

2012 szeptemberétől 2017 szeptemberéig tartó NKFI 106176 azonosítószámon szereplő kutatási támogatás során a „Peripersonális és extrapersonális téri reprezentációk szétválaszthatóságával és a saját test percepciójának zavarjelenségeit okozó lélektani mechanizmusokkal foglalkoztunk. A saját test téri és idői összetevői képezik a realitás- vagy az irrealitásérzés alapját. Ha egy ember elmélyed egy könyv olvasásában, megfedkezve a környezetéről, szinte eggyé válik a történettel. Hasonló a helyzet a komputer által létrehozott virtuális valóságok esetében is. A résztvevő egy szobában ül, de mégis egy sivatagban túrázik, vagy egy távoli nagyváros színes forgatagában sétál. Az ember teste a társas közeg része, mégis részben önálló fiziológiai és kognitív tevékenységet végez. A szívverésével, bőrének érintésével együtt megjelenő inger vagy ingerkombinációk kijelölik a realitás idői és téri kereteit. Teste és érzései saját, csak őrá jellemző identitással rendelkeznek, melyek megkülönböztetik őt tárgyaktól és más emberektől. A saját test percepciója fogalmi kerete, térben és időben definiálható szabályos mozgástervekbe (testséma), valamint a test látványával kísért tudatos elképzelésekbe (testkép) van belefoglalva. A saját testélmény tudatossága, a testre és a testrészekre fordított figyelemmel arányosan nő. Amennyiben a figyelem lanyhul, a testfelületek perceptuális élessége, esetenként fiziológiai aktivitása is csökken, fájdalomtűrő képessége pedig növekszik. A testtudat élessége fluktuál. A változékonyságnak megfelelően az én identitás, a realitás kontroll, a hallucinációkkal és illuzórikus, esetenként szokatlan testélményekkel kapcsolatos ellenállóképesség is változik. A test multimodális érzékszerv, melynek nem csak percepció, de kognitív érzékelési felületei is vannak. A test integrálja a testtel azonos helyen és a fiziológiai történésekkel azonos időben zajló multiszenzoros bemeneteket, és ennek megfelelően állítja be a választévképesség befogadó és kimeneti állapotait. Kérdés azonban az, hogy milyen kiterjedésű téri, és milyen nagyságú idői távolságok azok, amelyeket a szervezet azonos kontextusban lévőnek (szinkronban zajló), vagy aszinkronban (egymástól független) jelenségként érzékel. A test ugyanakkor nem csupán egy bőrrel határolt fiziológiai és kognitív rendszer, hanem szervesen kapcsolódik az ember által kézzel elérhető peripersonális környezethez. Ebben a peripersonális térben extrapersonális ingerekre adott válasz során a kezek, a lábak funkcionális területébe tartozó tárgyak, a testtel szinte összeolvadnak. A testhatároknak ez a dinamikus változó, permeábilis területe egyéni érzékenységet mutat. Az enyém, az én testem, az én fájdalmam, az én érzésem, az én gondolatom identitásképző és fenntartó élmények. Az empátia, mások iránti érdeklődés részben elmosza, míg az empátia hiánya inkább kiélezi az ember saját testének percepciójában lévő különbségeket. A vizsgálatainkat bevezető és problémafelvető fejezetei a „Társas Kapcsolatok Neuropszichológiája” című monográfiában és egyéb írásainkban (Kállai, 2013; Kállai és mtsai, 2013) megtalálhatók. Az aktuális vizsgáló módszerrel, a Gumikéz Illúzióval (kidolgozója Botvinick és Cohen, 1998) kapcsolatos irodalom bemutatása megtalálható (Kállai és mtsai, 2013; Kállai, 2015) cikkekben. A Gumikéz Illúzió (Rubber Hand Illusion, RHI) a peripersonális térben végzett multimodális ingermanipuláció eredményeként, a proprioceptív rendszer áthangolásával (káros következmények nélkül) átmeneti testkép és testséma disszociációt hoz létre. A vizsgálat lényege: a vizsgált személynek az előtte lévő asztalon nyugvó balkezeit egy paravánnal kizárjuk a látótérből, és ez alatt a paravántól jobbra legalább 25 cm távolságra (a test középvonalába) elhelyezünk egy jól látható műkezetet. Tehát a műkezet látja a személy, de proprioceptív percepció nem kapcsolódik hozzá, a látótérből kitakart saját kezét viszont nem látja, csak proprioceptív érzései alapján regisztrálja, hogy ott van. Az említett két perceptuális modalitáshoz azonban, hozzákapcsolunk egy harmadikat, a taktilis modalitást (bővítjük a kontextuális ingerek mintázatát), amelynek szinkron vagy aszinkron megjelenésével módosítjuk a peripersonális térben a figyelem irányát. Ennek az a módja, hogy a vizsgálatvezető, egy ecset segítségével egyszerre (szinkronban) megsimogatja a látható műkezet és a nem látható valódi kezét. A személy tehát látja a

simogatást a műkézen, de nem érzi, és érzi a simogatást az igazi kezén, de nem látja. Amennyiben néhány percig folytatjuk a szinkronos ingerlési folyamatot, a testélmény módosulni kezd. A személy a műkézen látott simogatás alapján a műkezet sajátjának érzi, ugyanakkor a nem látott valós kezét idegennek találja. Ezzel párhuzamosan bőrének hőmérséklete és az izomaktivitás egyaránt lecsökken, olyan illúziója támad, hogy a műkéz az igazi keze. Ezzel párhuzamosan egyre kevésbé érzi sajátjának az igazi, nem látható kezét. Úgy tűnik számára, mintha a műkéz átvette volna az igazi kezének helyét a testsémájában. Az aszinkron módon alkalmazott ingerlés lényegében kísérleti kontrollfeltétel, a taktilis ingert függetleníti a korábbi mintázattól. A paradigmában két kimeneti változó típus van. Az egyik fenomenológiai jellegű, a műkézre és az igazi kézre vonatkozó önértékelő skálák alapján felmért érzéseken alapul: (a gumikézre vonatkozó sajátom) ownership és (a valós kézre vonatkozó sajátomtól idegen) disownership. A másik egy viselkedéses teszt, amely a nem látható kéz helyének vizuális kontroll nélküli becsléséből álló lokalizációs hiba (proprioceptív drift). Az illúzióra vonatkozó érzékenységet a fenomenológiai változók magas értékei, valamint a viselkedéses változóban az igazi kéz helyének becslésekor a rámutatás a műkéz irányába való jelentős eltolódása képviseli. A fenomenológiai változók, a testkép, a viselkedéses változó a testséma változását mutatja. Az RHI indukció hatása átmeneti, néhány perc után megszűnik. Tartós testélményváltozást nem hagy maga után. Ennek ellenére számos, a gyakorlatban is alkalmazható terápiás és rehabilitációs lehetőséget rejt magában. A gumikéz illúzió paradigma segítségével a testhatárok a valóságkontroll, ego- és allocentrikus sajátosságai mögött lévő kognitív folyamatok teríthetők fel. Az RHI az ingermodalitások között versenyhelyzetet (vizuális vs. taktilis, vs. proprioceptív) teremt. Az ingerek között az össze nem illést, nem a pszichofiziológiai vizsgálatokban megszokott 50-300 milliszekundumos, hanem 1000 milliszekundumos időtávban vizsgálja, mely a magasabb szintű feldolgozási folyamatok megismerésére teremt lehetőséget. Lehetővé teszi az ingerek koherenciájának elemzését, a realitáskontroll összetevőinek élményekkel is összefüggő leírását. Megfelelően mérhető feltételeket kínál a saját test és a periperszonális tér viszonyának és a saját test reális, illuzórikus vagy virtuális élményeinek extraperszonális és periperszonális térbe való beágyazódásának vizsgálatára. Ez a megközelítési mód korábbi virtuális valósággal kapcsolatos vizsgálatainkból származtatható (Kállai 2013), melyek egyértelműen mutatták, hogy az egocentrikus (periperszonális térhez kötődő) és az extraperszonális térhez kötődő (inkább allocentrikus reprezentációs formák) fluktuációja határozza meg a feladathoz illeszkedő valóságkontroll eredményességét. Figyelembe véve tehát a fentiekben vázolt értelmezési keretet, az alábbi témakörökben rendezve sorolom fel további eredményeinket.

1. RHI által indukált idegen tárgy saját testrészként azonosításának életkori különbségei.
2. Személyiség vonások szerepe az illúzió mértékének kialakulásában.
3. Súlyos proprioceptív zavaroktól szenvedő Parkinson betegek RHI indukcióra adott válaszainak értelmezése a multimodális integráció fényében.
4. Fájdalomküszöb emelkedés a RHI indukció hatására.
5. A taktilis stimulációval együtt adott auditív inger RHI intenzitást növelő hatásának következményei.
6. Az agyi képalkotó vizsgálatok és a virtuális valóság felépítésével kapcsolatos bevezető eredmények bemutatása.
7. A szerzett eredmények alkalmazási lehetőségeinek ismertetése, Parkinson betegségek, krónikus fájdalomtól szenvedők, testképzavaros és realitáskontroll problémákkal küzdő személyek vonatkozásában.

### **Fő kérdések és a vizsgálatok ütemezése**

Elsősorban a testsémazavar kialakulását vizsgáltuk egészséges személyeknél, Parkinson betegségben szenvedőknél, szorongóknál és szkizotípiás vonásokkal rendelkezőknél. A kutatási periódus első két évében megépítettük a vizsgáló helyzetet, kipróbáltuk a kimentí változók megbízhatóságát (ownership = saját testélmény; disownership = saját testélmény elvesztése vagy csökkenése; proprioceptive drift = testséma mérhető eltorzulása). Regisztráltuk, amint a testséma a test középvonalában elhelyezett gumikéz irányába jelentős mértékben eltolódik, egyetemi hallgatók bevonásával ellenőriztük a vizsgálati helyzet validitását (Hegedüs és mtsai., 2012). Továbbá a Pécsi

Diagnosztikai Központtal való együttműködés keretében, próbavizsgálatokkal ellenőriztük a kialakított kísérleti felépítés alkalmazhatóságát. A vizsgálatokban résztvevő személyek száma a kérdőíves vizsgálatokkal együtt megközelítőleg 600 fő. Az RHI paradigmát eredetileg neuropszichológiai kutatások céljából alakították ki, de napjainkra, a testképzavartól, szkizofréniától, autizmustól szenvedő személyek vizsgálatában is alkalmazzák. Saját vizsgálataink irányvonala is részben erre tart, de új populációk vizsgálatához sajátos vizsgálati eszközök és körülmények kialakítására volt szükség. Adaptáltunk kérdőíveket, személyiség- és képességvizsgáló eszközöket, amelyek mentén a tapasztalható multimodális integrációs zavarokat, a propioceptív áthangolásra való személyes érzékenységet értelmezni tudtuk. Ennek megfelelően részt vettünk a Parkinson betegek és idős emberek kognitív képességeinek részletes felmérésében, megállapítottuk azokat az értékeket, amelyek mentén a demenciától szenvedők elkülöníthetők a nem demens személyektől (Kaszás és mtsai., 2012). Továbbá a személyiségvonások és a testséma, a személyes stabilitás megtartásának képességével kapcsolatos önjellemző kérdőíveket mértünk be, illetve ellenőriztünk, a vizsgálatban szereplő változók és a klinikai értékelő listák kontrolljára. A számos kérdőív közül csak néhányat kiemelve: Empátia Kérdőív, IRI; PDQ39 Parkinson Életminőség Skála; HADAS Kórházi Szorongás és Depresszió skála; MADRAS depresszió skála; Szorongás érzékenység index ASI; DSQ40 Énvédelmi Stílus Kérdőív; BAQ Testtudatosság Kérdőív; Szkizotípiás Személyiség Kérdőív, SPQ.

Megállapítottuk, hogy az RHI indukció hatására kialakult különleges élmény, miszerint, a személyek úgy érezték, hogy az asztalon előttük fekvő műkéz a saját testük részévé vált. A vizuális mezőjükből kitakart saját kezük testsémából való kiszorulása, a disownership élmény, az ownership élménnyel szoros korrelációt mutatott. A saját testséma logikusan felépített és kötött, de egy határon belül alakítható. Az RHI indukció hatására azt tapasztaltuk, hogy a személyek testsémája az indukció hatására a törzs tengelye mentén jobb irányba elfordul, mely következményként a peripersonális tér percepciójának torzulására vezet (Kincses és mtsai., 2014). A fordulás és a módosító hatás mértéke még nem ismert, további vizsgálatot igényel. Annál is inkább mivel a testsématorzulás kompenzációjára, illetve rehabilitációjára szolgáló módszerek hatékonyságának növelése igényli a további e tárgyban végzett kutatásokat. A rehabilitációs módszerek bemutatása mellett (Kincses és mtsai., 2016) ezekből a lehetőségekből is ízelítőt adtunk (Kállai és mtsai., 2017).

**1. Életkorkülönbségek:** A multimodális integráció a környezettel való ökonomikus, a viselkedés számára tervezhető koherens ingermintázatokra épül, melyek perceptuális invarianciák formájában, tapasztalati úton alakulnak ki. Az életkor növekedésével a vizuális auditív, taktilis ingerek perceptuális artikulációs képessége csökken, így feltételezhető, hogy ez a perceptuális élességben bekövetkező változás rontja a már kialakult koherens minták észlelését, így az életkor szerepet játszik a RHI indukcióra adott válasz intenzitásában. A multiszenzoros integráció válaszhatékonyságra gyakorolt hatása azonban ellentmondásos. Más jellegű multimodális vizsgálatok egyes csoportjaiban az időskorú személyeknél „inverz hatékonyság” növekedés tapasztalható. Azaz, amennyiben az ingerminta koherenciája észlelési akadályok miatt csökken, azaz az összetartozó ingerek aszinkronja nő (a köztük megjelenő lemaradás vagy perceptuális „window” kitágul), a minta azonosítása az összetartozási kritériumok alacsonyabb szintje mellett gyorsabb, de megbízhatatlanabb válaszokat eredményez. Monomodális inger-válasz feladatban ez az előny nem jelenik meg. Mivel az alkalmazott paradigma kimeneti értékeiben bekövetkező változásokat a szinkron és aszinkron ingerlés hatáskülönbségeiben látjuk meg, a zömmel időskorú Parkinson betegségben szenvedő személyek vizsgálatára készülve megnéztük, hogy a személyek életkora befolyásolja-e az RHI élnkségét és a propioceptív drift mértékét. Feltételeztük, hogy az aszinkron helyzetben alkalmazott nagyobb „time window” a konkurens ingerek integrációjában idős emberek esetén emelkedést eredményez, ami inverz hatásként csökkenti a RHI mértékét. Várakozásainkkal ellentétben aszinkron ingerlési

feltételek között az inverz hatékonyságnövekedésnek csak a tendenciáját tudtuk regisztrálni. Feltételezhetően azért, mert az aszinkron bemutatott ingerek közt, az RHI gyakorlatában beállított standard időintervallum nem elegendő hosszúságú a fordított hatás megjelenéséhez. E tárgyban további vizsgálatokra van szükség. Ugyanakkor megállapítottuk, hogy az idős emberek fenomenológiai értékei alacsonyabbak, mint a középkorú személyeké. A propioceptív drift-ben ugyanakkor nem mutatkozott különbség a két csoport között. Úgy tűnik, hogy az életkor előre haladásával folyamatosan változó (updated) testséma stabilitása (a vizuális vs. propioceptív) megmarad, de a testképhez tartozó tudatos döntést igénylő fenomenológiai értékek tanúsága szerint (vizuális vs. taktilis modalitás) a középkorúakhoz mérten a kongruens minták integrációs hatékonysága csökken (Kállai és mtsai., 2017).

**2. Személyiségvonások:** Temperamentum és pszichopatológia jelenségekhez köthető vonásokat vizsgálva megállapítottuk (Kállai és mtsai., 2015), hogy a gumikéz illúzióra való érzékenység fenomenológiai értékeit a szkizoid kognitív és affektív faktorok (mágikus gondolkodás, a derealizáció, fogalmi kategória határok túlzó kiterjesztése, elzárkózás, befelé fordulás, vonatkoztatások és eszmék iránti megszállott elkötelezettség) határozzák meg. Meglepő módon a szkizoid viselkedéshez szokványosan nem kapcsolódó empátia, valamint szorongással teli újdonságkeresés jelentős szerepet játszik a RHI élénkségének mértékében. Van tehát egy konstitucionális faktor, mely a szkizoid hozzáállás ellentmondásos természetét mutatja be. A személyek látszólag szociálisan csak kevésbé vonhatók be a kapcsolataikba, de ugyanakkor a szorongató helyzetüket megélik és nyitottak mások mentális folyamatainak megértésére, de nem képesek ezeket az élményeiket a mindennapi kapcsolataik során felhasználni. Ezért gátolják érzelmeik kinyilvánítását és kapcsolatigényüket, hogy a nyitott énhatárok következtében ne kerüljenek védekezésre képtelen szociális ingerekkel elárasztott helyzetbe. A szkizofréniásoknál mások által végzett vizsgálatokat megerősítő eredményeink születtek. Rámutatnak arra, hogy az énvédelem a jelentős RHI érzékenységet mutató személyeknél nincs megoldva. Lényegében rendelkeznek bizonyos konstitucionális vulnerabilitással, a szkizotaxiás folyamatok irányába. Vizsgálatunk ismét bizonyította a szkizofréniával kapcsolatos dimenzionális szemlélet biológiailag is megalapozott létjogosultságát (Kállai V. és mtsai., 2017) mely hangsúlyozza a valóságkontroll és ahhoz szükséges énhatárok jelenlétének szükségességét a mindennapi kapcsolatok, kreatív megnyilvánulások tekintetében is. A regisztrált RHI-vel kapcsolatos érzékenység az énhatár védelemmel és a gondolkodási zavarokkal és vonatkoztatásokkal együtt járó énhatár kitérítés megfelelő támogatással és elaborációs képességgel rendelkező személyeknél a kreativitás forrását is biztosítják. Az organizált és konvenciókat is követni képes viselkedés egyik alapja a szociális biztonság. A biztonságérzés korai és későbbi hatásainak felmérésére magyar nyelven korlátozott kérdőíves lehetőség állt rendelkezésünkre. Többek között ez volt a motivációja egy biztonság skálával kapcsolatos adaptációs munkánkknak (Kállai és mtsai, 2015; Barcsi és mtsai, 2017). Az énhatárok vizsgálatának általunk kezdeményezett eszközeinek kidolgozása továbbra is vizsgálataink fontos kiegészítő részét képezi. E terület részletes összefoglaló és új mérőeszközöket adaptáló vizsgálati eredményeink cikkeinkben megtalálhatóak (Birkás, és mtsai., 2016; Kállai és mtsai., 2017).

**3. Parkinson betegségben szenvedő személyek** saját testélményének és ezzel kapcsolatos testséma, testkép mérésének pszichológiai eszköztára még nem elég kidolgozott. Látjuk ugyanakkor, hogy Parkinson betegeknek a L-dopa dózis emelkedésével gyakran jár együtt hallucináció, de ezzel párhuzamosan a propioceptív rendszer és a hozzá kapcsolódó testséma javulása következtében a járászavar csökken. Tehát a dopamin transzmisszió fontos szerepet játszik a testséma és a téri navigációt is elősegítő testkép hatékony működésében. Egészséges személyeknek adott dopamin agonista hatására az RHI fenomenológiai értékei jelentősen megemelkednek (szinkron és aszinkron helyzetben egyaránt). A Parkinson betegek L-dopa terápiája az „on” periódusban viszonylag stabil dopaminszintet eredményez, mely biztosítja a személyek funkcióképességét. A Parkinson betegségtől

szenvedők vizsgálatának megkezdése előtt két fontos kérdést kellett tisztázni. Milyen módon mérhető a testséma torzulás mértéke és ezzel kapcsolatos célirányos lokomóció sebessége, lépéshossza és a lépésszám. Továbbá meg kellett határozni azokat a kognitív mutatókat, amelyek mentén feltérképezhető a vizsgálatban való megfelelő részvétel. A mozgásképesség vizsgálatához kifejlesztettünk egy egyszerű eljárást, („standard walk” módszert: 5 milliméteres mérési pontossággal járáskép videón rögzítve, metrikus szőnyeg használatával-), melynek során a betegek, járásparamétereit részletesen fel tudtuk mérni. Továbbá a neuropszichológus kollégák részvételével bemértük a Parkinson betegek csoportosítása szempontjából fontos Mini Mentál Állapot Felmérő Teszt és az Addenbrooke Cognitive Examination és a Mattis Dementia Rating Scale segítségével meghatároztuk a Parkinsonos demencia határpontját, továbbá a komorbid depresszió mértékét (Kaszás és mtsai, 2012; Lucza és mtsai, 2015; Lucza és mtsai, 2015). Parkinson betegek és hasonló életkorú Parkinson betegségben nem szenvedő személyek vizsgálata során megállapítottuk, hogy a Parkinson betegségben szenvedők járásképének változásában a magas depresszió értékek módosítják a járásképet. Növelik a bizonytalan járásból származó elesés kockázatát. A járásképet befolyásolja az RHI által mért multimodális integráció zavara is. Megállapítottuk, hogy Parkinson betegségtől szenvedő betegek két csoportja eltérő módon reagál a RHI indukciójára. A dominánsan akinetikus tünetekkel rendelkezők alacsonyabb, a dominánsan tremortól szenvedők lényegesen magasabb disownership értékeket mutatnak. Mivel a két eltérő szindróma neurális háttérmechanizmusai különbözőek, lehetővé vált az RHI által kiváltott disownership-hez köthető, a multimodális integrációban markáns szerepet játszó kisagyi hálózat szerepének felvetése a deperszonalizált kéz kialakulásában. A deperszonalizált végtag nem csak neurológiai, de pszichiátriai betegségek gyakori kísérője, így az interpretáció szélesebb lehetőségei is rendelkezésre állnak (Kállai és mtsai., submitted for PLoSONE).

**4. Fájdalomküszöb-emelkedés:** A szakirodalomban elsőként mutattunk rá, hogy a RHI hatására létrejött testséma változással együtt járó sajáttestrészeire vonatkozó percepcióban megmutatkozó artikulációs gyengeség eredményeként, a fizikailag indukált fájdalomérzékelési küszöb megnövekszik (Hegedüs és mtsai., 2014; Gács és mtsai., 2017). A fájdalomküszöb változásának mértékét az MRI vizsgálatokban alkalmazott termo+hűtés+termo ingerlési paradigmában a PTE KK Neurológiai és Komputer Diagnosztikai Központtal történő együttműködés során mértük. E tárgyban végzett korábbi vizsgálatokban, egy kivételtől eltekintve csak különböző betegcsoportok összehasonlításával foglalkoztak. A mi vizsgálatunk elsők közé tartozik a sorban, melyek a fájdalomküszöb-emelkedést egyértelműen igazolták. A propioceptív drift, továbbá a kérdőív adatai alapján is elmondható, hogy az általunk vizsgált körülmények között az illúzió sikeresen kiváltódott, és hatással volt a fájdalomküszöb emelkedésére. Ismert, hogy a saját test látványa módosítja a fájdalomküszöböt. Felvetettük, hogy a kéz elképzelése vagy virtuális megjelenítése is alkalmas a vizsgált effektus közvetítésére. Virtuális kézzel is elvégeztük a vizsgálatot, az eredményeink szerint a szinkron ingerlés látszata volt az egyetlen változó, amely a fájdalomküszöb értékét befolyásolta. Adataink mutatják, hogy a figyelemelterelő kognitív stratégiák jól alkalmazhatók akut és krónikus fájdalmak kezelésben. A saját testről idegen testre vagy semleges célpontra átirányított figyelem fájdalomcsillapító hatása azonban nagymértékben függ a személy saját testével kapcsolatos reprezentációjától, a társas támogatás megszerzésének, vagy hátráltató kellemetlen eseményektől való megszabadulási képességétől, az egyén autonómiájának fenntartásától. Adataink megerősítették azt az álláspontot, miszerint a saját test aktuális fizikai állapotáról elterelő figyelem befolyásolja a fájdalomélmény intenzitását. Az elterelés azonban a társas kapcsolatok által kínált támasz, újdonság, az érdekes tevékenységekkel való foglalkozás és a céltudatos autonóm viselkedésen túl az egyén testsémájához illesztett tárgyakon keresztül is kialakítható.

**5. Auditív szinkron stimuláció hatásai:** A multimodális integráció hatását nem csak a korábban említett vizuális, taktilis, proprioceptív kontextusban vizsgáltuk, de elemeztük az auditoros ingerlés hatását az illúzió kialakulására (Darnai és mtsai., 2017). Teoretikus és metodikai szempontból is egyaránt fontos megvizsgálni, hogy a testsémába bevont műkéz helyettesíthető-e mentálisan generált formákkal, azaz műkéz nincs jelen a vizsgálatban, csak a belső fantáziaképe. A kéz jelenlétének elképzelése a vizsgálatok szerint nem elegendő, csupán abban az esetben, ha a multimodális koherenciát biztosító ingereket egy további, jelen esetben hangingerrel egészítjük ki, mely a taktilis ingerlés mozdulataival együtt jelenik meg. Ez az úgynevezett láthatatlan kéz illúzió fenomenológiai értékeiben nem idéz elő nagyobb mértékű testi integrációt, de a testséma ennek ellenére mégis módosul. A proprioceptív drift által kiváltott testképmódosulás megtörténik.

**6. Agyi képpalkotó és virtuális valóság:** Kognitív stratégiákat kísérő agyi aktivitásmintázatok kellemes és kellemetlen hatású képek vizsgálata során (Kocsor és mtsai., 2013) megállapítottuk, hogy az egyéni identitás szempontjából kiemelt fontosságú területek nagyrészt átfedést mutatnak a RHI esetén gyakran tapasztalható mintázatokkal: fuziform gyrus, anterior cinguláris cortex, az inzula, és a TPJ mediális és superior területei. Ebben a vizsgálatban RHI paradigmát nem használtunk, mert nem tudtuk a scannerbe fekvő személynél a szinkron és aszinkron ingerlési technológiát kialakítani. Ennek a metódusnak a kidolgozása napjainkban zajlik. A Diagnosztikai Központban végrehajtott MR berendezés cseréje miatt is csak bevezető, metodikai jellegű vizsgálatokra nyílt lehetőség. Ezen tapasztalataink elméleti kontextusát már összefoglaltuk (Kállai 2015; Kállai, 2016). Az elővizsgálatainkból levont következtetéseket a következő vizsgálatainkban fogjuk érvényre juttatni.

**7. Az eredmények gyakorlati alkalmazási lehetőségei:** Mint esetünkben láthattuk, éber, az eljárás során együttműködő egyén testsémájának multiszenzoros (vizuális és taktilis) szisztematikus manipulációjával, mesterséges testrésszel, bővíthetjük a személy alkalmazkodási repertoárját, mely alkalmas a fájdalommal kapcsolatos figyelem részleges átvételére, és ennek következtében a fájdalomélmény csillapítására. A figyelemlátás részleges megváltozásában az extraperszonális és periperszonális ingerek illesztését a tanulási folyamatokban fontos szerepet játszó téri és idői kontiguitás keretében értelmezhetjük. A különböző modalitásokat a testkép és testséma építi egységes asszociációs hálózattá, katalizálja és irányítja a testi élményekkel kapcsolatos figyelmet, mely erőforrásai szerint a test egyik vagy másik részét részesíti előnyben. Bizonyítottuk, hogy a testsémahatárok átjárhatóbbá tétele során, a sajáttestélmény a testhez tartozónak vélt élettelen, esetlegesen virtuális tárgyra is áthelyezhető. A virtuális tárgyak személyes élménnyel megtestesíthetők. A megtestesítés gyakorlata a kézen kívül más testrészekre, sőt az egész testre is átvihető. A multiszenzoros ingerek adagolására illetve kontrolljára elsősorban virtuális valóságokban nyílik megfelelően variálható lehetőség. Az eredmények közvetlenül hasznosíthatók a neuropszichológiai rehabilitációs módszerek új generációinak felépítésben, a testképzavartól szenvedő személyek terápiájában és más betegcsoportok ellátásában. Óvatosságra intenek azonban azok az eredményeink, amelyek szerint a temperamentumuk és a biológiai veszélyeztetettség alapján vannak olyan csoportok, melyek nagyon érzékenyek az énhatárokat módosító eszközökkel való foglalatosság során az intenzív személyes változásokra. Ezen tevékenység során a kreativitás határozottabban kifejlődhet (absztrakt kategóriák értelmezési határai kitágulnak), a szenzomotoros élménytartalom gazdagodik, de ugyanakkor felvetődhet a szkizoid elzárkózás illúziókra és hallucinációkra való hajlama, mely visszafogja az elaborációs lehetőségeket. A szociokognitív területen további vizsgálatokra van szükség az énhatárok, empátia, szkizoidia, és a virtuális valóságok kapcsolatának felderítéséhez.