

A korábbiakban már jelzett vizsgálsorozatunk lényege, hogy megvizsgáljuk a testséma és testképet felépítő multimodális integráció változásait az életkor előrehaladásával, valamint kíváncsiak voltunk arra, hogy ezt a proprioceptív organizációt egy alapvetően biológiai eredetű globális sérülés milyen módon érinti. A vizsgálat további céljaként, úgy gondolom, a várható eredmények közvetlenül is felhasználhatóak lesznek a betegek rehabilitációjának fejlesztésében. A motoros és kognitív tünetek mellett ugyanis a rehabilitáció jelentős mértékben az affektív tényezőkön is múlik, valamint milyen módon nyerhető meg a beteg a kezelés számára aktív és elkötelezett adherenciára épülő részvételre és mennyiben tudja szorongásait, esetleges depresszív állapota ellenére mozgósítani az eredményesebb kezeléshez szükséges személyes erőforrásait. A fentiekben kifejtett célokat egyrészt a testséma és testkép multimodális integrációjában résztvevő vizuális, taktilis, és proprioceptív ingerek kölcsönhatásainak részletesebb megértése, másrészt a célelérő lokomóció közben regisztrálható járásminta affektív állapottal való összefüggésének vizsgálatán keresztül kívánom elérni. A vizsgálati program két egymáshoz kapcsolható tanulmányra épít.

### Tételes Célkitűzések:

#### 1) I. Vizsgálat:

Célkitűzésünk, hogy Parkinson betegségben és ilyen betegségben nem szenvedő személyek járásképét hasonlítsuk össze mindennapi egyszerű célelérő mozgás közben, mikoris a személyek látják a célpontot, és olyan helyzetben, amikor a célpontot előzetes fixációt követően emlékezetükből felidézve, becsukott szemmel kell megközelíteniük azt. Feltételeztük, hogy a depresszió kontroll és Parkinson betegekénél egyaránt módosítja a járásképet, de ez a hatás Parkinson betegek csoportjában erőteljesebben fog megjelenni, és módosítani fogja a járáskép (sebesség, lépéshossz, lépésszám) koherenciáját. Mindemellett úgy gondolom, hogy a Parkinson-kóros betegek kognitív organizációjának egyik fő patológiája a téri és vizuális percepció zavara a hasonló életkorú, de egészséges személyekkel összehasonlítva befolyásolni fogja a járásképet, elsősorban a lépésszámot, melyben a lassuló és bizonytalan járás kompenzációjaként és gyakran eleséssel járó balesetek előrejelzőjeként, befolyásolja a járás harmóniáját.

#### 2) II. Vizsgálat:

A Parkinson betegség elsősorban az idős korú embereket érinti. Második vizsgálatunkban a multimodális integráció által vezérelt testséma és testkép működését elemeztük, annak érdekében, hogy képet kapjunk arról, hogy a mozgás kiindulópontjaként szereplő testséma és testkép, milyen változásokon esik át az életkor előrehaladásával. Valamint, azt vizsgáltuk, hogy a propriocepcióhoz illeszkedő multiszenzoros integrációs hatások, fiatalabb emberekkel összehasonlítva, hogyan mutatkoznak meg időskorú személyeknél. Feltételeztük, hogy a multimodális integráció mérésére alkalmas Gumikéz Illúzió, mely ideiglenesen egy rövid távú és reverzibilis módosító hatást vált ki a testsémában, élénkebb illúziót fog kiváltani idős korú személyeknél, mint középkorúaknál.

### **3) I. vizsgálat: Célvezérelt lokomóció Parkinson-kóros és egészséges személyek összehasonlításában**

#### 3.1. Résztevők, Módszertan és Analízis

##### *Résztevők*

A Mini Mental vizsgálat után, 40 Parkinson-kóros és 49 kontroll személyt vontunk be a vizsgálat kutatási szakaszába. Jobb kezes személyek voltak. Valamennyi beteg és önkéntes alany részére részletes tájékoztatást adtunk a helyi etikai bizottság által jóváhagyott kutatás részleteiről, részükről írásos beleegyező nyilatkozatot kaptunk.

##### Vizsgálati eljárás

A globális motoros funkciók a UPDRS teszt segítségével kerültek meghatározásra egy mozgászavar specialista neurológus (KN) által, mikor a járóbetegek a rendszeres vizitre látogattak a gyógyszeres kezelés és állapotuk kontrollálása végett. A betegek levodopa ekvivalens dózisa (LED) Tomlinson és munkatársai (2010) által leírtak alapján határoztuk meg. Minden beteg kora reggel a vizsgálat előtt két órával szedte be gyógyszerét. A résztvevőket egy laboratóriumi szobába invitáltuk és megkértük őket hajtásukra a feladatokat. Az első próba során a résztvevőknek egy szürke, jól látható (25 x 25 cm) célkeresztet helyeztünk el a falon, mellyel szemben helyezkedtek el 4 m távolságban egy hosszú mérőcsíkokkal ellátott szőnyeg szélén. A vizsgálatvezető megkérte őket, hogy emeljék fel a jobb karukat és a jobb mutatóujjukkal mutassanak a célkereszt irányába. Ezt követően, karukat és ujjukat a levegőben tartva kellett megközelíteniük a célt és megérinteni azt. A célvezérelt lokomóciós teszt két kondícióból állt. Az első részben az előbb említett vizuálisan kontrollált (VC) vizsgálati helyzetben, a résztvevők nyitott szemmel közelítették meg a célpontot, közben videón rögzítettük a járás fő paramétereit. Ezt követően három vizuálisan nem-kontrollált (VnC) megközelítést végeztek a személyek, melyek alatt az alanyok egy a látást minden irányban megakadályozó sötétített szemüveget viseltek. A vizuálisan kontrollált és vizuálisan nem-kontrollált kondíciók alatt a résztvevők járás tulajdonságait, (lépésszám, lépéstávolság és sebesség) a videó és a skálázott szőnyeg segítségével rögzítettük (1. Kép). A rögzített lokomóciós értékeket két független értékelő dolgozta fel. A három fő járás komponenseit, a sebességet (méter/másodperc), lépésszámot (lépések száma a start ponttól a célpont megérintéséig), lépéstávolságot (a lépések távolsága cm-ben bal lábujjtól a jobb lábujjig) paraméterekben határoztuk meg. Ebben a vizsgálatban a mozgásparaméterek vizsgálatára özpontosítottuk a figyelmünket, a célpont elérésének pontosságát nem elemeztük, mivel ez a hipotézis szempontjából érdektelen volt.

##### Statisztikai analízis

Az adatok elemzéséhez SPSS 22.0 verziót (Chicago, IL, US) használtuk. A csoport összehasonlítást a Parkinson-kóros és egészséges kontroll személyek között végeztük el. Két mintás t-tesztet a parametrikus adatok és Mann-Whitney U-tesztet a nem-parametrikus értékek kiértékeléséhez használtunk, hogy detektáljuk a csoportok közötti különbségeket az életkor, nem, iskolai végzettség és MADRS, PDQ-39, valamint a lépésszám, lépéstávolság és sebesség vonatkozásában. Kolmogorov-Smirnov teszt segítségével az adatok normalitását vizsgáltuk meg. Logaritmikus transzformációt alkalmaztunk a lépésszám értékeinek kiértékelésekor a parametrikus összehasonlítás során. Továbbá Pearson korrelációs vizsgálatot végeztünk csoporton belül a mozgás paraméterek és PDQ-39, MADRS adatok kapcsolatának feltérképezéséhez. A beteg csoportban Pearson korrelációs vizsgálatot hajtottunk

vége, hogy választ kapjunk a levodopa dózis és MADRS, PDQ-39, betegség lefutásának időtartama, lépésszám, lépéstávolság, sebesség változók kapcsolatára.

A járás adatok és depresszió (MADRS, cutoff=13) többszörös összehasonlításához 2 x 2 x 2-es Variancia Analízist (ANOVA) végeztünk a sebesség, lépésszám, lépéstávolság és MADRS vonatkozásában, minden függő változó tekintetében (két kondíció: lokomóció vizuális kontrollal (VC) és lokomóció vizuális kontroll nélkül (VnC), egészséges és parkinsonos csoportban). Post-hoc Scheffé-tesztet alkalmaztunk a változók közötti szignifikancia kiderítéséhez. Az eredményeket post hoc táblázatban listáztuk. Levene-tesztet használtunk a varianciák homogenitásának különbségeinek vizsgálatához.

A Parkinson-kórra utaló vizsgálati változókra (lépéshossz: beteg és egészséges csoportok között, PK betegeknél motoros vizsgálat) gyakorolt prediktor változók hatását általánosított lineáris modellel (GLM) vizsgáltuk. A felállított modellkompozíciókból az Akaike Information Criterion (AIC), a  $\Delta AIC$  (az általánosan elfogadott 2 alatti értékekkel rendelkező modellek) és a modellsúly alapján szelektáltuk. A GLM vizsgálatokat R 3.4.3 környezetben (R CORE-TEAM) 'AICmodavg', 'lme4' és 'effects' csomagok felhasználásával végeztük.

### 3.2. Eredmények

*A járás mintázat és a hozzá kapcsolt affektív állapot összefüggései vizuálisan kontrollált és vizuálisan nem-kontrollált kondíciókban*

A kontroll csoport korrelációs eredményei szerint (1. táblázat) a sebesség, lépéstávolság és lépésszám koherens mintát mutat (a gyorsan haladók, hosszabbakat, de kevesebbet lépnek). A három fő járás komponens kapcsolata a vizuálisan kontrollált és vizuálisan nem kontrollált kondíciókban hasonló koherens konfigurációt jelzett. Kontroll személyeknél a célvezérelt lokomóció alatt a vizuálisan kontrollált és vizuálisan nem kontrollált vizsgálati helyzetben egyaránt a lépésszám kicsi a gyorsan sétáló alanyok esetén és a lépéstávolságuk hosszabb. Az affektív értékek, a depresszió és PDQ-39 nem mutatnak szignifikáns kapcsolatot a járás mintázattal a vizuálisan kontrollált kondícióban, azonban a vizuálisan nem-kontrollált kondícióban a magas depresszió értéket alacsonyabb sebességgel, magasabb lépésszámmal és rövidebb lépéstávolsággal mutat kapcsolatot. A PDQ-39 alapján mért rosszabb életminőség a depresszióhoz hasonló korrelációs mintázatot mutat (alacsony sebesség, magas lépésszám és rövid lépéstávolság).

- A PK betegek járásmintájának koherenciája a vizuálisan kontrollált felételek és a vizuálisan nem-kontrollált feltételek között egyaránt a kontrollhoz hasonló koherens képet mutatják, a gyorsan haladók hosszabbat, de kevesebbet lépnek. Érdekes azonban felhívni a figyelmet arra, hogy PK betegeknél a vizuálisan nem kontrollált helyzetben a lépésszám és a lépéshossz korrelációs együtthatója meglehetősen gyenge és a vizuálisan nem kontrollált helyzetben mért lépéshossz nem mutat kapcsolatot a vizuálisan kontrollált helyzetben mért lépéshossz, lépésszám és sebesség értékekkel. Az affektív értékeket, különösen a depressziót vizsgálva a kontrollhoz képest ellentétes kapcsolati mintázatot találunk. A járásparaméterekhez a vizuálisan kontrollált helyzetben kapcsolódik a depresszió. A vizuálisan nem kontrollált helyzetben már ez a kapcsolat nem mutatkozik meg. Ott más hatásoknak van meghatározó szerepük.

Azaz magas depresszió pontszámok esetén a vizuálisan nem kontrollálható helyzetben mutatott járáskép koherenciája szétesik, melynek okait minden bizonnyal a lépéstávolság depresszióval összefüggő hatásaiban kell keresni (2. táblázat).

Az alacsony PDQ-39 életminőség értékek PK csoportban kapcsolatban állnak a magas depresszióval és alacsony sebességgel mindkét kondícióban. A tünet specifikus UPDRS teszt eredményei kapcsolatban állnak minden járás paraméterrel, kivétel a lépéstávolság a vizuálisan nem-kontrollált kondíció esetén, támogatja a depressziós és az életminőséggel kapcsolatos eredményeket. A LED értékek korrelálnak a sebességgel és lépéstávolsággal csak a vizuálisan kontrollált kondícióban, és a betegség időtartama kapcsolatban áll a L-dopa dózissal.

1. Táblázat: az egészséges kontroll csoport Pearson korrelációs koefficiens értékei a járáskomponensek és az affektív skálák vonatkozásában két kondíció esetén (VC = vizuálisan kontrollált kondíció; VNC = vizuálisan nem kontrollált kondíció), MADRS (Montgomery – Åsberg Depression Rating Scale), PDQ-39 (Parkinson's Disease Quality of Life Questionnaire)

index	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1.SebességVC	-	-0,84***	0,87***	0,80***	-0,61***	0,71***	-0,21	0,27
2.LépésszámVC		-	-0,94***	-0,64***	0,79***	-0,66***	0,27	-0,28
3.LépéshosszVC			-	0,72***	-0,78***	0,75***	-0,21	0,24
4.SebességVNC				-	-0,73***	0,78***	-0,32*	0,34*
5.LépésszámVNC					-	-0,86***	0,39**	-0,35*
6.LépéshosszVNC						-	-0,31**	0,32*
7.MADRS							-	-0,53**
8.PDQ-39								-

\*:  $P < 0.05$ ; \*\*:  $P < 0.01$ ; \*\*\*:  $P < 0.001$

2. Táblázat: A Parkinson-kóros csoport Person korrelációs koefficiensei a járáskomponensek és az affektív skálák vonatkozásában két kondíció esetén (VC=vizuálisan kontrollált kondíció; VNC=vizuálisan nem kontrollált kondíció), MADRS (Montgomery – Åsberg Depression Rating Scale), PDQ-39 (Parkinson's Disease Quality of Life Questionnaire), UPDRS (Unified Parkinson's Disease Rating Scale), LED values, BI (Betegségi Időtartama)

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1.Sebesség VC	-	-0,86***	0,92***	0,75***	-0,74**	0,21	-0,34*	0,32*	-0,44**	0,34**	0,21
2.Lépésszám VC		-	-0,91***	-0,73**	0,82***	-0,20	0,33*	-0,23	0,37**	-0,27	-0,24
3.Lépéshossz VC			-	-0,75***	-0,79***	0,16	-0,31*	0,21	-0,36*	0,34*	0,22
4.Sebesség VNC				-	-0,85***	0,42**	-0,25	0,32*	-0,34*	0,18	0,16
5.Lépésszám VNC					-	-0,34*	0,25	-0,26	0,38**	-0,14	-0,16
6.Lépéshossz VNC						-	-0,13	0,18	-0,15	0,04	0,08
7.MADRS							-	-0,66**	0,47**	-0,28	-0,21
8.PDQ-39								-	-0,50**	0,01	-0,10
9.UPDRS									-	-0,03	0,09
10.LED értékek										-	0,63***
11. BI											-

\*:  $P < 0.05$ ; \*\*:  $P < 0.01$ ; \*\*\*:  $P < 0.001$

Többszörös összehasonlítás: Scheffé-tesztel történő összehasonlítás eredményei a lépésszám vonatkozásában

Egészséges kontroll vs. PK betegek csoportjának összehasonlítása során a lépésszám szignifikánsan növekszik PK betegeknél (3. Táblázat).

Járás paraméterek	Mean (SD)						ANOVA intercept	Csoport összehasonlítás	Scheffé Post hoc p <
	He	PK	VC	VnC	NoD	DE			
Lépésszám	8,9	12,5	8,86	12,7	9,07	11,08	F = 904,14 df = 1; p <0,001	He vs. PK	0,001
	(2,5)	(6,0)	(3,0)	(5,6)	(2,8)	(5,7)		VC vs. VnC	0,001
								NoD vs. DE	0,001
								He x VnC vs. PK x VnC	0,001
								He x DE vs. PK x DE	0,004
								PK x VC x DE vs. PK x VnC x DE	0,006
Lépéshossz (cm)	43,5	33,4	42,8	35,2	42,7	35,6	F = 1813 df = 1; p <0,001	HE vs. PK	0,001
	(10,8)	(11,6)	(11,2)	(12,1)	(11,3)	(12,1)		VC vs. VnC	0,001
								NoD vs. DE	0,001
								He x NoD vs. PK x NoD	0,005
								PK x VC x DE vs. PK x VnC x DE	0,047
Sebesség (m/s)	0,58	0,38	0,50	0,44	0,59	0,40	F = 185,48 df = 1; p <0,001	He vs. PK	0,001
	(1,44)	(0,39)	(0,45)	(0,74)	(1,61)	(0,42)		He x VnC vs. PK x VnC	0,048

3.Táblázat: Többszörös csoportos összehasonlítás a betegek és kontroll személyek, vizuálisan kontrollált és vizuálisan nem kontrollált kondíciók és a depressziós és nem depressziós csoportok között a járáskomponensekkel kiegészítve. Rövidítések: He = Egészséges kontroll csoport, PK = Parkinson-kóros csoport, VC = vizuálisan kontrollált kondíció, VnC = vizuálisan nem kontrollált kondíció, NoD = nem depressziós csoport, DE = depressziós csoport.



Hasonló szignifikáns eredmény látható a vizuálisan kontrollált és vizuálisan nem-kontrollált, depressziós és nem-depressziós kondíciók összehasonlításakor. Ezért a magasabb lépésszám a PK betegeknél a vizuálisan nem-kontrollált kondícióban és a magas depresszióval rendelkező személyeknél felbukkant. Egészséges kontroll és vizuálisan nem-kontrollált kondíció azt mutatja, hogy alacsonyabb a lépésszám összehasonlítva a betegek csoportjával vizuálisan nem-kontrollált kondíció esetén. Továbbá, egészséges kontroll személyek depressziós kondícióját összehasonlítva a PK betegek depressziós kondíciójával azt láthatjuk, hogy a Parkinson-kór és a depresszió növeli a lépésszámot. Következtetés, a magasabb depresszió és a téri-vizuálisan deprivált vizsgálati kondíció (VnC) növelte a kontrasztot a két csoport között a lépésszám vonatkozásában, Parkinson-kóros betegeknél a lépésszám magasabb. Következő analízis mutatta, hogy a depressziós PK betegek a vizuálisan kontrollált kondícióban lépésszám növekedést produkálnak összehasonlítva a depressziós PK betegek vizuálisan nem-kontrollált kondíciójával. Ez azt jelenti, hogy a PK betegek magasabb depressziós értékei a téri-vizuálisan deprivált kondícióban növekedett lépésszámot mutatnak.

#### *Scheffé-tesztrel történő összehasonlítás eredményei a sebesség vonatkozásában*

Magasabb sebesség fedezhető fel az egészséges kontroll csoportban összehasonlítva a PK betegekkel. A következő analízisben alacsonyabb sebességet találtunk a PK betegek csoportjában a vizuálisan nem-kontrollált kondíció vonatkozásában összehasonlítva az egészséges személyek vizuálisan nem-kontrollált kondíciójával.

#### *Általánosított lineáris modellek eredményei*

Korábbi tanulmány arról számol be, hogy a betegség előrehaladásával a lépéshossz és a sebesség csökken, mely jó indikátor lehet a Parkinson-kór stádiumának feltérképezéséhez a rehabilitációs program kialakítása során, mivel motorikus funkciók megváltozása miatt a betegek járását leíró lépésfrekvencia apróbb és bizonytalanabb lépésekből épül fel. Emiatt a betegek járásképe "csoszogós" lesz. A korrelációs koefficiensek alapján megállapítottuk, hogy a különböző járást leíró paraméterek egymással erősen korrelálnak. Ezért modellezésünkhöz ennek a járásparaméternek a változását vizsgáltuk különböző, a tünetekkel összhangban változó prediktor hatások függvényében. A modellszelekció alapján 3 modellt vizsgáltunk részletesebben, mivel azok delta AIC értékei 1 alatti tartományba kerültek. A három fő modell, melyet kiemeltünk a depresszió (MADRS), életminőség (PDQ-39) és az életminőség kérdőív kognícióra vonatkozó alskálája (PDQ-39; Kogníció). A betegség előrehaladtával fokozatosan csökken a betegek életminősége, munkateljesítménye és kognitív funkciói, így fontosnak találtuk az életminőség szempontjából meghatározó kognícióra vonatkozó értékek feltérképezését is a lépéshossz vonatkozásában. A PDQ-39 egy további alskáláját is beválogattuk (disszkomfort), de a modellek közül csak azokat vizsgáltuk, amiknek elég nagy volt a modellsúlya. Így a többi modell nem került további elemzésre, mert nem volt szignifikáns hatása. A lépéshosszra hatást gyakorló GLM vizsgálatnál csak a vizuális kontroll nélküli adatsort használtuk fel, mivel a korábbiakban a vizuális kontroll feltételezett hatását a mért járásparaméterekre ismertettük. Mindhárom modell alapján megállapítottuk, hogy az egészséges vizsgálati alanyok szignifikánsan nagyobbat lépnek (ennek megfelelően a betegek kisebbet). A modell az egészséges csoportot emelte ki, mivel azoknak az értékeit valószínűleg erősebb hatásként értékelte. Az első modellben negatív hatást mutatott a depresszió mértékére utaló MADRS érték, ami szignifikánsan illeszkedett a regressziós egyenesre. Ezek alapján látható, hogy a depresszió az egészséges személyek esetén kisebb értéket mutat, mint a betegeknél.

### 3.3. Diskusszió

A depresszió, mint egy komorbid érzelmi faktor játszik szerepet a járás mintázat alakulásában. Célvezérelt mozgás közben a testséma működését meghatározó propiocepciónak, azaz a test és a testrészek egymáshoz és a környezethez viszonyított lokalizációjának fontos szerepe van jelen vizsgálatban is. A basalis ganglionokkal kapcsolatban álló propioceptív rendszer károsodása PK betegek járásmintázatát meghatározza. A PK betegek esetén a propiocepció diszfunkciója, azaz a különböző testrészek testhez és földhöz viszonyított helyzetének értékelésének deficitje látható. Eredményeinkből láthatjuk, hogy az egészséges propiocepciónak kiemelt jelentősége van az ízületek helyben tartásában és a koordinált mozgásokban is, mely a testséma működését alapvetően meghatározza. A PK betegeknél általános szenzomotoros integráció és propioceptív diszfunkció figyelhető meg, valamint a károsodott basalis ganglionok meghatározó szereppel bírnak a mozgás és a postúra szerveződésében és vezetésében.

#### **4) II. vizsgálat: Idős – és középkorú egészséges személyek multiszenzoros integrációs folyamatainak kapcsolata a testsémával és a testképpel**

##### 4.1. Résztevők, Módszertan és Analízis

Nyugdíjas klubokból és facebook csoportokból 101 jobb kezes személyt vontunk be a vizsgálatba. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) és Thane (1989) által javasolt kronológiai klasszifikáció alapján soroltuk be a résztvevőket közép – és idős csoportokba. A középkorú csoport magában foglal 50 személyt (*Mean* = 27.7 év, *SD* = 4.6, minimum = 20, maximum = 41; férfi/nő: 28/22) és az idősebb csoport 51 személyt (*Mean* = 65.9, *SD* = 5.8, minimum = 56, maximum = 72; férfi/nő: 24/22) ölel fel. A középkori csoporthoz tartozó személyek munkavállalók, míg az időskori csoport résztvevői nyugdíjasok voltak. A beválogatási kritérium: Mini-Mental State Examination (MMSE) tesztben teljesített 23 vagy annál nagyobb pontérték. A teljes mintán a kéz dominanciát az Edinburgh Handedness Inventory (minimum kritérium jobb kezességre 70% vagy magasabb pontszámmal) kérdőívvel mértük fel.

##### Gumikéz Illúzió

A gumikéz illúzió (RHI) Botvinick & Cohen (1998) által került a figyelem fókuszába. Az RHI indukciója a vizuális, haptikus és propioceptív ingerek szisztematikus manipulációján alapszik, amikor az ingerek inkongruens konstellációban jelennek meg, mely azt eredményezi, hogy a testséma észlelésében illúzió érzésével kísért ideiglenes változás alakul ki. A testséma módosulása a multimodális integrációk szisztematikus manipulációjának eredményeként jön létre, melynek során az ingermintázatok között keletkezett konfliktus megoldása elősegíti a test személyes integritásának megőrzését. A konfliktus egyrészt a vizuális és taktilis, másrészt a vizuális és propioceptív információk között jön létre. A legtöbb beszámoló intenzív ownership (gumikéz saját testbe való illesztésének élménye) élményről szól, mikor a vizuo-taktilis stimuláció szinkronizált. Ezzel szemben, az aszinkron multimodális stimulációja nem váltja ki az illúzióknak megfelelő élményt. A gumikéz illúzió indukciójának következménye, hogy egy test integrál egy idegen testrészt vagy tárgyat, mely hasonló

textúrával, formával vagy lokalizációval rendelkezik a valós testrésze a személy peripersonális terében. Hasonló illúzió hozható létre az egész testen, arcon, lábon, vagy más testrészén az embernek. Az illúzió létrejöhet a gumikéz virtuális kézzel való kicserélésével is, mely úgy mozog, mint egy valós kéz. Előzetes tanulmányok arról számolnak be, hogy az RHI érzékeny az idői szinkronicitásra és a téri vizuális aspektusokra, a taktilis stimulusokra, valamint a testkép és a testséma számos komponensének multimodális integrációjára. A különbség a szinkron és aszinkron kondíciók tulajdonságait illetően az illúzió mértékében mutatkozik meg. Az RHI nagysága magában foglal két fő komponenst, melyek kapcsolatban állnak egymással, de a háttérben álló neurális mechanizmusok szeparálhatók egymástól. Az első a saját testrészt észlelése, az ownership és disownership (saját test elidegenedése) élmény, top-down kognitív folyamat által kontrollált és dominánsan a vizuo-taktilis kongruencia jellemzi. Ez jelöli a személyek hajlandóságát a kézszerű tárgy peripersonális térbe való beolvasztásáért. A második a propioceptív drift, amikor a személyek észlelik, hogy a téri lokalizációja a valós kéznek és a gumikéznek változott, a téri távolság a kettő között csökkent. Ez a drift a valós kéz téri lokalizációjának hibás becslése által mérhető. Ez viselkedésszerű mérhető hiba, mely bottom-up folyamat által kontrollált és a vizuo-proprioceptív integráció által vezérelt, mely a megváltoztatott testséma eredménye. A gumikéz illúzió ownership érzése, a disownership érzése a valós kéznek és a propioceptív drift élelmebbek, mikor a gumikéz és a láthatatlan valós kezek haptikus ingerek által stimuláltak.

A gumikéz illúzió klasszikus paradigmájában, a résztvevők egy idegen gumikéz ecsettel történő ingerlését látják, míg az alanyok valódi keze, mely a látótérfelel kívül helyezkedik el, szintén ingerlés alatt van. Az idői kongruencia a vizualitás és taktilis ingerlés között az ownership élmény illúziójához vezet a gumikéz vonatkozásában és a látótérfelel kívül eső, valós kéz pedig elidegenedés érzéssel párosul, azaz disownership élmény alakul ki. Az illúzió modifikálja a potenciális lokalizációját a valós kéznek, ennek eredménye az úgynevezett propioceptív drift, mikor a résztvevők a valós kéz fizikai helyzetét nem tudják pontosan megmutatni, a rámutatási hiba (localization error) a gumikéz irányában véti el a célt. Az illúzió csökken, amikor egy semleges tárgyat használnak a gumikéz illúzióval szemben, amikor a gumikéz és a valós kéz posztúrája inkongruens vagy amikor aszinkron ingerlés történik. A mi vizsgálati elrendezésünkben a résztvevők egy széken ültek, mialatt kezüket nyugalmi állapotban egy asztalra helyezték tenyérrel lefelé. A vizsgálatvezető a vizsgálati alannal szemben állt. Három vizsgálati kondíciót használtunk: pre-teszt kondíció (nincs ingerlés), illúziót kiváltó kondíció (szinkron ingerlés), és illúziót nem mobilizáló kondíció (aszinkron ingerlés). A szinkron és az aszinkron ingerlés abban különbözik egymástól, hogy a műkezet és a valós kezet érő ingerlés egyidejű vagy sem.

## Vizsgálati procedúra

A szinkron és aszinkron kondíciók során a gumikéz a vizsgálati személy valós bal kezétől jobbra helyezkedett el. Az elválasztó fal a valós kéz és a gumikéz között helyezkedett el. Három érték mérése nyújt információt a gumikéz illúzió leírásához: propioceptív drift, ownership élménye a gumikéznek és a disownership élménye a valós kéznek. A propioceptív drift egy viselkedésszerű mérés a valós kéz téri lokalizációja és a gumikéz között, az ownership és disownership élmény önbeszámolás módon ad információt.

A vizsgálat megkezdése előtt a résztvevők egy pre-teszten estek át. A vizsgálatvezető arra kérte őket, hogy csukott szemmel mutassák meg a valós kezüknek a helyét, hogy definiálhassa a baseline pontot a gumikéz illúzió indukcióját megelőzően. A vizsgálat két blokkra irányult: szinkron és aszinkron stimulációra a gumikézen és a valós kézen. A két blokk random módon került bemutatásra. A szinkron és aszinkron blokk is 2 perc ingerléses periódust jelentett. Az ingerlés típusát és a gyakoriságát (0.9 Hz)

előre meghatározottan alkalmaztuk a két kondícióban egy metronom segítségével, melyet a vizsgálatvezető egy fülhallgatón keresztül követett. Az aszinkron kondícióban a gumikézen látható módon végrehajtott ingerlését a paraván mögött fekvő, nem látható igazi kézen elvégzett érintés 2 másodperc múltával követte, mialatt a valós kéz téri pozíciója változatlan maradt. Az ingerlés a két kondícióban minden ujj és kéz érintésével történt, kivéve a hüvelykujjat. 5 perces szünetek voltak a szinkron és aszinkron kondíciókat tartalmazó bokok között. Az ingerlést követően a propioceptív driftet mértük. Ezt követően az alanyokat arra kértük, hogy válaszoljanak a kérdőívben szereplő kérdésekre, melyek az ownership és disownership élményre irányultak.

#### Adatok elemzése

AZ RHI a szinkron és aszinkron kondícióban is normal eloszlást mutatott, mind az ownership és disownership értékei, mind pedig a propioceptív drift tekintetében. A Kolmogorov-Smirnov teszt szignifikáns eltérést mutatott az ownership és disownership vonatkozásában a normal eloszlástól, míg a propioceptív drift normal eloszlású volt. A nem-parametrikus Mann-Whitney U-teszt segítségével mindkét életkori csoportot összehasonlítottuk minden RHI mérés során. A Bonferroni módszer által a kapott szignifikanciákat korrigáltuk. A Wilcoxon rank tesztet alkalmaztuk az életkori csoportokon belül, hogy elemezzük a csoporton belüli különbségeket a szinkron és aszinkron kondíciókban. A nem szerinti összehasonlítás nem mutatott különbségeket semelyik RHI eredmény során (aszinkron ownership  $Z = -1.3$ ; aszinkron disownership  $Z = -2.09$ ; szinkron ownership  $Z = -0.2$ ; szinkron disownership  $Z = -0.7$ ; aszinkron propioceptív drift  $t = -1.1$ ; szinkron propioceptív drift  $t = 0.4$ ).

#### 4.2. Eredmények

A gumikéz illúzió kimeneti változói, a fenomenológiai, élményközpontú ownership és a disownership szoros kapcsolatot mutat egymással, hiszen az RHI indukció hatására, a vizsgálati személyek úgy tekintik a gumikezet mintha az a saját kezük lenne, a valós kézben ugyanakkor idegenséget, mozgásképtelenséget, akinéziát (magas disownership élmények) jeleznek. Úgy tűnik tehát, hogy az RHI indukció által kiváltott multimodális ingerek közötti konfliktus hatására a valós kéz helyét a vizuális benyomásokat keltő rivális gumikéz kiszorítja a testsémából. Az RHI viselkedéses komponense a propioceptív drift, azaz a valós kéz aktuális helyzetére való rámutatás pontatlanságának mértéke összefüggést mutat a fenomenológiai kimentű értékekkel, de az a kapcsolat az előbbiekhöz képest valamivel enyhébb mértékű. A korreláció jelzi, hogy az élénk RHI illúziót átélt személyek egyben testséma változáson is átesnek, mert a valós (ez esetben bal) kezük helyét tévesen a gumikéz helye környékén levőként azonosítják. Wilcoxon rank tesztet végeztünk el a szinkron és aszinkron kondíciók esetén a teljes mintán, szeparáltan, mindkét életkori csoportra. Egy szignifikáns különbséget találtunk az ingerléses kondíciók vonatkozásában a teljes mintán, minden mérés esetén (ownership, disownership, propioceptív drift). Hasonló analízist végeztünk el a két életkori csoporton belül ugyanazt az eredményt hozva, kivéve a disownership eredményeket, ahol Bonferroni korrekciót követően, a különbség az idősebb életkori csoport esetén volt tendenciózus. Azaz, a különbség a szinkron és aszinkron kondíciókban szignifikanciát eredményezett mindkét életkori csoportban, mind három mérés során, de az idősebb életkori csoportban a különbségek a disownership élmények vonatkozásában limitáltan jelentek meg.

A páros összehasonlítás minden csoporton belül élénk választ mutatott a szinkron vizuo-taktilis stimuláció során, de a disownership élmények és a propioceptív drift eredményeinek összeillesztése relatív limitált eredményként jelent meg az időskorú csoport esetén. Ezek az eredmények az jelezték,

hogy a szinkron multimodális ingerlés kiváltotta a várt RHI élményt, de a válasz nagysága moderált néhány RHI értéket az időskorú csoportban. Az elemzés következő lépéseként az ownership és disownership RHI élenkségi indexet vizsgáltuk meg, összehasonlítást végeztünk az owner – és disownership élmények és a viselkedéses propioceptív drift vonatkozásában mindkét életkori csoport esetén. Ez az analízis szignifikáns különbséget jelzett az életkori csoportok között az ownership (középkorú csoport átlag =  $15.9 \pm 23.26$ ; időskorú csoport átlag =  $6.4 \pm 14.53$ ;  $Z = -3.69$ ,  $p = 0.001$ ) és a teljes minta esetén (középkorú csoport átlag =  $22.75 \pm 22.21$ ; időskorú csoport átlag =  $9.2 \pm 20.75$ ;  $Z = -3.57$ ,  $p = 0.001$ ) az RHI élmények vonatkozásában, valamint mérsékelt eredmények mutatkoztak a disownership kondícióban (középkorú csoport átlag =  $6.4 \pm 11.82$ ; időskorú csoport átlag =  $2.8 \pm 8.04$ ;  $Z = -1.661$ ,  $p = 0.097$ ) a disownership tekintetében. A propioceptív drift esetén nem találtunk szignifikáns különbségeket (középkorú csoport átlag =  $-0.2 \pm 7.40$ ; időskorú csoport átlag =  $-0.8 \pm 7.12$ ;  $Z = -0.51$ ,  $p = 0.61$  ns.). Azonban, a Bonferroni korrekciót követően az ownership index és az összes RHI eredmény szignifikáns maradt. Ezt követően az időskorú csoportot összehasonlítottuk a középkorú csoporttal, ahol szignifikánsan alacsonyabb eredményt kaptunk az RHI élmények esetén különösen az ownership érzések tekintetében. A viselkedéses propioceptív drift nem mutatott különbségeket a csoportok között.

#### 4.3. Diskusszió

Az elemzésünk rámutat egy speciális különbségre, hogy az RHI-indukálta multimodális integráció kontrollált a különböző életkorú résztvevők által. Az eredmények azt mutatják, hogy a vizuo-taktilis érzés során kisebb RHI élenkség dominált az ownership és a teljes RHI élmény tekintetében az időskori csoportban. Habár, a vizuo-proprioceptív kondícióban a propioceptív drift hangsúlyos volt a csoportokban a multimodális integráció eredményeként.

Ezek az eredmények a propioceptív drift vonatkozásában alátámasztják a hipotézisünket, hogy a vizuo-proprioceptív stimuláció adaptációs képessége stabil az élettartam során, míg az ownership értékek és a teljes RHI élmény kisebb élenkséget mutat az időskori csoport esetén. Tapasztalataink jelezték, hogy amikor a gumikezet és a valós kezet stimuláltuk szinkron ingerléssel, a résztvevők úgy érezték, mintha a végtagjuk elidegenedett volna a test reprezentációjuktól, míg a gumikezet sajátjukként érezték.

Eredményeink azt mutatják, hogy a végtagra vonatkozó perceptuális élenkség és a működőképességgel kapcsolatos várakozások az idős csoportjában alacsonyabbak, mint a középkorúaknál. Lényegében az idősök a gumikezet kevésbé érzik a sajátjuknak, az igazi kezük érzékelésében is csak kisebb változást tapasztalnak. Feltételezésünk szerint ez a jelenség az idősöknél tapasztalható korlátozottabb mértékű interoceptív tudatosságra vezethető vissza.

Az időskori személyek limitált figyelmi fókusszal jellemezhetőek, magas taktilis megkülönböztető küszöbvel és alacsony vizuális élességgel. Ez a szenzoros csökkenés szerepet játszhat a szinkron ingerlés vizuális, taktilis és propioceptív információira adott válaszokban. Az időskorú résztvevők összehasonlítva a középkorú csoport tagjainak élményeivel, kisebb RHI élenkséget mutatnak a vizuo-taktilis kondícióban. Ezen eredmények arra mutatnak rá, hogy az életkor-függő hanyatlás az RHI során figyelembe vehető a szelf-percepció természetes adaptációjának hanyatlásának egy jeleként, úgy mint a gyorsan változó arc, testséma és külső kinézet.

Elsődleges célja a multimodális integrációnak, hogy vizsgálja a temporális és téri szinkronicitást és biztosítsa a kontextus szemantikus kongruenciáját. A perceptuális és kognitív funkciók hanyatlása az öregedés során a fókuszált és szelektívebb figyelmi működéssel kompenzált. A figyelmi allokáció

szerveződése és a multiszenzoros integráció a poszterior agyi területekről az anterior hálózatok felé tolódik. Az öregedésben, párhuzamosan a figyelmi tolódással és a multimodális integrációs kapacitás erősödésével, lassulási tendencia látható a percepcióban, míg az integrált ingerek temporális és téri ablakai szélesebbé válnak.

Jelen tanulmányban a taktilis stimulációt alkalmaztuk két hasonló tárgy közötti ökológiai valószínűségi kapcsolat kialakításáért. A propioceptív ingerek domináns szerepet töltenek be a vizuálisan elszeparált valós kéz esetén. A vizuális figyelem célja a résztvevők periperszonális terében a gumikéz volt propioceptív inger nélkül. Eredményeinkben alátámasztjuk a multimodális integráció szerepét a gumikéz indukálta szituációban, valamint a saját test ownership érzet és a propioceptív drift tekintetében. Azonban a csoportok közötti összehasonlítás a multimodális integráció propioceptív komponens változatlanosságát mutatja az életkoron keresztül. Ezzel szemben, amikor a figyelem a vizuális ingerekre fókuszált a propioceptív komponestől elkülönült, a test ownership élményei csökkentek időskorban. A test ownership érzet tudatossága és az asszociált valós kéz, csökkent élményekkel jár időskorban, mely jelzi a vizuális modalitás csökkenését a testi modalitások közötti versengésben.

Ez a konklúzió alátámasztja a poszterior-anterior irányú figyelmi tolódás hipotézis validitását időseknél, melyben az erősebb háttérzaj párhuzamos inger csatornáknak a konceptuális anterior típusú adat feldolgozás által limitált és mintegy konzekvencia a vizuális információs csatorna részben érintetlen marad. Képzővizsgálatok igazolják, hogy a szeparált folyamatok az ownership élményekbe és a propioceptív drift vonatkozásában involválódnak. A multimodális stimuláció különbözik az ownership, disownership (ami a vizuo-taktilitáshoz kapcsolódik) és a propioceptív drift (ami a vizuo-proprioceptióhoz kapcsolódik) ingerlés tekintetében.

Jelenleg, számos tanulmány írja le, hogy időskorban a multimodális integráció limitált, így a vizuális szenzitivitás csökkenése nyitott kérdés ezen életkori csoportban. Eredményeinkben rámutatunk az időskorban fellelhető testrepresentáció plaszticitására, melyben fontos szerepet játszik a multimodális integráció. Kutatásunkban, az életkori különbségeket vizsgáltuk a gumikéz illúzió mérése során. Az eredmények jelzik, hogy amikor a vizuo-taktilis ingerek szinkron módon kerülnek bemutatásra a multiszenzoros integráció ereje csökken. Ezzel szemben, vizuo-proprioceptív szinkron ingerek esetében a multiszenzoros integráció hatása változatlan marad az élettartam során.

## 5) A két vizsgálat közös diszkussziója

Vizsgálatainkból jól látható, hogy a propioceptív rendszerre épülő járásszerveződés változhat az affektív állapottól függően. A depresszió általánosan lassítja a sebességet a járás során PK és egészséges csoport esetén is. A lépésszám csökkent és a lépéstávolság rövidebb depressziós Parkinson-kóros betegeknél. A célvezérelt lokomóció során történő lassulás a magasabb lépésszám által kompenzált és a rövidebb lépéstávolsággal, de csak a depressziós PK betegeknél. Mindezek mellett szintén látható, hogy a multimodális integráció az életkor előrehaladtával részben változatlan marad, melynek szerves részét képezi a testséma-alapú propioceptív rendszer.

Ezek alapján kiemelkedő szerep hárulhat az elméleti háttérben is felsorolt és hazai közegben elérhető kognitív viselkedésterápiára, pszichoterápiára, zeneterápia alkalmazására, melyek az emocionális állapot javításán keresztül támogatják a betegek mozgásmintázatának javulását is. A testséma, mely a testtartással és testmozgással kapcsolatos propioceptív alapú rendszer, úgy tűnik, hogy fejleszthető az érzelmi állapot javulása által.

A propioceptív rendszerben bekövetkező károsodás kezelésére, mely a testtartással, testmozgással kapcsolatos testséma működését jelentősen meghatározza, számos javaslat érkezik napjainkban a szakmai csapatok részéről. Egyre inkább utat törő ágazat a robotika, melyről az elméleti háttérben szintén szó volt, a neurorehabilitáció során a szomatoszenzoros folyamatok és a járássebességben, lépéshosszban történő pozitív irányú változást támogatja. A poszturális és testmozgással kapcsolatos eljárások tárgyalásánál fontos kitérni még a különféle konzolok használatára, melyek a propioceptív rendszer fejlesztését, valamint a kognitív folyamatokat is javíthatja. Mindezen eljárások nem csak a Parkinson-kóros betegek, de az egészséges idős személyek propioceptív rendszerének javítására is fordítható.

A propioceptív tréning manapság egyre erősebb hangsúlyt kap a koordinációs képességek, egyensúlyérzékelés, a testhelyzetek téri és időbeni lokalizációjának érzékelése, a kinesztetikus érzetek és a mozgásmintázat pontosságának fejlesztése által. A propioceptív tréning alapját képező statikus és dinamikus egyensúlyi helyzetek javítása során a test adott részeinek térbeli helyzetének érzékelése és a mozgásmintázat is fejleszthető. Továbbá a propioceptív tréning magában foglal aktív mozgás/egyensúlyozós feladatokat, passzív mozgatót, szomatoszenzoros stimulációt vagy a multimodális szenzoros rendszer fejlesztését. Ezeknek ismeretében kerülhet megemlítésre a disszertációban bemutatott két vizsgálati eljárás rehabilitációba való bevonásának lehetősége. Láthatjuk, hogy az előbb említett tréninggel a propioceptív rendszer fejleszthető, legyen szó Parkinson-kóros vagy egészséges személyekről. Mindezek által a PK betegek célélérő lokomóciós vizsgálati módszere a klinikai rehabilitációs eljárásokba bevonhatóvá válhat. Fontos információt szolgálhat a járásképp diagnosztikája, a mozgásszerveződés, testtudatosság - és a vizuális-téri helyzetérzékelés tekintetében is. A gumikéz illúzió vizsgálati módszertana szintén rámutat arra, hogy a propioceptív rendszer működéséről információt nyerhetünk. A testhelyzet érzékelés, illetve a testséma – testképet felépítő multiszenzoros integráció fejlesztése ezen eljárás révén, illetve további más hasonló vizsgálatok által, ahol a testtudatosság is fejleszthető, alkalmazhatóvá válhat a neurorehabilitációs gyakorlatban. Mindezen folyamatok meghatározzák a multimodális integráció által vezetett szenzomotoros rendszer szerveződését, melyet a testséma foglal magába.

## 6) Publikációs jegyzék

### A tézisek alapjául szolgáló folyóiratcikkek

1. **Kincses P**, Kovács N, Karádi K, Kállai J (2015) A Parkinson-kór biopszichoszociális ellátásának kritikus kérdései. Orvosi Hetilap. 156:(12) pp. 472-478.  
*IF: 0.291*
2. Kállai J, Hegedüs G, Feldmann Á, Rózsa S, Darnai G, Herold R, Dorn K, **Kincses P**, Csathó Á, Szolcsányi T (2015) Temperament and psychopathological syndromes specific susceptibility for Rubber Hand Illusion. Psychiatry Research. 229: pp. 410-419.  
*IF: 2.466*
3. Kállai J, **Kincses P**, Lábadi B, Dorn K, Szolcsányi T, Darnai G, Hupuczi E, Janszky J, Csathó Á (2017) A Multisensory integration and age-dependent sensitivity to body representation modification induced by the rubber hand illusion. Cognitive Processing. 18:(4) pp. 349-357.  
*IF: 0.974*
4. **Kincses P**, Kovács N, Karádi K, Feldmann Á, Dorn K, Aschermann Zs, Komoly S, Szolcsányi T, Csathó Á, Kállai J (2017) Association of Gait Characteristics and Depression in Patients with Parkinson's Disease Assessed in Goal Directed Locomotion Task. Parkinsons Disease. Paper 6434689. 7 p.  
*IF: 1.702*
5. Darnai G, Szolcsányi T, Hegedüs G, **Kincses P**, Kállai J, Kovács M, Simon E, Nagy Zs, Janszky J (2017) Hearing Visuo-tactile Synchrony - Sound-Induced Proprioceptive Drift in the Invisible Hand Illusion. British Journal of Psychology. 108:(1) pp. 91-106.  
*IF: 3.139*

### A tézisekhez nem kapcsolódó publikációk

1. Bereczkei T, Papp P, **Kincses P**, Bodrogi B, Perlaki G, Orsi G, Deák (2015) A The neural basis of the Machiavellians' decision making in fair and unfair situations. Brain and Cognition. 98: pp. 53-64.  
*IF: 2.399*



### A tézisekhez kapcsolódó prezentációk

1. Kállai J, **Kincses P**, Lucza T, Kovács N, Weintraut R, Aschermann Zs, Komoly S, Karádi K (2015) Testséma és téri tájékozódási zavarok Parkinson betegségben szenvedő személyeknél. A Magyar Pszichológiai Társaság XXIV. Országos Tudományos Nagygyűlése: Eger, 2015 május 28-30. (előadás)
2. **Kincses P**, Kovács N, Lábadi B, Csathó Á, Dorn K, Szolcsányi T, Kállai J (2015) A gumikéz illúzió által indukált testséma és testkép disszociációs érzékenység az életkor vonatkozásában. A Magyar Pszichológiai Társaság XXIV. Országos Tudományos Nagygyűlése: Eger, 2015 május 28-30. (előadás)
3. **Kincses P**, Kovács N, Karádi K, Feldmann Á, Lucza T, Kállai J (2015) A perceptuo-motoros rendszer klinikai validitásának vizsgálata Parkinson-kóros személyekkel. XIV. Magatartástudományi Napok: A pszichoszomatika modern szemlélete. Az orvostanhallgatók egészsége. Konferencia helye, ideje: Pécs, 2015 június 11-12. (előadás)

### A tézisekhez nem kapcsolódó prezentációk

1. Darnai G, Szolcsányi T, Kállai J, Hegedüs G, **Kincses P**, Kovács M, Simon E, Nagy Zs, Janszky J (2015) A testészlelés befolyásolása hangingerekkel a „láthatatlan kéz illúzióban”. XIV. Magatartástudományi Napok: A pszichoszomatika modern szemlélete. Az orvostanhallgatók egészsége. Konferencia helye, ideje: Pécs, 2015 június 11-12. (előadás)
2. Szolcsányi T, Darnai G, **Kincses P**, Hegedüs G, Janszky J, Kállai J (2015) Can bodily self-perception be modified by auditory signals? Sound-induced proprioceptive drift in the invisible hand illusion. Cyprus 19th Conference of the European Society for Cognitive Psychology, 2015. szeptember 17-20., Paphos, Cyprus
3. Darnai G, Szolcsányi T, Hegedüs G, **Kincses P**, Kállai J, Janszky J (2014) Fantom kéz és műkéz kondicionálása: a testi integritás és a gumikéz illúzió egy újabb példája. In: Vargha András (szerk.) Határtalan pszichológia – Unlimited Psychology: A Magyar Pszichológiai Társaság XXIII. Országos Tudományos Nagygyűlésének Kivonatkötetete. 270 p. Konferencia helye, ideje: Marosvásárhely, Románia, 2014 május 15-17. (előadás)
4. Darnai G, Szolcsányi T, Hegedüs G, **Kincses P**, Kállai J, Janszky J (2014) Sound-induced proprioceptive changes in the invisible hand illusion. 11th Alps Adria Psychology Conference. Pécs, Magyarország: 2014 szeptember 18-20.
5. János Kállai, Gábor Hegedüs, Ádám Feldmann, Sándor Rózsa, **Péter Kincses**, Virág Pulai, Zsófia Bacskai, Tibor Szolcsányi (2014) Psychopathological syndrome specific susceptibility for rubber hand illusion. 11th Alps Adria Conference. Pécs, Magyarország: 2014 szeptember 18-20.

6. **Péter Kincses**, Tibor Szolcsányi, Ádám Feldmann, Virág Pulai, Zsófia Bacskai, János Kállai (2014) Line bisection dependent proprioceptive drift and ownership scores in rubber hand illusion. 11th Alps Adria Conference. Magyarország: 2014 szeptember 18-20. (poszter prezentáció)
7. Bodrogi B, Deák A, Papp P, **Kincses P**, Bereczkei T (2013) Machiavellista személyek érzelemszabályozási folyamatainak idegrendszeri korrelátumai. Magyar Pszichológiai Társaság XXII. Országos Tudományos Nagygyűlés: Budapest, Magyarország, 2013 június 5-7.
8. Darnai G, Perlaki G, Szolcsányi T, Hegedűs G, **Kincses P**, Plózer E, Altbäcker A, Janszky J (2013) A gumikéz illúzió és a kérgi aktivitás (előtanulmány), Neuroimaging Workshop Pécs - 2013 (előadás)
9. Darnai G, Szolcsányi T, **Kincses P**, Perlaki G, Hegedűs G, Janszky J, Kállai J (2013) A gumikéz illúzió indukciója során aktív ideghálózatok: fMRI vizsgálat. Magyar Pszichológiai Társaság XXII. Országos Tudományos Nagygyűlés: Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2013 június 5-7.
10. Darnai G, Szolcsányi T, **Kincses P**, Perlaki G, Hegedűs G, Janszky J, Kállai J (2013) A gumikéz illúzió indukciója során aktív ideghálózatok: fMRI vizsgálat. Magyar Pszichológiai Társaság Nagygyűlése: Budapest - MPT 2013
11. **Kincses P** (2013) Machiavellista személyek kognitív funkcióinak vizsgálata agyi képalkotó eljárással. pp. 1-76. Témavezetők: Prof. Dr. Bereczkei Tamás, egyetemi tanár; Dr. Deák Anita, egyetemi adjunktus, Vizsgálatban való közreműködés: Pécsi Pszichológia Intézet fMRI kutatócsoport, NEURO CT Pécsi Diagnosztikai Központ (diplomamunka)
12. Papp P, **Kincses P**, Deák A, Bereczkei T (2013) Neural Correlates of Machiavellians in fair and non-fair situation. pp. 1-19. Escop 2013 18th Meeting of the European Society for Cognitive Psychology, Budapest, Hungary, 2013 augusztus 29 – szeptember 01.
13. Papp P, Deak A, Bodrogi B, **Kincses P**, Bereczkei T (2012) Game theory and brain imaging: A successful match?: An attempt to identify neural correlates of Machiavellian strategies
14. Papp P, Bodrogi B, **Kincses P**, Oláh-Szijjártó L, Deák A, Bereczkei T (2011) Hideg fejjel? Machiavellista személyek információ-feldolgozási folyamatainak idegrendszeri korrelátumai: fMRI vizsgálat MAKOG XIX., KAPOSVÁR, 2011. JANUÁR 27-29., (előadás)

Tézisekhez kapcsolódó publikációk kumulatív impaktfaktorainak száma::: 8.572

Más publikációkhoz kapcsolódó impaktfaktorainak száma: 2.399

Össz kumulatív impakt faktorainak száma: 10.971

## 7) Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom elsősorban témavezetőmnek Prof. Dr. Kállai Jánosnak, a doktori képzésem éve alatt nyújtott támogatásáért, irány mutatásáért és mentorálásáért. A Pécsi Neurológiai Klinikáról Dr. Kovács Norbertnek, Balázs Évának és Takács Katalinnak köszönöm a rengeteg szakmai segítséget, akik nélkül a kutatások nem jöhettek volna létre.

A vizsgálatok gyakorlati megvalósításában nagy segítséget nyújtott Berecz Hajnalka, Kis-Jakab Gréta és Bacskai Zsófia, akiknek ezúton is köszönöm munkájukat.

Dr. Szolcsányi Tibornak, Dr. Csathó Árpádnak, Dr. Karádi Kázmérnak és Dr. Feldmann Ádámnak köszönöm szakmai tapasztalataik hozzájárulását! Külön köszönöm Bagodics Ildikónak, Polecsákné Spengler Máriának és a Magatartástudományi Intézet munkatársainak a rengeteg segítséget és támogatást, amit tőlük kaptam. Köszönettel tartozom Golobné Wassenszky Ritának a Parkinson betegek klubjával történő szoros kapcsolat kialakításában nyújtott nagy segítségéért.

Köszönöm a segítségét Baranyainé Rácz Bernadettnek a szederkényi idősök otthona vezetőjének. Köszönettel tartozom Somogyi Balázsnak, aki szintén nagymértékben hozzájárult a disszertáció létrejöttéhez.

Nem utolsó sorban köszönettel tartozom szüleimnek, akik folyamatosan mellettem álltak, támogattak és bíztak bennem.

A doktori értekezés nem jöhetett volna létre az OTKA T-106176 pályázat nélkül.

"A jelen tudományos közleményt a szerző a Pécsi Tudományegyetem alapításának 650. évfordulója emlékének szenteli."