

**Pécsi Tudományegyetem**  
**Általános Orvostudományi Kar**  
**Elméleti orvostudományok Doktori Iskola**  
**Viselkedéstudományok Program**



**Hegedüs Gábor**

**A multimodális integráció és a képzelet szerepe a fájdalomcsillapításban és a  
Gumikéz Illúzió kiváltásában.**

**PhD Doktori értekezés**

**Témavezetők: Prof. Dr. Kállai János és Dr. Szolcsányi Tibor**

**Pécs, 2014.**

## Tartalomjegyzék:

### I. rész: Elméleti bevezető

1. Bevezetés	5
1.1 A képzelet szerepe	6
1.2. A képzelet szerepe a klinikumban, a fájdalom élmény kialakulásában és csillapításában	
1.2.1. A fájdalom	7
1.2.2. Kognitív és pszichológiai tényezők szerepe a fájdalomcsillapításban	10
1.2.3. A képzelet szerepe az orvos-beteg kapcsolatban és az alkalmazott lélektani területeken	13
1.2.4. A képzelet szerepe a klinikai fájdalomcsillapításban	14
1.2.5. A képzelet szerepe az alkalmazott lélektani területeken	17
1.2.6. A képzelet szerepe a neurorehabilitációban	18
1.2.7. A képzelet és a funkcionális ekvivalencia	19
1.2.8. A képzelet alkalmazásának relatív kontraindikációi	20
2. A multiszenzoros érzékelés	
2.1. A multiszenzoros integráció és a modalitások közötti interakciók	21
2.2. A multiszenzoros integráció kapcsolata a testélménnyel	23
2.3. A multiszenzoros integráció agyi háttere	24
3. Testkép és testséma	
3.1. A testkép és testséma fogalma, szerepe	25
3.2. Testünk tulajdonlása (Body ownership)	27
3.3. A testkép szerepe a neurológiai kórképekben, testséma zavarok	28
3.4. A feldolgozás szintjei	29
3.5. Test-mátrix	31
4. Gumikéz Illúzió, GKI (Rubber Hand Illusion, RHI)	
4.1. Elméleti bevezető	32
4.2. A műkéz illúzió fiziológiai következményei	35
4.3. A műkéz illúzió élménykomponensei	36
4.4. A műkéz illúzió kiváltódásának feltételei	37
4.5. A műkéz illúzió és a testrepresentáció – Saját test érzés és saját test representációval kapcsolatos összefoglalás	39
4.6. GKI összefoglalás	40

4.7. Hipotézisek	41
------------------	----

## **II. rész: Vizsgálatok**

5. A vizuális és téri tulajdonságok redukciójának és a képzelet hatása a GKI intenzitására	
5.1. Bevezető	41
5.2. Kérdésfelvetés	43
5.3. Metódu	
5.3.1. Résztvevők	44
5.3.2. Kísérleti elrendezés	45
5.3.3. Kísérleti procedúra	46
5.3.4. Ingeranyag	46
5.3.5. Kérdőívek	47
5.3.6. Proprioceptív drift	48
5.4. Eredmények	
5.4.1. Statisztikai elemzés	48
5.4.2. A proprioceptív drift eredményei	49
5.4.3. A szubjektív kérdőív egyes eredményei	50
5.4.4. A szubjektív kérdőív összevont eredményei	51
5.4.5. Az illúzió objektív és szubjektív eredményeinek összefoglalása	52
5.5. Diskusszió	53
5.5.1. Összegzés	54
5.5.2. Konklúzió	55
5.5.3. Kitekintés és limitációk	56
6. A Gumikéz Illúzió hatása a fájdalomküszöbre	
6.1. Bevezető	56
6.2. Metódu	59
6.2.1. Résztvevők	59
6.2.2. Kísérleti elrendezés	59
6.2.3. Kísérleti procedúra	60
6.2.4. A fájdalomküszöb mérés	61
6.2.5. A szubjektív fájdalom mérés	61
6.2.6. A proprioceptív drift mérés	62
6.2.7. GKI kérdőív	63

6.3. Eredmények	
6.3.1. Statisztikai elemzés	63
6.3.2. Proprioceptív drift	64
6.3.3. Kérdőívatatok	64
6.3.4. Fájdalomérzékenység	65
6.4. Diskusszió	
6.4.1 Az eredmények megvitatása	70
7.A két vizsgálat áttekintő összefoglalása	73
8. Irodalomjegyzék	78
9. Publikációs lista	91
10. Köszönetnyilvánítás	93

## I. rész: Elméleti bevezető

### 1. Bevezetés<sup>1</sup>

A pszichológiai fájdalomcsökkentés szakirodalmát két fő klaszterbe lehet besorolni. Az első klaszter a pszichoterápiás, elsősorban kognitív és viselkedésterápiás módszereké, a második a placebo hatással elért fájdalomcsökkentésé. A placebo hatásmechanizmusa e helyen csak érintőlegesen kerül szóba. A témával kapcsolatos részletes összefoglalást Benedetti, (2009), Köteles (2009) valamint Hegedüs és Szolcsányi (2012), munkái tartalmazzák. Részletesen elemzem azonban a képzelet, a figyelem, és a tanulás folyamatait jobban igénybevevő kognitív és viselkedésterápiás módszereket. A fájdalommal való megküzdés gyakori kísérőjelensége a deperszonalizáció, azaz a fájdalmat okozó személy vagy a fájdalmat elviselő egyed személyes jelenlétének átélése illetve észlelésének módosulása, torzulása. Mindezek következményeként a témába vágó ismeretek összefoglalójában ki fogok térni a fájdalom élmény kialakulásában fontos szerepet játszó testkép és a testséma szerveződési mechanizmusaira és alkalmanként megfigyelhető disszociációjára. Az irodalmi áttekintés kiterjed továbbá a sajáttest-idegentest, perszonalizáció-deperszonalizáció jelenségköreit tárgyaló, a fájdalomkutatásban is egyre nagyobb szerepet betöltő testkép-testséma disszociációt kiváltó vizsgálati módszernek, a Gumikéz Illúzióknak a bemutatására.

Gyakran felvetődő kérdés, hogy a fájdalomtól szenvedő betegek fájdalmát nem gyógyszeres eszközökkel milyen módon lehet csökkenteni. A pszichológiai fájdalomcsökkentő módszerek bevetését a gyógyszerintolerancia, a dózis emelés egészségkárosító hatásai, az aktív és megfelelő életminőséget biztosító éber tudatállapot megtartása, az önálló és teljesítőképes élet és az önirányítás képességének megőrzése indokolja. Az elméleti bevezető ezeket a kérdéseket tekinti át, tárgyalja a placebo, a tréningek és a kognitív (figyelemelterelés, átértelmezés, figyelemmegosztás stb.) módszereket. A fájdalom pszichológiai mechanizmusai is leírásra kerültek. Ismerünk különböző fájdalomformákat időtartam szerint (akut, krónikus) megnyilvánulási mód szerint (sugárzó, égető hasító stb.), testi és lelki fájdalmakat. Hangsúlyozni kell, hogy a fájdalom kiváltója sokszor fizikai ágens, de az élményt hangulati, figyelmi, éberség szintbeli pszichológiai állapotok befolyásolják. A lelki fájdalom pedig gyakran testi fájdalmakban vagy azok felerősödésén keresztül nyilvánul meg. A negatív hangulat, az emocionális labilitás, fokozza, a magabiztosság, a céltudatosság, a

---

<sup>1</sup>Az 1. fejezet Hegedüs és Szolcsányi (2012) munkája alapján került megírásra.

feladatorientáltság csökkenti a fájdalmat. Az ember önmagáról való tudása és a saját testével kapcsolatos viszonya (kiszolgáltatott, tehetetlen, erőteljes, megbízható stb.) a fájdalommal kapcsolatos "játzmák" a saját test ismeretét, a saját test képét, a testséma tapasztalatait hozzák előtérbe. Ha látjuk a testet érő inzultus helyét, a fájdalom kisebb, ha nem látjuk, a bizonytalanság növekedésével a fájdalom is növekedhet. A test különböző pontjainak fájdalomérzékenységében is vannak eltérések. A fájó testrészt ki akarjuk szakítani magunkból, el akarjuk távolítani, deperszonalizálni, hogy csökkenteni tudjuk annak az erejét, így védekezve a fájdalom ellen. Gyakran a képzeletünket is bevetjük a fájdalom csökkentésének érdekében, például a forróság fájdalmas tapasztalatát a hideg élmény elképzelésével próbáljuk ellensúlyozni, vagy elképzeljük, hogy az adott testtáj nem is testünk része. Más esetekben elfogadjuk a fájdalmat, mert fontos jelzése valamilyen lényeges tapasztalatnak, (pl. szülés). A testrészekre fordított figyelem, a fájdalomnak kitett testrész sajátjának vagy idegennek tulajdonítása központi kérdés a fájdalomélmény szerveződésének megismerésében, így például a fantom fájdalom jelenségének esetében; a fájdalom jelen van, de nincs ott a végtag. Míg vannak olyan esetek is, amikor a figyelmünk spontán elterelődése miatt egyszerűen megfeledkezünk a fájdalmainkról. Ugyanakkor a fájdalom tapasztalata összefüggést mutat a szociális kontextussal is, mint ahogy a fájdalomcsillapító érintés (Denison, 2004) és az empátias fájdalom jelenségei is mutatják (Singer és mtsai, 2004). Mindezek a jelenségek arra utalnak, hogy a fájdalom megértésének egyik kulcskérdése a saját testhez való viszony, amely a test látványa, az érintés tapasztalata, a saját testtel kapcsolatos tudás, a figyelmi komponens és a testélmény multimodális integrációjának szerveződésén keresztül valósul meg.

### **1.1. A képzelet szerepe**

A képiség nagy jelentőséggel rendelkezett a különböző művészetekben, az emberi történelem folyamán. A képzelet gyógyításban történő felhasználása már az ókorban sem volt ismeretlen (Arisztotelész és Hippokratész). A képzelet szerepe a szimbólumok használatában is megmutatkozik és ennek megfelelően a vallásokban, a különböző mítoszokban nagy jelentősége volt és van. A megfelelő felhasználási mód esetén a képzelet könnyen mozgásba hozhatja a szervezet saját gyógyító erőit (Jaffe és Bresler, 1980; Holden-Lund, 1988). A képzelet használatának még a racionális tudományban is meg van a maga szerepe, hiszen amikor egy kutató gondolkodik egy témáról, akkor eljátszik a képzeletével, oly módon, hogy

a különböző hipotéziseket milyen módon, milyen elrendezésben lehetne vizsgálni illetve kivitelezni. Ezt produktív képzeletnek nevezzük, mert ekkor a képzeleti működés tudatos, szándékos és segítségével olyan képeket hozhatunk létre, amelyek az általunk tapasztaltakat új megvilágításba helyezik, és új megvilágításban olyan összefüggésekre jövünk rá, amelyekre tudatosan eddig nem gondoltunk. A produktív képzelet mellett a másik típus a reprodukív képzelet, amellyel a saját magunk számára alkotunk meg valamit, képiséget nem tartalmazó (pl. olvasás) információforrásból. Az ily módon megalkotott, rekonstruált valóság a saját egyéni tapasztalatainkból áll össze és ezért valamilyen mértékben mindig eltér az eredeti valóságtól, így egy egyéni színezetet adva. A képzeleti működés másik típusa a spontán képzelet, amely során a képzeleti képek akaratlanul jelennek meg. Ilyen képzeleti tevékenység például a mindenki számára ismert alvás közbeni álmodás, melynek során – többek között – a különböző ébrenlét alatt tapasztalt problémákat oldjuk meg, dolgozzuk fel a képzelet segítségével. Sokszor egy-egy tudatos cselekvésünket tudattalanul előre elképzeljük és kivitelezük, így a képzeleti tevékenység a jövőre is irányulhat. Azt is érdemes megjegyezni, hogy a képzelet a téri tájékozódáshoz is fontos, hiszen a külvilág kognitív térképe és a saját testlélménnyel kapcsolatos testkép és testséma is egy képzelet segítségével feleleveníthető reprezentáció. A képzelet segítségével az emlékezeti kapacitás is növelhető, gondoljunk például a mnemotechnikai eljárásokra, továbbá a képzelet használata növeli a kreativitást.

## **1.2. A képzelet szerepe a klinikumban, a fájdalomélmény kialakulásában és csillapításában**

### **1.2.1. A fájdalom**

A fájdalomcsillapítás a mindennapi orvosi gyakorlat része. Illeszkedik a biomedicinális modellekhez, ugyanakkor a bio-pszicho-szociális modellekhez is világos kapcsolódási pontjai vannak. A fájdalomtól szenvedő beteg ellátása során alkalmazott placebohatás következményeként - az ópiát-hipotézis szerint - morfinszerű anyagok, ópoidok, endorfinok jelennek meg a szervezetben. A szervezetben zajló biokémiai és pszichoszociális folyamatok kölcsönhatásának meghatározó szerepe van (Patterson, 2000; Finniss és mtsai, 2010). A fő kérdés, hogy milyen lélektani esemény, személyes beállítódás, vagy a személy és a környezete között fenntartott kommunikációs sajátosság mobilizálja, vagy katalizálja az

érintett személy szervezetében kiváltott biológiai változásokat. A beteg gyógyulásában vagy panaszainak enyhülésében számos pszichológiai és élettani folyamat játszik szerepet, amelyek jelentős része még feltáratlan (Ádám, 2005). A fájdalom nemcsak szöveti sérülések, hanem társas események következtében is kialakulhat, illetve ezeken keresztül csillapítható is (Köteles és Bárdos, 2007). Ennek megfelelően az orvos-beteg kapcsolat gyógyító effektusa jelentős részben növeli a kiaknázható lehetőségek számát és rámutat arra, hogy ezen a területen számos független forrásra és evidenciákra alapozott kutatási eredményekre támaszkodva új hatékony kezelési kapacitásokat nyerhetünk (Miller és Rosenstein, 2006).

A magatartás formálásában, az elkerülő vagy a megközelítő viselkedés szerveződésében, a fájdalom kiemelkedő jelzőfunkcióval rendelkező élmény, amely individuális forrásai és a kiváltó ágens érzékelésével kapcsolatos egyéni érzékenység ellenére univerzális formában jelenik meg, és mint általános distressz, hátrányosan befolyásolja az ember életminőségét. Az orvosi gyakorlatban a legelterjedtebb tünet, ami arra motiválja az embereket, hogy orvoshoz forduljanak, a fájdalom (Kulcsár, 2002). A fájdalom lehet epizodikus vagy krónikus, hosszabb, rövidebb időn át tartó, intermittáló erősségű, feszítő, szaggató, égető. A kellemetlen érzések csillapítása, a mentális összeomlás elkerülésének érdekében alkalmazott biokémiai és műtéti beavatkozások mentesítenek ugyan az esetenként elviselhetetlen erősségű fájdalomtól, de gyakran következményként érzészavarok maradhatnak fenn, vagy olyan tudatállapotot kell fenntartani, amely jelentős mértékben akadályozza a mindennapi életvitelt. A beavatkozások során a személy mentális lehetőségeinek ismeretében kompromisszumos megoldásra kell törekedni. Elviselhetővé kell tenni a fájdalom mértékét, ugyanakkor a lehetőségekhez mérten biztosítani kell a személy számára a lehetséges életvitelhez szükséges megfelelő tudatállapot megtartását is. A kompromisszum megvalósításában a szenvedő személy érzelmi állapota és kontrollképessége, valamint kognitív lehetőségei az irányadók. Az érintett személyes motivált részvétele nélkül ugyanis a megfelelő fájdalomcsillapítás nem lehetséges.

A fájdalomcsillapítás ugyanakkor nem csak az orvos—beteg kapcsolaton és a személy kognitív lehetőségein múlik. A szenvedés csillapítása eszközöket, gyógyszereket, magas szinten képzett szakembereket, jól szervezett ellátási infrastruktúrát is igényel. Természetesen, minél inkább támaszkodhat a beavatkozás a szenvedő személyes kognitív lehetőségeire, annál inkább tudja az ellátó team függetleníteni magát ezektől a gazdasági korlátozó feltételelektől. A fájdalomkutatás személyes aspektusa az elmúlt években egyre erőteljesebben a kutatások előterébe került. A fájdalom és a fájdalomérzékelés, azaz a nocicepció nem egymást helyettesíthető fogalmak. A nocicepció a fájdalomérzékelő



nociceptor sejtek hő, mechanikus vagy kémiai ingerrel kiváltott stimulációja, így a fájdalomélmény neurofiziológiai alapja (Hadjistavropoulos és Craig, 2004). A fájdalom viszont sokkal inkább egy pszichológiai, mint pusztán fiziológiai jelenség (Hadjistavropoulos és Craig, 2004), amelyben a szervezet biológiai markereinek komponensein túl a személy fájdalommal kapcsolatos korábbi tapasztalatai, jelen érzelmi és motivációs állapota, a figyelmi fókusz allokációja egyaránt szerepet játszanak. Ezek a tényezők maguk is indukálnak és katalizálnak biokémiai változásokat, így közvetlenül egy effektoros folyamat részeként modulálják a nociceptív információk feldolgozását. A fájdalomérzékelés összefügg a személyek saját testéhez való viszonyával is. A testi ingerekre, jelzésekre irányuló túlzott figyelem az úgynevezett szomatoszenzoros felerősítés (Somatosensory Amplification, SSA) kapcsolatban áll a vonás szintű szorongással és egy általános testért való aggódással (Köteles és mtsai, 2011), amely így a testi ingerekre irányuló megnövekedett figyelem és a velük kapcsolatos szorongás miatt a fájdalomérzékelés felerősödésével járhat. Ezek a kognitív folyamatok a fájdalommal kapcsolatos személyes reprezentációkból, sémákból erednek, és kapcsolatban állnak a magasabb szintű mentális feldolgozás lehetőségét biztosító tudatos önreflexióval, szelektív absztrakcióval, jelentéstulajdonítással és belátásos tanulással (Hadjistavropoulos és Craig, 2004). Az aktuális érzelmi és motivációs állapotok szintén módosítják a fájdalom észlelését és megadják annak fenomenológiai karakterét (Price, 2000). Gyakran tapasztalható, hogy bizonyos személyek jól körülírható patofiziológiai rendellenesség nélkül is beszámolhatnak intenzív fájdalmakról (Melzack, 1993). Ennek okaiként az előzőekben is említett reprezentációs sajátosságokat, fájdalommal kapcsolatos emlékeket, megváltozott érzelmi alaptónust kell figyelembe venni. Melzack és Wall (1965) kontrollkapu-elmélete megfelel ennek az integratív szándéknak. Az idegtudomány és a hozzá kapcsolódó pszichológiai vizsgálati adatok egységgé kovácsolják a korábban különböző diszciplínák mentén haladó kutatásokból származó eredményeket. A korai szenzorosspecifikus elméleti modellekből kiindulva új kutatások bontakoztak ki, amelyek koherensebb képet mutatnak a fájdalom neurális alapjairól, a neuroplaszticitás jelenségéről és a krónikus fájdalom etiológiájáról (Melzack és mtsai, 2001). A fájdalomnak nincs egy jól elkülöníthető agyi központja, hanem több terület vesz részt az érzékelésében, a kiértékelésében és a fájdalomra adott viselkedéses válasz kivitelezésében (Kállai, 2013). Napjainkban fájdalommátrixnak nevezik azt a funkcionális agyi hálózatot, amely a fájdalom nociceptív, kognitív, affektív elemeit együtt kezeli — és magában foglalja az agytörzset, a talamuszt, az inzulát, az elülsőcinguláris kérget (ACC), az elsődleges (S1) és másodlagos (S2) szomatoszenzoros kérget, valamint a frontális és parietális területeket (Apkarian és mtsai,

2005; Tracey és Mantyh, 2007) és központi szerepet játszik a fájdalomélmény kialakulásában. A fájdalom kontrollkapu-elmélete jól értelmezhetővé teszi a különböző kognitív fájdalomcsökkentő módszerek működését, például a képzeleti aktivitás növekedését kísérő fájdalom enyhülését (Melzack, 1999, 2001; Melzack és Wall, 1965). Az elmélet alapján az aktivációs rendszer egyik szabályozó eleme a gerincvelő hátsó szarva, amely kapuként működik és modulálja az idegi impulzusokat a periférikus rostok felől a központi idegrendszer felé. A kaput a fájdalom-receptoroktól jövő periférikus rostok és a központi idegrendszer felől érkező leszálló pályák befolyásolják oly módon, hogy a kapu képes nyitni vagy zárni és így modulálni a fájdalomérzékelést, felerősíteni vagy csökkenteni a fájdalomingert mielőtt a percepció megtörténne (Melzack, 1996). A fájdalompercepció szenzoros és érzelmi dimenziókból áll. A szenzoros komponens a fizikai érzeteket és a fájdalom intenzitását jelenti, az érzelmi dimenzió pedig az érzelmi distressz választ tartalmazza (Fernandez és Turk, 1992). Ezek a komponensek kölcsönösen kapcsolatban állnak egymással, ugyanakkor elkülönülten is tapasztalhatóak (Price és mtsai, 1987). A kontrollkapu-elméletnek megfelelően a fájdalom szenzoros-diszkriminatív, kognitív és motivációs-érzelmi faktoraik közvetlen hatással vannak a gerincvelő mechanizmusra és modulálják a szenzoros bemenetet (Melzack, 1999).

### **1.2.2. Kognitív és pszichológiai tényezők szerepe a fájdalomcsillapításban**

Summers (2000) szerint a fájdalom kontrollkapu-elméletnek megfelelően a gyors vezetésű rostok a gerincvelőn át a thalamuszba, majd a kéreg fájdalomélemző központjaiba jutnak, ahonnan az efferens rostokon keresztül kontrollálják a kapukat. Bizonyos állapotok, mint például a szorongás, a helyzet feletti kontroll hiánya vagy a beavatkozás előtti várakozás, növelhetik a fájdalmat azáltal, hogy serkentik a viszcerális fájdalomimpulzusok neokortex felé való átjutását. Az agykéreg fájdalomközpontjai összeköttetésben állnak más kérgi területekkel, következésképpen lehetőség van arra, hogy a szorongás által felerősített fájdalomimpulzust különböző kognitív módszerekkel, mint például a figyelemeltereléssel, képzeleti és disszociációs technikákkal vagy rekonceptualizációval csillapítani lehessen (Summers, 2000). A klinikumban a fájdalomcsillapítás során ezért főként ezeket a kognitív módszereket alkalmazzák.

A figyelemelterelés lényege, hogy a személy valamilyen más inger felé orientálja a figyelmét, amely inger lehet semleges vagy pozitív. Például kinéz az orvosi rendelő ablakán, rádiót,

zenét hallgat, vagy bármilyen elterelő aktivitásba kezd. Egy ilyen elterelő inger magában foglalhat vizuális, auditoros ingereket vagy mentális, illetve viselkedéses feladatokat is. A figyelemelterelő technikák kimerítik a személy korlátozott figyelemi kapacitását, ezáltal csökkentik a rendelkezésre álló figyelemi forrásokat, amelyek a fájdalmas ingerre irányulhatnának (McCaul és Malott, 1984). Ezen kívül az erősödő kognitív kontroll befolyásolja a fájdalommal kapcsolatos érzelmeket, hiedelmeket és korlátozza a fájdalom inger irradációját, artikulálja a fájdalomkiváltó ingerkategória kiterjedését, így gátolva a fájdalom percepcióját (Kwekkeboom, 2003; Wall és Melzack, 2005). A kognitív kontrollműveletek könnyen mobilizálhatóak, gátolják az érzelmi sémák aktivációját, amelyek növelnék a fájdalom érzékelését (Hadjistavropoulos és Craig, 2004). Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a figyelemelterelés csak enyhe vagy közepes erősségű fájdalom esetén hatékony (McCaul és Malott, 1984). Továbbá az is lényeges, hogy az adott inger, amely az elterelést hivatott kiváltani, alkalmas legyen arra, hogy a személy elmerüljön benne. A figyelemelterelés egyik fontos velejárója az információbiztosítás, amelynek során az orvos tájékoztatja a beteget arról, hogy a figyelemelterelésnek mi a hatásmechanizmusa, miért van rá szükség és mindezt érthetően, egyértelműen teszi. A beavatkozással kapcsolatos információkat szintén meg kell osztani a beteggel. Az így biztosított információk megelőzik azt, hogy a páciens hibás előfeltevéseket tegyen a kezelésre vonatkozóan, amelyek félelemteli elvárást, indokolatlan szorongást, végső soron pedig megnövekedett fájdalmat eredményeznének (Ludwick-Rosenthal és Neufeld, 1988). Ezt a módszert gyakran kiegészítik azzal, hogy egy videokazettán bemutatnak egy kezelést, amelyen egy valós páciens keresztülmegegy, és sikeresen küzd meg a helyzettel (Doering és mtsai, 2000). Az információbiztosításnak hatékonyan kell illeszkednie ahhoz a folyamathoz, amelyen a páciens keresztül fog menni. Doering és kollégái (2000) az egyik vizsgálatukban a műtéti beavatkozás előtti szorongás hatását vizsgálták a beavatkozást követő fájdalomcsillapítási igénnyel kapcsolatosan (anxiebo-hatás). Csípőprotézis műtétre váró betegekkel olyan pácienseket nézettek meg videokazettáról, akik keresztülmentek ugyanilyen műtéten. A vizsgálat nem hozott szignifikáns eredményt a műtét után tapasztalt fájdalomintenzitás mértékére nézve, viszont szignifikáns csökkenést tapasztaltak a betegeknél mutatkozó fájdalomcsillapítóra való igényben. A tájékozott betegek tehát kevesebb fájdalomcsillapítót kértek a műtét utáni időszakban (Doering és mtsai, 2000). A disszociáció jelensége a figyelemmel áll kapcsolatban, amely a figyelem elterelhetőségét biztosítja elsősorban különleges élethelyzetekben. A fájdalomérzékeléssel kapcsolatos figyelemi megküzdés alapvetően két egymást kiegészítő módon közelíthető meg: az asszociatív és a disszociatív figyelemi

stratégiákkal (Morgan és Pollock, 1977). Az asszociatív figyelmi stratégiák a figyelem fókuszát a belső szomatikus szenzoros érzékletek felé irányítják, míg a disszociatív figyelmi stratégiák a figyelmi fókuszot „kifelé”, a szomatikus, szenzoros érzékletektől ellentétes irányba terelik (Scott és mtsai, 1999). Az asszociatív figyelmi stratégiák a fájdalomérzékelést növelik, mert a figyelmi hangsúlyt a szomatikus érzékelés felé viszik el (Kirkby, 1996), míg a disszociatív figyelmi stratégiák csökkentik a fájdalom érzékelését, azzal hogy a figyelem fókuszát a szomatikus érzékelésről más ingerek felé terelik el (Blanchard és mtsai, 2004). Ennek megfelelően a disszociáció jelensége az, amely közvetlenül csökkenti az átélt fájdalom mértékét. Egy ezzel a jelenséggel kapcsolatos vizsgálatban arra keresték a választ, hogy a képzelet milyen hatással van a fájdalomtoleranciára. A vizsgálati személyek olyan nők voltak, akik fibromyalgiában szenvedtek, amely betegségekre jellemző a krónikus izomrostfájdalom. Az eredmények alapján azok a személyek, akik a képzeleti disszociációs feladatot végezték, tovább kitartottak (az egyébként fárasztó és fizikailag megterhelő feladatban), növekedett a fájdalomtoleranciájuk és kevesebb fájdalmat éltek át, mint azok, akik egy hasonló bonyolultságú, de teljesen más jellegű feladatot kaptak (Razon és mtsai, 2010). Újabban olyan eredmények is napvilágot láttak, amelyek kimutatták, hogy egy adott testrészben érzékelt fájdalom csökken, amennyiben a figyelem erre a testrészre irányul (Longo és mtsai, 2012), ami végeredményben egy, a perceptuális szinten történő asszociatív figyelmi stratégia. Ezen eredmény alapján az asszociatív figyelmi stratégiáknak is lehet fájdalomcsökkentő hatása, de az, hogy milyen mechanizmusok húzódnak meg ennek háttérében, nagyrészt még tisztázatlan. A rekonceptualizáció — mint a legkomplexebb kognitív módszer, amelyet a fájdalom csökkentésére használnak — lényege, hogy a félelemmel összefüggő gondolatok helyett a személynek konstruktív és reális gondolatokat kell a fájdalom élményéhez kapcsolnia. Ebben szintén szerepe van az információ biztosításának, azért hogy a páciens a reális információk birtokában a negatív vagy hibás előfeltevéseit meg tudja változtatni, ezáltal is csökkentve a beavatkozás alatti szubjektív fájdalomélményt. A rekonceptualizáció hatással van a páciens belső párbeszédére is, amelyben önmegerősítés jellegű („Fáj, de el tudom viselni.”) vagy a fájdalom élményét csökkentő mondatokat mond („Fáj, de megéri.”). A rekonceptualizáció így az akut fájdalommal való megküzdésben is segít, és az erős fájdalmat is képes csökkenteni (McCaul és Malott, 1984; Mórotz és Perczel, 2010). A krónikus fájdalom szintén jobban befolyásolható rekonceptualizáció, mint figyelemelterelés által. Azt is meg kell még említeni, hogy a kognitív fájdalomcsökkentő módszerek között a hipnózisnak is nagy szerepe van. Képzelt és elektrofiziológiai módszerekkel számos vizsgálat igazolta, hogy a gerincben és a gerinc feletti idegrendszeri struktúrákban található fájdalom pályák hipnózis segítségével

befolyásolhatóak. A szuggesztiók és a fókuszált figyelem mérhetően módosítja a fájdalompercepciót (Albrecht és Wobst, 2007). Hipnózis és szuggesztiók segítségével bizonyítottan csökkenteni tudják a preoperatív fájdalmat, a szorongást, illetve a posztoperatív hányingert is (Lambert, 1996; Calipe és mtsai, 2005; Sadaat és mtsai, 2006).

### **1.2.3. A képzelet szerepe az orvos-beteg kapcsolatban és az alkalmazott lélektani területeken**

A képzelet egy olyan közvetett megismerési folyamat, amely a már meglévő perceptuális tapasztalatainkra, emlékeinkre épül. A képzeleti folyamat során ezeket elemekre bontjuk és új struktúrába rendezzük, a meglévő tapasztalatokból új kombinációkat hozva létre. A képzeleti jelenségek körébe tartozik a képzeleti kép, a gondolati kép, a testkép, az álmokképek, az eidetikus kép, a káprázás, a szinesztézia és a fantomvégtag jelenségek is.

Az orvos-beteg kapcsolatban az aktív együttműködés, az autonóm személyes igények kielégítése mellett, időnként a kezelés bizonyos szakaszában, de gyakran hosszabb távon is, a betegség terhe, a bizonytalanság, a fokozott gondozási igény miatt függőségi viszony is létrejön. A beteg regresszióba kerülhet és az orvoshoz fordulás úgy jelenhet meg, mint egy kompetens szülőfigurához való fordulás (Helman, 2003; Kulcsár, 2002; Molnár és Csabai, 2009). Ez a kiszolgáltatott helyzet fokozza az elhangzott szavak, a gyógyszerek, a kezelések, az orvos és beteg közötti metakommunikatív jelzések jelentőségét. A betegben a gyermekkor mágikus világának lélektani munkamódjai is megelevenednek, amely felidézi a gyermekkorra jellemző tudati működésmódokat és az ezzel együtt járó fokozottabb imaginatív tevékenységet (Barber, 1996; LeBaron és Zeltzer, 1996). A beteg tudatos és tudattalan fantáziái, képzelete erősebben befolyásolja mindennapjai történéseinek percepcióját, terveit és várakozásait az események várható kimenetelére vonatkozóan. A betegségével és a helyzettel kapcsolatos szorongásának erősödésével pedig mind inkább mágikus gondolkodásmódok, hitek, vélekedések felerősödése várható, amelybe megfelelő egészségtudományi ismeretek hiányában a beteg kapaszkodik (Hermann, 1943), képzelettel, fantáziával tölti ki a tudásában szükségszerűen megjelenő űrt. Ez a regresszív munkamód fokozza a képzelet aktivitását elősegítő pszichológiai beavatkozások hatékonyságát és felhívja a figyelmet a beteg képzeleti tevékenységének hangsúlyozott szerepére a terápiás eredmények előrevetítésekor.

Ennek megfelelően a klinikumban a képzeleti folyamat katalizálása nagy múltra tekint vissza. Séra és munkatársai (1990) összefoglaló kötetükben leírták, hogy Lazarus már 1971.-ben

képzeleti technikával érte el, hogy a vizsgálati személy kibírjon egy gyógyászati kezelést fájdalomcsillapító nélkül. A képzeleti technikákat a nemkívánatos viselkedés elleni kondicionálásban is sikerrel alkalmazzák. Ilyen nemkívánatos önjutalmazó viselkedések például a szexuális deviancia, a dohányzás, az alkoholizmus és a mértéktelen evés (Séra és mtsai, 1990). Az implozív<sup>2</sup> terápiákon belül a szorongáskeltő ingert képzeleti képpel helyettesítik és kéri a személyt, hogy növelje teljes erősségig azt, egészen addig a szintig ahol a szorongás maximális. Ezt követően ismétlésekkel csökkenteni kezdik, amíg a képzeleti kép már egyáltalán nem kelt szorongást. A képzeleti képek nem csak hogy motiváló erővel bírnak, hanem olyan erőteljes aktiváló erejük van, mint a valós ingereknek (Séra és mtsai, 1990), kimerítők, felfrissítők, életszerűek.

#### **1.2.4. A képzelet szerepe a klinikai fájdalomcsillapításban**

A fájdalom enyhítése lényeges kérdés az orvosi gyakorlatban. Az orvosi beavatkozáson átesett személyeknél azon túl, hogy a szükségszerűen jelentkező fájdalom és a vele járó distressz rontja az életminőséget és a felépülési időt is meghosszabbítja, a páciens negatív érzelmi állapotokat él át és elveszítheti a kontrollt önmaga felett. Ezért a klinikumban a biomedikális fájdalomcsillapítás mellett a különféle pszichológiai kezeléseket is felhasználják erre a célra. Ennek ellenére a fájdalom kognitív és affektív komponenseinek egyik nem kellően méltányolt eleme a képzelet, amelynek szerepével kapcsolatos empirikus adatok egyértelműen mutatják, hogy a képzeleti tevékenység élénkségének kiemelt szerepe van a fájdalomcsillapításban. A megnövekedett képzeleti tevékenység eredményeként a mentális események képszerű megjelenítése csökkenti a környezeti ingerekkel kapcsolatos vigilanciát és válaszkészséget. Ezzel párhuzamosan csökkenti a menekülésre vagy védekezésre való felkészülést biztosító arousalt, ami a vérnyomás és a szívritmus csökkenésével, valamint a fiziológiai folyamatok paraszimpatikus harmonizációjával jár együtt. Ezen keresztül a képzeleti tevékenység önmagában is csökkenti a fájdalomélményt meghatározó arousalt (Jacobs és mtsai, 1996; Lazar és mtsai, 2000). Hadjistavropoulos és Craig (2004) összefoglaló kötetükben részletesen tárgyalják a különböző pszichológiai fájdalomcsökkentő módszereket,

---

<sup>2</sup>Az implozív kifejezés szó szerint összeroppanást jelent; itt arra utal, hogy a szorongás a képzeleti felerősítés miatt a végén mintegy befelé omlik össze, szűnik meg, hasonlóképpen az ingerelárasztásos technikákhoz.

többek között a képzeletet is. A szerzők szerint a képzeletet gyakran alkalmazzák a klinikai gyakorlatban a relaxációs állapot eléréséhez, mert alkalmazása során az összes érzékleti modalitást képes egyesíteni, mint például a vizuális, auditoros, olfaktórikus és taktilis modalitásokat. Azonban többnyire nem önálló kezelésként, hanem kombinált terápiák részeként használják, főként a fájdalom csökkentésére. Erre a célra a hipnózist, a különféle relaxációs folyamatokat, a képzeleti módszereket, a biofeedback-et, a figyelemelterelést, a szuggesziókat és az instrukciók adását alkalmazzák, de talán a legelterjedtebb a hipnózis és az ahhoz kapcsolódó kezelések használata. Azonban sokszor a szuggesziók is a képzeleti működés segítségével érik el a fájdalomérzés megszűnését (például: „*A kezed érzéketlen, mint egy darab gumi.*”) vagy alakítják át a fájdalmat egy nem fájdalmas érzékletté (például: melegség vagy súlyosság). Az erős fájdalommal járó helyzetek, mint például az égési sérülés vagy a posztoperatív fájdalom, kiemelt területe a kombinált kezelések alkalmazásának. Az égési sérülésen átesett páciensek gyakran mennek keresztül a sérült terület kitisztításán, mely folyamat intenzív fájdalommal jár, és amelyben a különféle pszichológiai kezelések hatékonyak lehetnek. Például egy ilyen kezelés, amelyben hipnózist, képzeletet és az analgészia szuggeszióit alkalmazták, szignifikánsan alacsonyabb fájdalomszintet eredményezett az égési seb tisztításakor, összehasonlítva a szokásos (pl. morfin-szulfát) kezelést kapó kontrollcsoporttal (Wright és Drummond, 2000). Egy ilyen kezelés mindössze egy egyalkalmas, 15 perces ülést igényel a szignifikáns hatás eléréséhez. Az ilyen eredmények jelzik, hogy még intenzív, akut fájdalomnál is el lehet érni szignifikáns fájdalomcsökkentést egy rövid kombinált kezeléssel. A fájdalom enyhítésének egy további fontos területe a műtét utáni fájdalom enyhítése. A műtéten átesett páciensek körében ez a fájdalom olyan fenyegető tapasztalat, amely intenzív stresszel járhat. A nem megfelelően kezelt műtét utáni fájdalom és stressz gátolhatja a felépülési folyamatokat is, ezért fontos a kezelésük. A posztoperatív fájdalmat pszichológiai módszerekkel is sikeresen képesek enyhíteni, például hangkazettáról lejátszott relaxációs, képzeleti instrukciókkal, relaxációs képzelettel kombinált nyugtató zenével (Manyande és mtsai, 1995). A gyermekeknél alkalmazott klinikai fájdalomcsökkentésben is használnak különféle kombinált pszichológiai módszereket, mint például a figyelemelterelést, relaxációt, képzeleti technikákat, légzéssel indukált relaxációt (Hadjistavropoulos és Craig, 2004).

Annak ellenére, hogy az orvosi gyakorlatban kombinálva használják a különféle eljárásokat, a képzelet önmagában is releváns eljárás. A kognitív technikák közül a fájdalomcsökkentésben fontos szerepe van az irányított képzeletnek, amelynek célja serkenteni azokat a pozitív pszichológiai és fiziológiai folyamatokat, amelyek elősegítik a testben a gyógyító

változásokat (Astin és mtsai, 2003). A képzelet hatékony fájdalomcsökkentő hatását sikerült igazolni többek között a reumás ízületi gyulladás esetén (Astin és mtsai, 2002; Walko és mtsai, 1992), az arthrosisban szenvedő betegeknél (Lorig és Holman, 1993; Lorig és mtsai, 1993), fibromyalgiában szenvedőknél (Hadhazy és mtsai, 2000), fejfájós betegeknél (Ilacqua, 1994), akut (Manyande és mtsai, 1995) és krónikus fájdalom során (Akerman és Turkoski, 2000). Képzleti technikák alkalmazásával a fájdalom lényeges csökkenése tapasztalható a különböző orvosi beavatkozást igénylő helyzetekben is (Akerman és Turkoski, 2000; Baird és Sands, 2004; Walko és mtsai, 1992). A képzelet sikeresen alkalmazható a fájdalom csökkentésére olyan gyermekek esetében is, akik sebészeti vagy fogászati beavatkozáson estek át (Huth és mtsai, 2004). Egy hasonló vizsgálatban gyermekeken sikeresen alkalmaztak képzleti kezelést annak érdekében, hogy enyhítsék az operáció utáni fájdalmukat (Pölkki és mtsai, 2003). A képzelettel kapcsolatos pozitív eredmények alapján Huth és munkatársai (2004) arra a következtetésre jutottak, hogy a nem farmakológiai kezeléseknek, mint például a képzeletnek, döntő jelentőségük van a fájdalom kezelésében és ennek alkalmazása a jövőben egyre inkább növekedni fog. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a fájdalom képzleti technikával történő kezelését a legideálisabb a sérülés után minél hamarabb elkezdni, lehetőleg a fájdalomkezelés első fázisában (Orlick, 1999). Ugyanakkor a fájdalom csillapítására alkalmazott képzleti technikák nem minden esetben csökkentik a fájdalmakat. A kötőszövetben felgyűlt ödéma és a sérüléshez kapcsolódó fájdalom enyhítésében például a képzelet hatása elenyésző (Christakou és Zervas, 2007). Egy másik vizsgálatban Gaston-Johansson és munkatársai (2000) a csontvelő-átültetésen áteső, emlőrákos betegeknél egy összetett kezelést állítottak össze, amelynek részét képezte az információbiztosítás, a relaxáció és a képzelet használata. A kezelés – annak ellenére, hogy az elemszám meglehetősen nagy ( $n = 110$ ) volt, az eljárás pedig alapos és összetett – a kontrollcsoporttal összehasonlítva nem eredményezett szignifikáns hatást. Ugyanakkor a fáradtság és az émelygés, amely együtt járt a betegséggel, szignifikánsan csökkent. Ez azt sugallja, hogy a fájdalomcsökkenés elmaradása nem a kezelés sikertelensége miatt lehetett. A szerzők szerint a fájdalom enyhülésének hiánya lehetséges, hogy az akut fájdalominger specifikus természetével, illetve a kezelés típusának és a páciensek egyéni különbségeinek össze nem illésével állt kapcsolatban (Gaston-Johansson és mtsai, 2000). Az egyértelmű hatékonyság ellenére a rehabilitációban nem használják megfelelő gyakorisággal a képzleti módszereket, így számos belőle származó előny marad kihasználatlanul (Morris és mtsai, 2005). A mentális képzleti gyakorlás nagyon fontos lehet egy esetleges műtét után, amikor a fizikai gyakorlás nem lehetséges. Az ilyen esetben használt képzleti technikák csökkentik a



fájdalmat, ébren tartják a személy pozitív jövőképét, amely segít abban, hogy túl tudjon lépni a műtét okozta nehézségeken (Woolfolk és mtsai, 1985; Hamson-Utley, 2007). Handegard és munkatársai (2006) például egy hangkazettát állítottak össze, amin irányított képzeleti instrukciók voltak. A képzeleti kezelésem részt vett személyek arról számoltak be, hogy önbizalmuk megnövekedett, továbbá a sérült területek a kezelésem részt vett személyek között 30-40 százalékkal jobban javultak a kontrollcsoporthoz képest. A sérüléssel kapcsolatos negatív érzésekkel való megküzdésben szintén fontos szerepe van a képzeleti módszereknek (Evans és mtsai, 2006).

### **1.2.5. A képzelet szerepe az alkalmazott lélektani területeken**

Az alkalmazott képzeleti technikák elősegítik és gyorsítják a felépülési folyamatokat (Ievleva és Orlick, 1991). Alkalmazásuk során a páciensnek el kell képzelnie a sérült terület gyógyulásának folyamatát, át kell éreznie, ahogy a szövetek regenerálódnak és vizualizálnia kell, ahogy – egy sérülés esetén például – az ínszalagok egyre erősebbé válnak. A terápia során a páciens elképzelem a terápia hatékony és gyors eredményét, érzi a kezelés hatásait, esetenként képzeletében követi annak neurális mechanizmusait, ami hozzájárul a gyorsabb regenerációhoz, az izomerő növekedéséhez és ezzel párhuzamosan a kezelés során érzett fájdalmat is képes enyhíteni (Morris és mtsai, 2005). Ahhoz, hogy a páciens hatékonyan képzelhesse el a testében lezajló gyógyulási folyamatokat, pozitívan járul hozzá, ha megfelelő tudással rendelkezik a célterület sérült és gyógyult állapotú anatómiai struktúrájáról és a rehabilitációban használatos kezelési modalitásokról (Morris és mtsai, 2005; Williams és mtsai, 2001), mert ezek segítségével tud egy tiszta és pontos mentális képet alkotni a sérült területről, illetve vizualizálni e terület gyógyulását. Heil (1993) szerint ezt elősegíti, ha a páciensnek színes illusztrációkat mutatnak erről, illetve ha világosan és érthetően leírják számára a gyógyulásra irányuló folyamatot, hogy egy tiszta és egyértelmű mentális képet hívhasson elő, illetve konstruálhasson meg. E mellett a gyógyult terület képzeleti képének ismételt elképzelem szintén fontos a gyógyulás elősegítésében (Heil, 1993).

Mivel a fájdalom a legkényszerítőbb eleme a rehabilitációnak (Heil, 1993), a csökkentésére irányuló erőfeszítések elengedhetetlenek. A rehabilitáció során fellépő fájdalom képzeleti módszerekkel hatékonyan csökkenthető (Pargman, 2007), sőt akár teljesen meg is szüntethető (Orlick, 1999), így a gyógyulási időszak lerövidíthető, mert ily módon a fizioterápiát jobban tolerálja a páciens. A fájdalomkezelő képzelet segít a személynek megküzdenni a sérüléssel

együtt járó akut fájdalommal. A kellemes mentális képzeleti képek — mint például amikor a személy elképzelet, hogy a tengerparton fekszik — segítik a fájdalomélmény disszociációját (Morris és mtsai, 2005). A disszociatív képzelet (ld. alább) — nyugtató hatást fejtve ki (Heil,1993) — csökkenti a szimpatikus idegrendszer aktivitását és az izomfeszülést, aminek következtében csökken a fájdalomimpulzusok továbbítása, leválasztva ezzel az akut fájdalmat a test egyébként kellemes irányú tónusváltozásáról (Morris és mtsai, 2005). A fájdalomenyhítő képzeleti módszerek két típusát különböztethetjük meg: az asszociatív (fájdalomra fókuszált) és a disszociatív (a fájdalommal ellentétes irányba fókuszált) típusúakat, hasonlóan a kognitív technikák figyelmi fókuszváltásához. A kellemes képzeleti képek a disszociatív fájdalomkezelő stratégiák közé tartoznak, gyakrabban alkalmazzák őket a változatosságuk miatt és azért, mert könnyebben megtanulhatóak (Heil, 1993), továbbá hatékonyabbak, mint az asszociatív stratégiák (Morris és mtsai, 2005). A mentális kép differenciálása a modalitások mentén, mint például az alak, a szín és a mozgás, fontos eleme a mentális képnek (Morris és mtsai, 2005). Például egy éles, szúró térdfájdalom elképzelhető úgy, mintha egy éles kés okozná. A személy elképzelet, ahogy a kés tompává válik, és minden vágással csökken a szúró fájdalom intenzitása. Vagy azt képzelet el, hogy a kés fémrésze puha műanyagká válik, amíg az éles fájdalom egy tompa lüktetéssé nem változik, majd végül megszűnik (O'Connor, 2003). A rehabilitáció első felében használatos fájdalomcsökkentő technikák fontos eleme, hogy megadják a személynek a kontroll érzését a fájdalom felett (Heil, 1993).

#### **1.2.6. A képzelet szerepe a neurorehabilitációban**

Nem elhanyagolható az a tény, hogy a neurológiai háttérű megbetegedéseknél napjainkban a rehabilitációba egyre inkább bevonják a képzeletli folyamatok alkalmazását is. Főként az olyan páciensek rehabilitációjába, akik valamilyen szenzoros-motoros károsodást szenvedtek el (Braun és mtsai, 2006; Dickstein és Deutsch, 2007; Dunsky és mtsai, 2008; Mulder, 2007; Munzert és Zentgraf, 2009; Page és mtsai, 2007), vagy valamilyen oknál fogva nem képesek az izmaik használatára. A motoros képzeletet többnyire bizonyos mozdulatok gyakorlásával összefüggésben használják a teljesítmény javítására és az ismételt képzeletli gyakorlás az elsődleges és másodlagos motoros kérgi régiók és a prefrontális területek aktivációján keresztül pozitívan hat az izomerőre. Az izomerő növekedésének alapját ezen területek képzeletli úton előidézett megnövekedett aktivációja képezi, amely feltehetően annak

köszönhető, hogy a mentális gyakorlásnak megfelelő izom motoros kérgi területe megváltozhat, megfelelően a képzeleti úton megvalósított motoros képességnek. Kuhtz-Buschbeck és munkatársai (2003) f-MRI vizsgálatukban kimutatták, hogy a motoros események elképzelésekor elsősorban a primer motoros kéreg területén jelenik meg fokozott aktiváció.

Az eredmények alapján a mentális ismétlés maximális izomerővel való elképzelése lehetővé teszi az agynak, hogy erősebb jeleket idézzon elő az izomban, mintha az a valóságban is munkát végzett volna (Ranganathan és mtsai, 2004). Ezeknek az eredményeknek jelentős a klinikai implikációja, mert sok páciens szenved izom gyengeségben, nem képes a hagyományos izomerősítő gyakorlatokat elvégezni és gyakorlás nélkül még inkább legyengülnének. Ilyenkor a mentális gyakorlás adekvát megoldás lehet számukra. Például olyan pácienseknél, akik sztrókon estek át, a felső végtagokkal végzett mentális gyakorlás hatékony módszer a rehabilitációban (Ranganathan és mtsai, 2004). Joggal merül fel a kérdés, hogy milyen mechanizmusok állnak a motoros képzelet alkalmazásának hatékonysága mögött. Munzert és Zentgraf (2009) szerint a neurorehabilitáció sikere a motoros képzelet és a motoros rendszer funkcionális ekvivalenciája miatt lehetséges.

### **1.2.7. A képzelet és a funkcionális ekvivalencia**

A motoros képzelet használata azért ilyen sikeres a neurorehabilitációban, mert a funkcionális ekvivalenciának köszönhetően a valós és a mentálisan reprezentált akciók közel azonos agyi régiókat aktiválnak, beleértve az asszociációs motoros területet, premotoros kortextet és a kisagyat (Gerardin és mtsai, 2000; Jeannerod, 2001; Stephan és mtsai, 1995). A két funkció közös neurális alapokon való működését nevezzük funkcionális ekvivalenciának, amely a motoros képzelet tekintetében azon alapul, hogy az agy olyan mentális reprezentációkban raktároz emlékeket, amelyek irányítják a mozgás fizikai végrehajtását (Decety, 1996a,b; Decety és Grézes, 1999; Jeannerod és Frank, 1999). A funkcionális ekvivalencia sok szerző szerint igaz a perceptuális rendszerre is, ami azt jelenti, hogy a mentális képzelet közel ugyanazt a neuronális hálózatot használja, amely az adott percepciónál is aktív (Kosslyn és mtsai, 2001). A modern képalkotó eljárások segítségével lehetővé vált e terület vizsgálata. Az adott modalitásra jellemző percepció és a szenzoros modalitások képzeleti megjelenítése között nagyfokú átfedést találtak. Például vizuális események elképzelésekor közel ugyanazoknak az agyterületeknek, illetve az adott agyterületeken belül nagy többségben

ugyanazoknak a neuronoknak a működése detektálható, amelyek az elképzelt események érzékelésekor is aktívak. Az átfedés a percepció és a képzelet által keltett idegi aktivitás között ugyanakkor nem teljes, általánosságban az mondható el, hogy a képzelet működéséhez kapcsolódó neuronok a részhalmozatot képezik az érzékelés folyamata során is aktív neuronoknak (Cui és mtsai, 2007; Ganis és mtsai, 2004). További fontos fejlemény, hogy vizuális események elképzésekor sok esetben a másodlagos látókéreg mellett az elsődleges látókéregben is észlelhető fokozott aktiváció (Bunzeck és mtsai, 2005, Cui és mtsai, 2007; Ganis és mtsai, 2004; Kosslyn és mtsai, 1997; Reddy és mtsai, 2010). Ilyen esetekben az aktivált neuronok éppen úgy retinotopikus, vagyis az elképzelt tárgyak bizonyos térgeometriai jellemzőinek közvetlenül megfeleltethető elrendeződést mutatnak, mint ahogy hasonló megfelelés látáskor is fennáll az érzékelt tárgyak és az idegi aktivitás között (Klein és mtsai, 2004; Slotnick és mtsai, 2005). A többi modalitás esetében szintén kimutatható a percepció és szenzoros modalitások képzeleti megjelenítése közötti átfedés. Mind az auditoros képzelet (Bunzeck és mtsai, 2005; Cui és mtsai, 2007; Halpern és Zatorre, 1999; Reddy és mtsai, 2010) és az olfaktórikus képzelet (Djordjevic és mtsai, 2005) tekintetében. Ennek megfelelően Kosslyn és munkatársai (2001, 641. o.) azt a konklúziót vonták le, hogy *„a képzelet sokféleképpen tudja helyettesíteni a perceptuális ingereket vagy szituációkat.”* Ugyanakkor viták is övezik a vizuális képzelet és a percepció közötti funkcionális ekvivalencia létezését (Kosslyn, 2005; Kosslyn és mtsai, 2006; Pylyshyn, 2002, 2003a, 2003b; Sparing és mtsai, 2002). A modern képalkotó eljárásokkal rögzített agyi aktivitás-mintázatok egyértelművé teszik a képzelet és a valós fizikai környezetben történt, vagy a test bizonyos részeiben zajló folyamatok által kiváltott ingerek kölcsönösen stimuláló szoros kapcsolatát.

### **1.2.8. A képzelet alkalmazásának relatív kontraindikációi**

Azt is fontos megemlíteni, hogy a képzelet használata bizonyos betegcsoportoknál kontraindikált. Az alexithymiában szenvedő személyeknél az érzelmekkel kapcsolatos hiányosságok mellett a képzeleti tevékenység markáns deficitje is megfigyelhető, ezért az ilyen személyek csak korlátozott mértékben képesek a mentális képek felkeltésére és fenntartására. Autogén tréning segítségével vizsgálták a mentális képzeletet és az eredmények alapján az alexithymia-skálán magasabb pontszámot elérők szignifikánsan gyengébben teljesítettek és kevésbé vonódtak be a képzeleti feladatokba (Friedlander és mtsai, 1997). A poszttraumás stressz zavarban (PTSD) szenvedő betegeknél pedig éppen a kiváltó forrástól

elszakadt intenzív képzeleti képek működése az, ami a tüneteket okozza. Egy ezzel kapcsolatos vizsgálat eredményei szerint azok a betegek, akiknek a képzelőereje kisebb, nagyobb eséllyel gyógyulnak meg betegségükből, mert a PTSD-re jellemző szorongásos rohamokat az időnként a tudatba beáramló feldolgozatlan és szorongást keltő eseményhez kapcsolódó bármely modalitásból származó képzeleti tartalmak (például képek, hangok) váltják ki (Jelinek és mtsai, 2010). Ugyanakkor azt is érdemes megjegyezni, hogy a kognitív-viselkedéses terápián belül az utóbbi években növekvő érdeklődés övezi az úgy nevezett „képzelet-újraíró” típusú módszer használatát, amelynek segítségével a memóriában lévő szorongáskeltő emlékek képzeleti módszerrel történő átírása válik lehetővé (Holmes és mtsai, 2007). A képzeletet újraíró technikát már szorongásos kórképeknél, borderline személyiségzavarnál, bulimiánál és a PTSD terápiája esetén is egyre gyakrabban alkalmazzák hatékonyan (Wild és Clark, 2011).

## **2. A multiszenzoros érzékelés**

### **2.1. A multiszenzoros integráció és a modalitások közti interakciók**

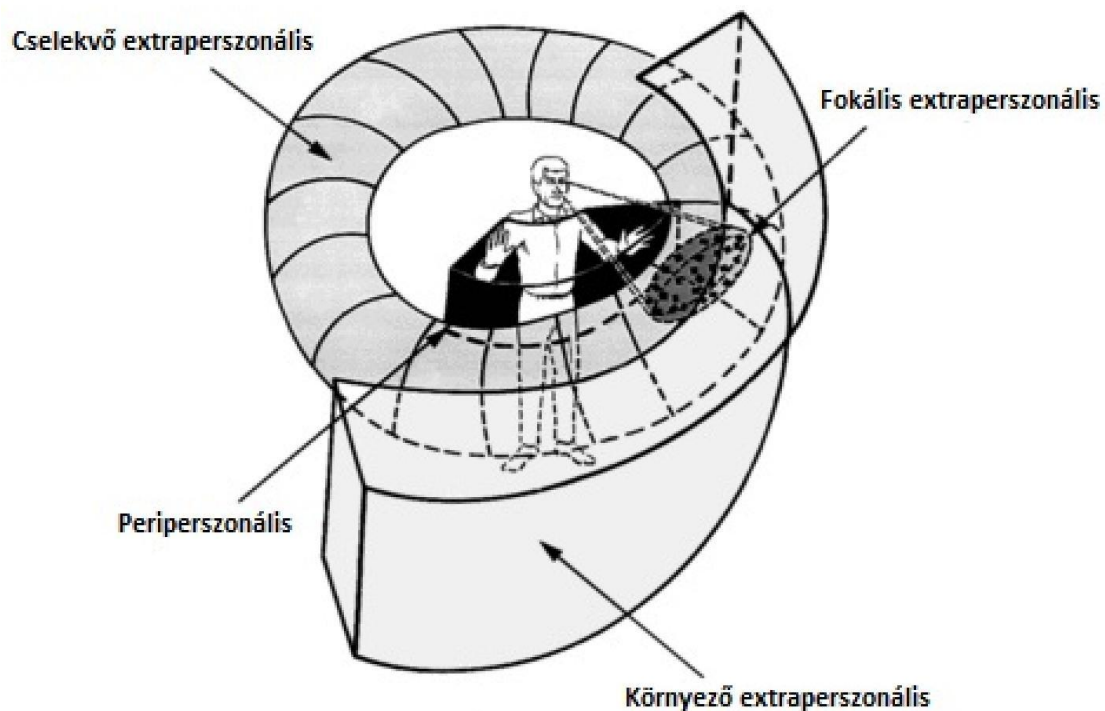
A különböző szenzoros modalitásokon keresztül állunk kapcsolatban a külvilággal. A külső ingereket a látáson, halláson, szagláson, ízlelésen, tapintáson, a belső kinesztetikus ingereket pedig a propriocepción és az interocepción keresztül érzékeljük. A különböző modalitásból származó egy időben zajló szenzoros eseményeket agyunk koherens egységgé igyekszik összeállítani, azért, hogy egy egészséges perceptuális élményt tapasztalhassunk meg. Erre a beérkező információ mennyisége alapján két módot is használ, a szenzoros kombinációt és a szenzoros integrációt (Ernst és Bühlhoff, 2004). A *szenzoros kombináció* során a nem redundáns szenzoros információkat, a különböző modalitásokból származó ingereket egységes téri referenciakeretbe szervezi az agy, míg a *szenzoros integráció* esetében a redundáns szenzoros információk közötti interakció szenzoros becsléssel válik koherens multiszenzoros észleletté. Ezt a folyamatot nevezzük multiszenzoros integrációnak (Stein és mtsai, 2009). Ez az integráció együtt kezeli a különböző modalitásokból származó információkat, ezért a modalitások között bizonyos fokú „áthallás” is van. A szinesztézia jelensége során, az egyik modalitású inger hatására a személy egy másik modalitásból származó ingert érzékel, például hanginger hatására szín élménye támad. A szinesztézia nem csak egészséges személyeknél, hanem agysérülés, szenzoros deafferentáció, vagy hallucinogén drogfüggőség esetén is felléphet (Grossenbacher és Lovelace, 2001). A

hétköznapiak során is számos esetben kombináljuk az egyes modalitásokat, anélkül, hogy a tudatában lennénk ennek. Például minél gyengébb a hang erőssége, a beszélgetés során annál inkább hagyatkozunk a szájról olvasás nyújtotta vizuális információra (Czap, 2004). Ugyanakkor az egyes modalitások befolyásolhatják, módosíthatják vagy dominálhatják egymást, például amikor tévét nézünk, a hangokat a színészek szájából származóként érzékeljük, a vizuális inger a hanginger lokalizációját felülírja és módosítja. A McGurk illúzió esetében pedig a „ba” hangot „da” hangnak értjük, abban az esetben, ha az ajakmozgás „ga” hangra utal, tehát a szájról leolvasható vizuális információ befolyásolja az auditoros információ kiértékelését (McGurk és MacDonald, 1976). Az úgynevezett cross-bounce illúzió (Sekuler és Mtsai, 1997) esetén a személy két mozgó tárgyat lát a képernyőn, amelyek útja keresztezi egymást. A személyek értelmezése alapján a tárgyak elhaladnak egymás mellett, de ha egy hangot hallanak, amikor a két tárgy éppen találkozik, akkor a személyek arról számolnak be, hogy a tárgyak összeütköztek. Amikor a szenzoros modalitások egymásnak ellentmondó információkat közvetítenek, akkor az egyik modalitás dominálni fogja az integráció folyamatát. Például amikor a személyek egyszerre láttak és tapintottak egy olyan tárgyat, amelynek látott alakját optikailag torzították, észleletüket nagyobb mértékben befolyásolta a vizuális információ, mint a taktilis információ (Rock és Victor, 1964). A vizuális modalitás dominanciáját *vizuális birtokbavételnek* (visual capture) nevezték el (Colavita, 1974). Más esetben az auditoros információ hangsúlya válhat dominánssá, ezt *auditoros birtokbavételnek* (auditory capture) nevezik. Ha egy rövid időre felvillantott vizuális ingert mutatnak a személyeknek és ezt váltakozó számú sípolás kíséri, akkor az auditoros ingerek száma befolyásolja azt, hogy a személyek hány felvillanást láttak. Például ha két sípolást hallottak, akkor két felvillanást vélték látni (Shams és Mtsai, 2000). Arra, hogy egy adott helyzetben melyik szenzoros modalitás lesz domináns, több elmélet is született. A modalitás helyesség (modality appropriateness) elmélet alapján a modalitások közötti ellentmondások feloldása a legalkalmasabb modalitás előnyben részesítésével történik. Például a térbeli feladatoknál a vizualitás, idői feladatoknál pedig a hallás dominál. Ennek oka, hogy a látás a legpontosabb a téri információk meghatározásában, míg a hallás a legérzékenyebb az időbeni szekvenciákra (Welch és Warren, 1980). Egy másik elmélet szerint az a modalitás válik befolyásolóvá, amelyik a legkiugróbb jelzést közvetíti az által, hogy a legkevésbé folytonos (Shimojo és Shams, 2001).

## **2.2. A multiszenzoros integrációkapcsolata a testélménnyel**

A peripersonális tér az emberi testet körülvevő olyan tér, amelyet a végtagok elérési távolsága határoz meg. Tanulmányozása elektrofiziológiai vizsgálatokkal kezdődött, Rizzolatti és munkatársai (1981) majmok vizsgálata során figyelték meg azt, hogy bizonyos idegsejtek akkor válaszolnak vizuális ingerekre, ha az a majom kezével elérhető távolságban van, mások pedig akkor, ha azok a távolabbi térben helyezkednek el.

Az elérési távolságon belüli ingerekre reagáló idegsejtek között számos olyan van, amely multiszenzoros idegsejt és egyszerre reagál a vizuális, taktilis és auditoros ingerekre. Az ilyen idegsejtek több agyterületre kiterjedő hálózatát fedezték fel, amelybe a ventrális intraparietális sulcus, a 7b parietális terület, a putamen és feltehetően a szomatoszenzoros kéreg bizonyos részei is bele tartoznak (Makin és mtsai, 2008). Az ilyen idegsejtekre jellemző működés, hogy az adott testrészhez közeledő ingerekre egyre erősebben reagálnak. A térben és időben egyszerre történő ingert egységes multiszenzoros eseménnyé kapcsolják, amennyiben ugyanabban a receptív mezőben történik. Agysérültek neuropszichológiai vizsgálata során Di Pellegrino és munkatársai (1997) leírták, hogy stroke-ot követően a személy látóterének jobb oldalán bemutatott vizuális inger az egy időben bemutatott taktilis inger felismerését szignifikánsan gátolta. Ez a laterális kioltás nagyobb mértékű, ha a vizuális ingert a személy jobb arcához egészen közel a bőr körüli térben (pericutaneous space) alkalmazzák, mint amikor a jobb kezétől vagy a jobb arcától távolabb, de még a peripersonális térben (Farnè és mtsai, 2005). A laterális kioltásban az adott testrész körüli térre specifikus multiszenzoros mechanizmusok játszanak szerepet (Makin és mtsai, 2008; a téma részletesebb kifejtését lásd: Kállai, 2013).



1. Ábra, Previc F. H. (1998) The neuropsychology of 3D space. Psychological Bulletin, 124, 123-164., nyomány.

### 2.3. A multiszenzoros integráció agyi háttere

A multiszenzoros integráció idegrendszeri hátterét feltáró kutatások számos bizonyítékot találtak arra nézve, hogy a különböző modalitásokra vonatkozó agyterületek nem kizárólagosan szenzorspecifikusak, hanem sok esetben más modalitásokból érkező impulzusok is befolyásolják. Például a primér auditoroskéregben hanginger hiányában is aktiváció mutatható ki, ha a látott arcon beszédre utaló ajakmozgások láthatóak, míg más típusú ajakmozgásokra nem (Calvert és mtsai, 1997). Ennek megfelelően olyan neuronokat találtak a látókéreg V1 területén, amelyek összekapcsolják a vizuális és az auditoros ingereket (Campi és mtsai, 2010). Más vizsgálatokban arra találtak bizonyítékokat, hogy az egyik kéz taktilis ingerlése megnöveli a vizuális kéreg aktivációját, abban az esetben, ha az érintett kéz ugyanazon az oldalon helyezkedik el, mint a vizuális inger (Macaluso és mtsai, 2000). A későbbiekben ennek a jelenségnek is megtalálták az idegrendszeri hátterét, Vasconcelos és munkatársai (2011) arra találtak bizonyítékokat, hogy a látókéreg V1 területén olyan neuronok is találhatóak, amelyek a vizuális és taktilis ingerek összekapcsolásáért felelősek. Mások a V1 területen a vizuális és olfaktórikus ingereket összekapcsolását végző neuronokat fedeztek fel (Zhou és mtsai, 2012). Az idegrendszeri folyamatok is azt igazolják, hogy a



modalitások közötti interakciók között szabályszerű az integrációs folyamat (Shimojo és Shams, 2001). A multiszenzoros integráció a testközeli térben történő vizuális és taktilis információkra is kiterjed, ezeknek megfelelően alakul ki a periperszonális tér. Olyan agyterületeket is azonosítottak, amelyekben a neuronok a kézhez közeledő vizuális ingerre erősebb választ adnak, mint a kéztől távolodó ingerre. Ilyen neuronok a premotoros kéregben, az intraparietális sulcus-ban és a laterális occipitális komplexumban találhatóak (Makin és mtsai, 2007). A periperszonális teret reprezentáló agyterületek az ebben a térben történő szenzoros eseményekre válaszolnak és ezeknek az ingereknek az integrálásával nyújtanak információt a testkörnyéki tárgyak testhez viszonyított elhelyezkedéséről. A multiszenzoros tér egy test körüli határzónát képvisel és e folyamat révén szerepet játszik a kézmozgások elérési távolságon belüli irányításában (Makin és mtsai, 2008).

### **3. Testkép és testséma**

#### **3.1. A testkép és testséma fogalma, szerepe.**

Az emberi test több mint biológiai és fiziológiai apparátusok alapján létrejövő organizmus. Az ember tud önmagáról, képes önmagát kívülről, külső megfigyelőként szemlélni, értékelni, akár kritikusan is hozzáállni testéhez, gondolataihoz, érzelmeihez. Tapasztalatai alapján ismeri teste különböző helyzetekben kiváltódó fiziológiai reakcióit, tűrőképességét, testének súlyát, kiterjedését, megjelenési formáját, térbeli helyzetét. Saját tapasztalatait értékeli és mások véleményét is figyelembe véve alakítja ki az önmagáról szóló ítéleteit. Énje folyamatosan formálódik a társas kapcsolatokon, a bekövetkező életeseményeken, a környezeten és saját maga tudatos erőfeszítésein keresztül. Ennek az éennek fontos része a testkép és a testséma, amely az önmeghatározást nagyrészt megalapozza (a téma kifejtését lásd részletesen: Csabai és Erős, 2000 könyvében).

Head és Holmes (1911-1912) neurológiai eset megfigyelései alapján a testsémát úgy definiálta, hogy az a testtartással, a testmozgással kapcsolatos proprioceptív és kinesztetikus afferens impulzusok olyan rendszere, amely a testfelszínre érő ingerek által keltett impulzusok lokalizációjának szisztematikus elrendezését ellátó szenzomotoros organizációval is rendelkezik. A testséma dinamikusan változó belső reprezentációja érzékenyen reagál az afferens információk időben történő változásaira. Ugyanakkor a testséma vizuális és auditív információkból is építkezik, de nem azonos a vizuális információkból álló és tudatosan azonosított, önmagunkat megjelenítő testképpel, független attól. A testkép Schilder (1950)

szerint a vizuális és taktilis információk, az emocionális élmények, a fizikai megjelenésünkkel kapcsolatos társas tapasztalatokból adódó benyomások és az erre vonatkozó személyes reakcióink és a saját testünkre vonatkozó attitűdjeink, értékeink, tapasztalataink és a másokkal való összehasonlítások eredményei. A testkép tudatos/tudatosítható belső reprezentáció, amelyet áthatnak az érzelmi és értékkelő elemek, tartalma így kognitív és emocionális. Jelentős különbség a kettő között, hogy a testséma kevésbé, míg a testkép nagymértékben hordoz tudatos, azonosításra alkalmas vizuális elemeket.

Az emberi életben számos esetben előfordul, hogy a testséma kénytelen adaptálódni a megváltozott ingerekhez. Egy-egy hiányzó fog még jó ideig jelen van a testséma reprezentációjában, vagy súlyosabb esetben egy hiányzó végtag akár életünk végéig sem törlődik ki a testsémánkból és fájdalmakat is okozhat. Láthatjuk tehát, hogy az életben nem vagyunk mindig abban a helyzetben, hogy a testséma és az önmagunkkal kapcsolatos perceptuális tapasztalataink egyezzenek. A személyiségfejlődés során a saját és tárgymozgások perceptuális tapasztalatának eredményeképpen a tapasztalt invarianciák automatikusan sémákba rendeződnek. Az adott időben és térben történő perceptuális tapasztalatokból, jelentésbeli asszociációk keletkeznek, amelyekből a figyelem moduláló hatása révén sémák jönnek létre. E sémákba az asszociált perceptuális modalitásokból származó elemek, az emberek, élőlények, tárgyak jellegzetességei tartoznak (formai, texturális, méretbeli, színbeli és lokalizációs tulajdonságok), amelyek a séma kialakulását követően lehetővé teszik az adott tárgy azonosítását. E folyamat működésekor az adott tárgyra vonatkozó egyes jellegzetességek hiányában is működésbe jön az adott séma, mert a magasabb szerveződés az egyes vonásokat ilyen esetben figyelmen kívül hagyhatja. Ilyenkor automatikus hiánypótlásról beszélhetünk, amely főként gyorsan változó feltételek mellett a tárgyak és személyek téves percepcióját eredményezheti. A téves percepció is képezhet sémákat, illetve alakíthatja a már meglévőket, főként akkor, ha már rendelkezésre áll olyan meglévő reprezentáció, amely részben hasonló. A percepció megbízhatósága azonban nem csak a sémán illetve a reprezentáció jellegén múlik, befolyásolják azt az extraperszonális ingermintázat téri és strukturális mintázatai, jellege, tulajdonságai. A különböző perceptuális helyzetekben a komplex előtér-háttér helyzetek versenyt indukálhatnak a különböző sémák között (illúziók) és egyik szempontból igaz, más szempontból hamis következtetésekre vezethetnek. Az ilyen helyzetek módosítják a jellegzetességek feldolgozását és a kategorizációs hibahatárt, egészséges és neuropszichológiai deficittel rendelkező személyeknél egyaránt. Az ilyen kategorizációs folyamatok során gyakran összemósódnak az endogén és exogén eredetű hatások (a téma részletesebb kifejtését lásd: Kállai, 2013).

Ez a jelenség figyelhető meg különféle, a neuropszichológia tárgykörébe tartozó esetekben. Például a hemineglekttől szenvedő személyeknél, amikor a bal vizuális látótérben megjelenő vizuális ingerekre veszélykerülő válasz jelenik meg, miközben a személy nincs tudatában a kiváltó inger jelenlétének. A jobb agyfélteke parietális lebenyében bekövetkezett lézió esetében a bal térfélre irányuló figyelemi átváltás legátlódik, így az exogén inputokhoz való kapcsolódás nem lehetséges, a szenzomotoros mintázatok tudatosulása pedig akadályozott. Az ilyen személyek testsémájában változás történik, a kiesett térfélen lévő végtagjaik nem léteznek számukra.

### **3.2. Testünk tulajdonlása (Body ownership)**

Önmagunk felismerésében két alapvető tényező játszik fontos szerepet: az egyik, hogy tudatában legyünk testünknek (body ownership: a továbbiakban *tulajdonosság*), a másik, hogy tudatában legyünk a cselekvéseinknek (sense of agency) (Van den Bos és Jeannerod, 2002). A testből származó és testtel kapcsolatos szenzoros jelzések, mint például a vizuális, taktilis és propiocepió jelzések összeadódásából jön létre az a szubjektív érzés, hogy „*a testem hozzám tartozik*”, vagy „*ez az én testem*” (tulajdonosság) (Blanke, 2012). A cselekvések terén a self, ágensként történő (ágencia – agency) észlelése, hasonlóképpen fontos. Az öngenerált cselekvések és szándékaink észlelése nyomán alakul ki (Van den Bos és Jeannerod, 2002).

Az interszenzoros információk korrelációi olyan téri mintázatot eredményeznek, amelyeket integrálva az agy elkülöníti testünket a külvilágtól, a többi tárgytól (Botvinick, 2004). A tulajdonosság élményében fontos a propiocepció, azaz a testhelyzetünk belső érzéleteiből származó szenzoros információk összessége. Testhelyzetünk látott és propiocepió módon érzékelt térbeli helyzete megbízható módon megfelel egymásnak. A vizuális és taktilis információk között is létezik ez a megfelelés. Egy tárgy testfelszínünkhöz történő közeledésekor anticipáljuk a hozzá tartozó tapintásélményt. Az ilyen interszenzoros korrelációk meghatározóak a testi-self kialakulásában és fenntartásában. Testünk birtoklásának érzete nem kizárólag csak a térben történő mozgásunkat elősegítő motoros képességeink szempontjából fontos, hanem a self és a másik közötti folyamatos elkülönülés és összehasonlítás szociális és kognitív funkciói miatt is (Csabai és Erős, 2000; Cascio és mtsai, 2012).

### 3.3. A testséma szerepe a neurológiai kórképekben, testséma zavarok

Vizsgáljuk meg a saját testről kialakított séma szerveződését a séma gazdagodásának, realitástartalmának, integrációs hibáinak szabályszerűségeit. A saját testünkkel kapcsolatos érzékelés terén bár társas lények vagyunk és képesek vagyunk átvenni mások szempontjait is, alapvetően saját magunk és környezetünk percepciójában egyedül vagyunk és csak a saját tapasztalatainkra számíthatunk. A másik ember nem érzékelheti azt, amit mi, így könnyebben válhatunk illúzió „áldozatává”.

A különböző neurológiai és pszichopatológiai zavarok, a módosult tudatállapotok, illetve a különböző kreatív folyamatokban való elmélyülés számos példát ad az olyan jelenségekre, amikor a deperszonalizáció vagy a derealizáció szindrómaként jelenik meg egyes betegségek esetén. A külvilággal való kapcsolat gyengülésével megjelennek a gépies cselekedetek, a fásultság, a személyes élmények felidézésének nehézsége, amelyek jelzik a valósággal való kapcsolat gyengülését. Ez egyes esetekben odáig vezethet, hogy a személynek olyan illúziója támad, mintha a teste vagy egy-egy testrésze idegen lenne, és nem hozzá tartozna. Az ilyen deperszonalizációs tapasztalatoknak meg van az egyéni fejlődésben feltárható traumatikus eredete, például az abuzusokkal kísért fejlődésmentes folyamat során kialakult és azt kísérő személyiségzavarok. Ugyanakkor a saját test vagy testrész deperszonalizációja a neurológiai betegségekben szenvedőknél szintén megjelenik, mint például a parietális léziót követő kontralaterális vizuális térfélre vonatkozó hemineglect, vagy az epilepsziás betegeknél tapasztalható különböző testre vonatkozó illúziók formájában, mint például a testen kívüliség élménye, az asomatognosia, az autoszkopia, heautoszkopia, vagy a somatoparahrenia (Vallar és Ronchi, 2009; Feinberg és Mtsai, 2010).

Az asomatognosia a testi tudatosság zavara, amelyet valamilyen neurológiai sérülés okoz (Dieguez és Mtsai, 2007). A testi tudatosság deficitje megjelenhet felejtésben, tagadásban, figyelmen kívül hagyásban vagy a test teljes vagy részleges téves érzékelésében (Arzy és Mtsai, 2006; Dieguez és Mtsai, 2007). A somatoparahrenia egy olyan neurológiai szindróma, amelynek megjelenésekor a jobb parietális lebeny károsodásának következményeként a beteg tagadja, hogy a bal karja vagy a lába a sajátja lenne, sok esetben azt hiszi, hogy az valaki másé, vagy akár egy művégtag. A somatopagnosia (újabbban: autotopagnosia) szindrómát Gerstmann (1942) írta le. Megjelenésekor a személy elveszíti a teste vagy a testrészei téri helyzetével kapcsolatos tudását. A kognitív alapfunkciók és nyelvi képességek működésének megtartása ellenére a személy nem tud tájékozódni a saját testének, illetve testrészeinek

elhelyezkedésében, képtelen a testmozgásait célirányosan összerendezni és testrészei pozícióját pontosan meghatározni, megmutatni, továbbá képtelen az emberi test elképzelésére és lerajzolására is. Az ilyen beteg tehát nem tudja megmutatni saját testrészeit a testsémájában, de a testsémától független feladathelyzetben képes pl. a saját testének térképén egy önálló tárgyként tekintve azt, megmutatni az adott testrészt (Sirigu és mtsai, 1991). A test háromdimenziós sémáján, a testséma általános zavarán belül ide tartozik még az ujj-agnózia, amelynél a személy képtelen a saját és az idegen személy ujjainak és kezének megnevezésére és téri pozíciójának meghatározására, továbbá a jobb és bal testfél megkülönböztetési zavara, illetve az agráfia és az akalkulia is.

Ezek a saját test-élménnyel kapcsolatos neurológiai zavarok kísérőjelenségei lehetnek a különféle pszichiátriai betegségeknek vagy intoxikációknak is. Közös sajátosságuk az egyes testrészekre, vagy az egész testre vonatkozó identitás elvesztése, téves percepciója, amely néhány perctől akár több hónapig is fennállhat. Az ilyen testi identitásvesztést vagy deperszonalizációt „disownership”-nek nevezzük. Az ilyen neurológiai és pszichopatológiai tünetek megjelenésében a periperszonális és extraperszonális téri reprezentációk disszociációjának és a hozzájuk kapcsolódó testséma zavaroknak meghatározó szerepük van (Previc, 1998; Blake és mtsai, 2002; De Ridder és mtsai, 2007; Sierra és David, 2011). Temporális fókuszú epilepsziás személyeknél főként extraperszonális, parietális neglektől szenvedő személyeknél, periperszonális jelegű zavarok jelennek meg.

A testélmény torzulásai lehetnek produktívak, amikor a személy az adott testrészt nem az annak megfelelő helyen érzékeli (kicsavarodva, felcserélődve érzékeli, vagy szokatlan változásokat érzékel benne). De lehetnek defektívek is, amikor a személy szubjektív érzékelése alapján a testrésze hiányát éli meg (eltűnt, elveszett, levált a testéről; lásd részletesebben: Kállai 2013). Az ilyen deperszonalizációs jelenségek a motoros kivitelezés szintjén is megnyilvánulhatnak, mint ahogy ezt az idegen vagy öntörvényű kéz szindróma esetében is megfigyelhetjük (DellaSala, 1991, 2005).

### **3.4. A feldolgozás szintjei**

Schwoebel és Coslett (2005) általános modellje alapján a mozgások tervezése és kivitelezése, a testkép és testséma reprezentációkból indul ki, melyek meghatározzák a testrészek helyzetét, továbbá elkülönítik a személyt más objektumoktól. A modell alapján az absztrakt szemantikus reprezentációk segítik elő a célkijelölést és meghatározzák a helyzetváltozás kontextusát. A

motoros cselekvés a testséma, az akció jelentése és a különböző megvalósítható cselekvéses alternatívák illesztését követően valósul meg. A test reprezentációja tehát több alrendszerre épül. A testképen és a testsémán túl a test pontosabb felépítéséhez és leírásához absztraktabb reprezentációkra is szükség van. Így az egész testet áttekintő reprezentációs rendszer (Body Structural Description System) tehát multimodális, de egyben konceptuális természetű is, amely segíti a személyt a másoktól való elkülönítésben, illetve az önmeghatározásban is.

A testsémával kapcsolatban tehát egy háromszintű reprezentációs rendszer különíthető el (multiple representation of body). Ez a három szint a következő:

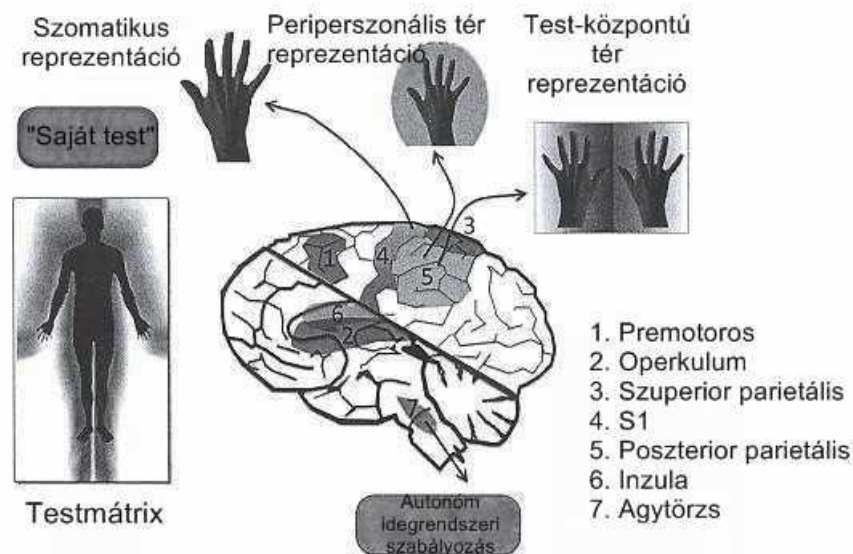
- *Szemantikus szint.* Amely a test egészét leíró fogalmakat tartalmaz, mint például a testrészek nevei, és azok egymással kapcsolatos téri viszonyait kifejező fogalmak.
- *Testséma szint.* Egy olyan dinamikus referenciarendszer, amely egy egységes vizuomotoros proprioceptív struktúrába ágyazza be a test egészét.
- *Testkép szint.* A test téri és vizuális térképe, amely megadja a testrészek testen elfoglalt helyét, egymáshoz viszonyított elrendezését, és kihangsúlyozza kapcsolódási pontjaikat.

A személy peripersonális (közeli) és extrapersonális (távolabbi) környezetében található ingermodalitások egy többszintű feldolgozórendszeren keresztül mennek keresztül, így a folyamat során számos hibaforrás lehetséges. A multiszenzoros bemeneti szelekció zavara vagy manipulációja egy bizonyos tűréshatárt meghaladó beavatkozást követően az alrendszerekben működési nehézségeket, rivalizációt okoz. Az elégtelen vagy egymásnak ellentmondó bemeneti információkat a folyamat megpróbálja kiegészíteni, hogy biztosítsa a megfelelő referenciarendszert. Ha ez nem biztosított, a referenciarendszer összeomlása is bekövetkezhet, ezért a személy, hogy megelőzze ezt az összeomlást, elkezd visszavonni személyes én-részességét, amely a deperszonalizáció irányába mozdítja el a belső folyamatokat.

### 3.5. Test-mátrix

Az úgynevezett „test-mátrix” (2. ábra) egy olyan stabil szerkezet, amely a percepció szempontjából pontosan nem artikulált testrészek kapcsolati halmazából áll, beleértve a közvetlenül a bőr körüli teret (pericutaneous space) és periperszonális teret is (Moseley és mtsai, 2012). Ez a mátrix biztosítja az önészlelés koherenciáját a vizuális, proprioceptív és taktilis információk összekapcsolásának segítségével. A testrészek észlelési módja a mátrixban kissé homályos, elmosott, textúrája, színe, körvonalai, téri elhelyezkedése nem kontrasztos, de a percepció számára jelen van. Ennek az az oka, hogy míg a proprioceptív és a taktilis információk mindig jelen vannak, a vizuális információk nem mindig kerülnek élesen a figyelem fókuszába (a vizuális mező nem fedi le az egész testet, az éleslátás helye pedig kicsi). A test-mátrix más periperszonális tér-reprezentációkkal ellentétben nem a kéz-központú, hanem a test-központú referenciakerettel van összehangolva. Ez a saját test-érzékeléshez és a mozgáshoz szükséges kéz-fej-törzs „tengely” tartalmazza a multiszenzoros ingerek kapcsolatait, akkor is, ha nincsenek a figyelem fókuszában.

Miközben a test-mátrix egy referenciarendszerbe fogja a vizuális-poszturális testmodellt, a testképet és a testtudati funkciókat (Moseley és mtsai, 2012), meghatározza a testi koordinátákat és ezek alapján a téri referenciákat: jobb-bal, lent-fent, bent-kint, periperszonális-extrapersonális. Ez a testközpontú referenciakeret biztosítja azt is, hogy a test-mátrix egyik oldalán fellépő ingerek mindig azon az oldalon lokalizálódnak, tekintet nélkül arra, hogy melyik kézből származnak, például ha a jobb kéz a bal térfélen van éppen, akkor az baloldalként lokalizálódik. Így a test-mátrix test-központú referenciakerete nem függ a testrészek térbeli helyzetétől és a test és a testrészek elrendezésének segítségével ezen dimenziók mentén szervezi meg a saját test-élményt, amelybe összevonja a testrészek reprezentációit, azok fiziológiai szabályozó mechanizmusait, miközben nem hoz létre egy egységes neuronális hálózatot, amely kizárólagosan fedné le a test-mátrix funkcióit. A fiziológiai szabályozó mechanizmusokon keresztül a test-mátrix tartja fenn a homeosztatisz egyensúlyt is, továbbá elősegíti a tests-truktúrában és orientációban bekövetkező változásokhoz történő adaptációt.



2. ábra. A test-mátrix felépítése, reprezentációs formái és az érintett idegrendszeri területek, Moseley és mtsai. (2012) Neuroscience and Biobehavioral Review, 36, 34-46. nyomán.

A testkép és a testséma esetenként disszociálódik, a saját testre vonatkozó élmény megzavarható, a szelf frakciókra eshet szét, ahogy azt a neuropszichológiai és pszichiátriai esetleírások jelzik. A személy figyelmi erőforrásainak elosztása és kapacitása is befolyásolja a saját test-élmény fenntartását, vagy hozzájárulhat a deperszonalizáció, a fantomfájdalmak, vagy a különböző saját test érzékelésével kapcsolatos illúziók kialakulásához.

#### 4. Gumikéz Illúzió, GKI (Rubber Hand Illusion, RHI)

##### 4.1. Elméleti bevezető

Az illúzió az „olyan mintha”, „úgy érzem mintha” érzése. Kifejezi azt a bizonytalanságot, amely akár a saját testünkkel kapcsolatban is megjelenhet. Többek között ez az oka annak, hogy sokszor bizonytalanság van bennünk perceptuális tapasztalatainkat illetően, mert az érzékszerveink becsaphatnak minket. Feltehetően ez az oka annak is, hogy agyunk, ha nem képes a testsémába integrálni, akkor leválasztja az illúziót okozó érzékszervi modalitást vagy testrészt a testsémánkról, lehetővé téve ezzel a disszociatív állapotok kialakulását. A testsémával kapcsolatos illúziók alapja az, hogy agyunk minden pillanatban összeveti az innát, illetve a tapasztalati úton kialakult testsémát, az összes afferens idegrostból befutó ingerekkel (Tsakiris és mtsai, 2010) és amennyiben ezek kötött az ingerek között



ellentmondás van, igyekeznek integrálni ezeket és feloldani az ellentmondást. Ilyen esetekben akkor is kialakul az illúzió, ha a személy tudatában van annak, hogy amit az adott kontextusban érzékel, az nem a tapasztalatok érzékszervi referenciakeretét jelentő valóság része. A már tárgyalt somatoparaphrenia-val ellentétes jelenség történik egészséges személyeknél, gumikéz illúzió során, amely jelenség közben a személyek saját testük részeként érzékelik a peripersonális térükben elhelyezett műkezet. Az adott testrészhez hasonló, testidegen tárgy saját testrészként történő percepcióját és a vele egy időben az eredeti testrészben megjelenő deperszonalizációt elsőként Botvinick és Cohen (1998) vizsgálta. Kísérleti paradigmájukat neurológiai betegségekben szenvedő betegek vizsgálatára hozták létre. Tapasztalataik alapján az egyes agyi léziókat követően az adott vizuális térfélre vonatkozó testképzavarok jelentek meg, amelyek kontrolljára fejlesztették ki vizsgálati paradigmájukat, a testséma disszociációját és a deperszonalizációs jelenségeket mérhetővé tevő Gumi Kéz Illúziót (Rubber Hand Illusion, RHI)<sup>1</sup>, amellyel többek között a testsémát alkotó vizuális, haptikus és proprioceptív modalitásokat tudták befolyásolni, amelynek hatására a vizsgálat során a testkép disszociatív módon megváltozott, amennyiben az ingerlés egyidejű volt.



3. ábra. A Botvinick és Cohen (1998) által használt Műkéz Illúzió (GKI) vizsgálati helyzete.

A Botvinick és Cohen (1998) által használt paradigmában a vizsgált személy egy asztalnál ül és jobb kezét az asztal lapjára helyezi, kezét pedig egy állvány lapjával takarják ki a látóteréből. Ezt követően az állvány felső lapjának közepére helyeznek egy életnagyságú műanyag kezet. A személyt megkérlik, hogy figyelmét a műkézre irányítsa, miközben a valódi keze ki van takarva a látóteréből. A kísérletvezető a nem látható saját kezét és a látható műkezet egy perces intervallumban többször egyszerre megérinti ugyan azon a helyen. E szinkron érintésekből álló elrendezés kontroll feltételeként egy 1 perces aszinkron érintésekből álló elrendezést használtak, amelyben időben és lokálisan is eltértek egymástól az érintések a műkéz és a saját kéz között. A vizuális és taktilis ingerek között a szinkron ingerlés folyamán kongruencia lép fel, amely a tulajdonosság illuzórikus érzését adja a mesterséges kéz felett. Ugyanakkor a nem látott valós kéz esetében annak érzése, hogy az a résztvevők testének része, csökken (disownership, a továbbiakban: a *tulajdonosság elvesztése*). Az illúzió alatt a személy nem képes az érintett kezének helyzetét pontosan meghatározni. A kéz érzékelt helyzete a testsémában a műkéz felé elmozdul, ezt a jelenség az úgynevezett propioceptív drift. A személyeknek a vizsgálatot követően egy kérdőívben kellett beszámolniuk az átélt tapasztalataikról, majd egy vizuál-analóg skálán az átélt élmény intenzitását is jelölniük kellett, mind a műkézre, mind a saját kézre vonatkozóan. A többszöri és hosszabb ingerlési helyzetekben a műkéz illúzió átélt intenzitása folyamatosan növekedett, ezzel arányban pedig a valós kéz és a műkéz személyek által átélt térbeli távolsága csökkent. A személyek illúzióval kapcsolatos beszámolóira a szinkron ingerlésekkor az érzékelések „mintha” jellege volt a leginkább jellemző. Mint például: „Az érintéskor úgy tűnt, mintha a műkéz a sajátom lenne”, „Úgy tűnt, mintha a megérintett műkéz ott lett volna, ahol az én kezem valójában volt.”, „Azt éreztem, hogy a kezem a műkéz felé mozdult el kissé.”, „Az volt a benyomásom, hogy több jobb kezem van.”, „Nézve a hamis kezét, úgy éreztem, hogy az nem lehetett másé, mint az enyém”, „Mintha közelednének egymáshoz”.

A gumikéz illúzió felfedezése de Vignemont(2011) szerint először tette lehetővé azt, hogy egy idegen tárgy saját testrészként történő átélésének folyamata a tudományos vizsgálódás tárgyává váljon. A Botvinick és Cohen (1998) által használt elrendezés időközben változásokon ment keresztül. A továbbfejlesztett paradigma annyiban tér el az eredetitől, hogy a műkéz és a saját kéz egy síkban helyezkedik el, egymás mellett. A műkéz a test tengelye felé közelebb, a saját kéz távolabb és a kettő között egy függőleges takaró falat helyeznek el. Az ellenkező oldali kéz szintén az asztalon van, de nincs a figyelem fókuszában. A személy látóteréből így ki van zárva az érintett saját kéz, miközben a műkézre kell fókuszálnia. Az

ingeradás során a kísérletvezető két kisebb ecsettel szinkron vagy aszinkron ütemben ingereli a valódi és a saját kezét.

#### **4.2. A gumikéz illúzió fiziológiai következményei**

A műkéz saját kézként történő megtapasztalása során változásokat idéz elő a valós kéz homeosztatisz szabályozásában. Az illúzió kiváltása közben a deperszonalizálódott kézben szignifikáns fiziológiai változások történnek. Az autoimmun hisztamin-válasz intenzitása megemelkedik és a deperszonalizálódott kéz a szervezettől idegenként kezd el működni (Barnsley és mtsai, 2011), a bőrhőmérséklet csökken (Moseley és mtsai, 2008/b) ugyanakkor a folyammat megfordítható, az érintett végtag hűtésével a deperszonalizációs illúzió mértéke emelkedik (Kammers és mtsai, 2011). Az illúzió fennállása alatti fenyegető ingerre szignifikáns GBR válaszemelkedés mérhető az érintett kézen. Egy vizsgálatban például az illúzió kiváltódását követően, a műkéz egyik ujjának fájdalmas helyzetbe történő behajlítására az érintett kéz GBR válasza szignifikánsan megemelkedett (Armel és Ramachandran, 2003). Fontos megjegyezni, hogy nem az egész testre vonatkozó szimpatikus válaszok jönnek létre, hanem csak az adott referenciakeretben szereplő végtagot (kezet) érintették a változások. Ezek a fiziológiai változások az illúzió erősségével arányban jelennek meg. Úgy tűnik, hogy a test elkezd „elutasítani” a valódi kezét majd a műkéz reprezentációja helyettesíti a saját kéz reprezentációját. Az érintett végtag úgy kezd viselkedni, mintha kevésbé lenne a személy testének integráns része (Kállai és mtsai, 2013). Ugyanakkor a deperszonalizálódott végtag fájdalomérzékenységevel kapcsolatban ellentmondásosak az eredmények. Egy vizsgálatban azt találták, hogy az illúzió kialakulásának nincs szignifikáns hatása a fájdalomküszöbre nézve (Mohan és mtsai, 2012). Míg egy másik kutatás szignifikáns fájdalomküszöb emelkedést mutatott ki a deperszonalizálódott kézen, szinkron ingerlés esetén az aszinkron helyzethez képest (Hegedüs és mtsai, 2014).

Egy fMRI vizsgálatban azt vizsgálták meg, hogy mely agyterületek aktiválódnak abban az esetben, ha a műkéz felé egy éles késsel fenyegető mozdulatot tesznek. A test védelmével összefüggő agyterületek aktiválódása szorongásos választ mutatott: az insula és az anterior cinguláris kéreg szignifikáns aktivációja mutatkozott meg ugyan olyan mértékben, mint amikor a valós kezét fenyegették meg (Ehrsson és mtsai, 2007). A kiváltott válasz amplitudója egyenes arányban állt az illúzió mértékével. További aktivitás volt kimutatható a szupplementer motoros területeken (SMA és pre-SMA), ami arra utal, hogy megjelent a

készítés, hogy a személyek a műkezet elrántásuk a fenyegető inger elől. Ezek a fiziológiai változások jelzik azt, hogy a műkéz olyan szinten integrálódott a testsémába, hogy tulajdonlásának élménye olyan mértékűvé vált, és olyan testi szintű változásokat indukált, hogy a műkéz szinte felváltotta a saját kezét.

Ezen eredmények alapján felvetődik a kérdés, hogy az egészséges személyeknél, pszichiátriai és neurológiai kórképeknel, különböző spritualitással összefüggő extatikus állapotokban illetve droghatásra kiváltódó illúzió milyen mindezen állapotokra egyaránt vonatkozó kognitív alpműveletekkel van összefüggésben? Milyen módon lehetséges ezeket a kognitív alpműveleteket a diagnosztikai, terápiás és alpkutatásba bevonni, abból a célból, hogy megismerjük a saját test élmény, a realitás-irrealitás és a deperszonalizáció működésének alapjait?

### **4.3. A gumikéz illúzió élménykomponensei**

A vizsgálati paradigma az idegenség illúziójának kiváltására épül. Az illúzió szubjektív érzése, tapasztalása a „*mintha*” fogalmával írható le leginkább. A személynek az a benyomása, hogy az, amit érzékel egyszerre reális és irreális. Az illúzió létrejöttkor a személy – nem tudatosan – leválasztja a saját végtagjából érkező különböző modalitású információkat, amellyel egy disszociatív állapot jön létre. A saját testtel kapcsolatos, saját testre vonatkozó illúzió alapja a testsémát felépítő modalitások közötti eltérés, amely a testséma kompenzációs törekvéseit vonja maga után. Ennek a kompenzációs mechanizmusnak részeként egy úgynevezett összeillesztő funkció a testsémába integrálja (embodiment: a továbbiakban *megtestesítés*) az olyan illuzórikus élményeket, amelyek által a testséma ismét teljesnek tapasztalható. Longo és mtsai (2008) egy 27 tételből álló kérdőív segítségével térképezték fel a műkéz „tulajdonlásának” (amely kérdőív a tulajdonosság, a téves lokalizáció, a megtestesítés és a tulajdonosság-hiányának faktoraiból állt) élménykomponenseit. Vizsgálatuk a legátfogóbb a témában. A tulajdonosság élménye szinkron és aszinkron ingerlésnél is ugyanazon faktorokból áll. 1. a történések téri és időbeni egybeesése (szinkron), 2. a ”hozzám tartozik” tapasztalata, a műkéz saját testrészként történő átélése (tulajdonosság), 3. az érintett végtag testképben történő elsodródása (proprioceptív sodródás), 4. az elhelyezkedés tapasztalata: „ott van, ahol a testemen is szokott lenni”, a műkéz a saját kézzel megegyező helyen van, ezért a személy tévesen érzékeli a saját kezének pozícióját (téves lokalizáció), 5. a hasonlóság: „csaknem olyan mint én” (hasonlóság), 6.

maga a személy, a szubjektum aki tapasztal és aki mozgatni, kontrollálni tudja a műkezet (ágencia).

Érdekes tapasztalat, hogy azok a személyek akiknél kiváltódott az illúzió a beszámolóik alapján hasonlóbbnak ítélték a saját kezüket és a műkezet a bőr színének és a kéz formájának tekintetében, mint akiknél nem váltódott ki (Longo és mtsai, 2009). Jogos lehet az a kérdés, hogy a személyek miért nem azt tapasztalták azt, hogy három kezük van? Egy a tulajdonosság élményére vonatkozó vizsgálatukban Longo és mtsai (2008) azt az eredményt kapták, hogy a résztvevők többsége nem értett egyet azzal az állítással, hogy három kezük lett volna. Többségük azzal értett egyet, hogy a saját kezük eltűnt vagy azon a helyen volt, amelyen a műkéz. Így vizsgálatuk kizárta az úgynevezett számfeletti végtag jelenségét, a műkéz inkább a valódi kéz versenytársaként jelent meg és vezetett el a deperszonalizációs tapasztalatokhoz (Tsakiris és mtsai, 2010).

A GKI vizsgálatokban a fenti komponenseknek megfelelően a kísérlet végeztével a személyek egy szubjektív kérdőívben számolnak be a tapasztalataikról. A kérdőív állításokat tartalmaz, mint például: „Az érintéskor úgy tűnt, mintha a műkéz a sajátom lenne”; „Úgy tűnt, mintha a megérintett műkéz ott lenne, ahol az én kezem valójában volt.”, „Azt éreztem, hogy a kezem a műkéz felé, elmozdult kissé.”; „Az volt a benyomásom, hogy több jobb kezem van.” Az ilyen és hasonló állítások képezik az élmény fentebb leírt szubjektív komponenseinek mérhetővé tételét. Ugyanakkor a műkéz illúziójának objektív komponensei is vannak.

Ilyen komponens az úgynevezett propioceptív drift, amely jelzi a saját kéz elsodródásának mértékét a testsémában. Ez az illúzió erejének objektív fokmérője. Botvinick és Cohen (1998) kísérleti személyeinek beszámolóí alapján: „Nézve a hamis kezet, úgy éreztem, hogy az nem lehet másé, mint az enyém”. „Mintha közelednének egymáshoz”. Ezek a beszámolók jelzik, hogy a saját kéz érzékelt helyzete elmozdult a testsémában és integrálódott abba. Az illúzió fő élménydimenziói a műkéz saját kézként való átélése (tulajdonosság), a valós kézzel kapcsolatos deperszonalizációs érzések (tulajdonosság elvesztése), valamint a propioceptív drift, amely az átélt műkéz és a saját kéz egymáshoz való közeledésének élménye, más szóval annak élménye, hogy a saját kéz milyen mértékben sodródott el a testképben a műkéz felé.

#### **4.4. A gumikéz illúzió kiváltódásának feltételei**

Ahhoz, hogy a kiváltódó illúzió segítségével a műkéz integrálódhasson a testképbe, a műkézre vonatkozóan egy sor feltételnek kell teljesülnie. Ilyen feltétel a műkéz távolsága a

valódi kéztől. Az ideális távolság 20-30 cm között van, az ennél nagyobb távolság esetén az illúzió ereje exponenciálisan csökken (Armel és Ramachandran, 2003; Lloyd, 2007). Egy másik fontos feltétel a műkéz iránya. Minél inkább anatómiailag inkonzisztens a műkéz elhelyezkedésének iránya, annál kevésbé váltódik ki az illúzió (Bertamini és mtsai, 2011). Az illúzió meg is szűnik, amennyiben ez az irány  $90^\circ$  vagy annál nagyobb (Ehrsson és mtsai, 2004; Tsakiris és Haggard, 2005). Ugyanakkor az is fontos tényező, hogy az ingerlés iránya hogyan viszonyul a saját kéz érzékelt és a látott műkéz irányához. Ha a taktilis ingerlés iránya 10 fokkal tért el a látott műkéz irányától, az illúzió még kiváltódik. Azonban ha a taktilis ingerlés a műkézen konzisztens, miközben a sajátkézen a műkézen történő ingerlés irányát követte, akkor az inkonzisztencia fokával arányosan csökkent az illúzió (Constantini és Haggard, 2007). A műkéz mérete is meghatározó. Ha a látott műkéz mérete valóságos, vagy nem tér el nagymértékben attól, akkor az illúzió kiváltódik (Bruno és Bertamini, 2010). A kéz formai attribútumait tekintve megoszlanak az eredmények. Egyes eredmények alapján, ha a műkéz helyére helyezett tárgynak kéz alakja van, erősebb illúzió váltódik ki, mint nem kéz alakú tárgy esetében. Más eredmények alapján csak és kizárólag a kéz formájú tárgy képes kiváltani az illúziót (Tsakiris és mtsai, 2010). A texturális tulajdonságokat megvizsgálva Haans és munkatársai (2008) arra az eredményre jutottak, hogy kézformájú tárgy esetén az emberi bőrre jellemző textúra növeli az illúzió erősségét, míg a nem kéz alakú tárgynál azzal együtt sem váltódik ki az illúzió. Ugyanakkor az illúzió kiváltódásában a leglényegesebb faktor az, hogy minél inkább emberi kéz formája legyen az adott tárgynak (Haans és mtsai, 2008).

Fontos megjegyezni azt is, hogy a gumikéz illúzió nem váltódik ki minden személynél. A GKI vizsgálatokban a személyek csaknem 80%-ánál az illúzió különböző intenzitással kiváltható (Lloyd, 2007). Azok a személyek, akik relatíve nem érzékenyek az illúzióra, a furcsaság és zavarodottság élményéről számoltak be, a gumikéz illúzió helyzetében (Haans és mtsai, 2012). A gumikéz illúzióra való fogékonyságra vonatkozó egyéni különbségek erősen korrelálnak más testi illúziók kiválthatóságával (MacLachlan és mtsai, 2003; Mussap és Salton, 2006). Ezek a különbségek feltehetően vagy a vizuo-taktilis integrációra vonatkozó különböző egyéni információfeldolgozási adottságokból (Peled és mtsai, 2000) vagy a személyek pszichológiai alkatából adódó különbségekből (Juhel és Neiger, 1993) származnak. A GKI-ra való fogékonyság mértéke arányosan összefügg azzal is, hogy a személy milyen mértékben tudja aktiválni a vizuo-taktilis integráció érdekében a szenzo-motoros és kognitív folyamatait, miközben (természetesen nem tudatos módon) összehasonlítja az idegen tárgyat a testsémában lévő belső reprezentációs modellel (Haans és mtsai, 2012).

#### 4.5. A gumikézkéz illúzió és a testrepresentáció

A vizsgálat során a testsémában lévő vizuális-poszturális testrepresentáció a haptikus és a vizuális információk alapján, folyamatos korrekción megy keresztül, így rendezi egységes téri keretbe a gumikézzel és a saját kézzel kapcsolatos élményeket. Ezt a kognitív mechanizmust hívják interszenzoros kiegyenlítődési hajlamnak (intersensory equalizing bias), amely nem csak ennek a jelenségnek az alapja, de például a fantomvégtag fájdalomnak is (Ramachandran és mtsai, 1995). Számos amputált kezű személy, amikor tükörben látja, hogy megérinti valami az épen maradt kezét, az érintés tényét az amputált fantomkezén is átéli. Ezt a jelenséget sikerült kimutatni majmok esetében is, premotoros kérgi egysejt-aktivitásminitázat vizsgálattal. Ha megérintették, vagy csak az érintés szándékával közeledtek a majom egyik testfelületéhez, mindkét esetben hasonló aktivitásminitázatot tudtak elvezetni a premotoros és a szomatoszenzoros agyi területekről (Graziano és mtsai, 1994). A GKI-ra is jellemző modalitások közötti interakcióra láthatunk tehát példát a fantomfájdalmak, a különböző testézés illúziók és az önmagunkról szóló információk egységes testséma-rendszerbe történő szerveződése esetén.

Az interszenzoros kiegyenlítődési hajlam során az egy adott tárgy, test vagy testrész érzékelésének modalitásai egy olyan sémarendszerbe szerveződnek, amelyben a modalitások egymást kölcsönösen feltételezik. Ez a sémarendszer tartalmazza a periperszonális térben elhelyezkedő kar látványát, térbeli elhelyezkedését, helyzetét, fájdalom és hőérző képességét, mozgáslehetőségeit, képzeleti, absztrakt, vizuális, motoros, propioceptív modalitásait, amelyek egy egységes testséma reprezentációvá állnak össze. Azok a reprezentációk, amelyek nem illeszkednek ehhez a testséma reprezentációhoz, disszociációs élmények kíséretében leválnak a közös reprezentációs rendszerről, amelynek következtében hamis jelentéstartalmak jönnek létre. A GKI során ez a folyamat az, amely elősegíti a saját kéz disszociációját a testsémáról és a műkéz testsémába való integrálódását. Ez azonban csak akkor történik meg, ha a műkéz felszíne és formája nem tér el számottevően a saját kéz látványától. Amennyiben a testséma alapjait felépítő vizuális, propioceptív és taktilis ingerek eltérő inkonzisztens információkat közvetítenek, az adott testrész nem válik le a testsémáról.

A GKI kialakulása során olyan összeillesztő funkció működik, amely testhez köti (megtestesítés) a különböző modalitásokból származó élményeket és egy új tárgyat (műkéz) biztosít a számukra. A testsémában megjelenő közös reprezentáció alapján dől el, hogy a testrész a személytől idegen-e vagy azonos vele.

#### **4.6. GKI összefoglalás**

Ha a műkezet az eredeti kézzel hasonló téri pozícióban helyezünk el, amely megfelel az anatómiai jellegeknek és a személy csak a műkezet látja, a sajátját viszont nem, akkor a műkéz és a sajátkéz egyidejű érintésekor a saját kéz élménye részben disszociálódik (a tulajdonosság elvesztése) a testsémáról a műkéz pedig a testsémába integrálódik és „sajátkéz hatás” (tulajdonosság) jön létre. GKI vizsgálatokban a személyek csaknem 80 %-ánál ez a hatás különböző intenzitással kiváltható (Loyd, 2007). Az illúzió intenzitásának mérésére a saját kéz testsémában történő elmozdulására, az úgynevezett propioceptív drift objektív mérése, szubjektív önjellemző kérdőívek és az analóg vizuális skálák állnak rendelkezésre. Így az intenzitás mérése objektív méréseken és személyes önbeszámolón alapszik, de jelenleg nem rendelkezünk eredményekkel arra vonatkozóan, hogy az illúzió intenzitását milyen mértékben befolyásolják a résztvevő személyek vélekedései, várakozásai, személyes beállítódásai, együttműködési készségei, vagy a fokozott kontrollra való törekvései. A GKI paradigma tehát a testséma disszociációs lehetőségeinek individuális felmérésére és különböző referencia keretekben való viselkedésének elemzésére alkalmas vizsgálati eszköz.

#### **4.7. Hipotézisek**

A kutatási program alapvető célja annak vizsgálata, hogy a képzelőerő segítségével a testi tudatosság módosításán keresztül elérhető-e fájdalomcsillapítás. Ezt két fázisban vizsgáltuk.

I.

Vajon a képzelet módosíthatja-e a testi tudatosságot, ha abból indulunk ki, hogy a funkcionális ekvivalencia miatt a perceptumokkal és az azok háttérében álló agyi mechanizmusokkal nagy az átfedése? Mivel a testséma a multiszenzoros érzékeléssel szorosan összefügg, továbbá mert a szenzoros érzékelés a funkcionális ekvivalencia jelensége miatt erősen korrelál az egyazon modalitásra jellemző képzeleti tevékenységgel, hipotézisünk alapján feltesszük, hogy:

1. Ha a testsémát meghatározó multiszenzoros érzékelés során a vizuális modalitásból származó beérkező információt csökkentjük, akkor ez a testsémában mérhető változást fog eredményezni.



2. Amennyiben az adott modalitásból származó információ hiányát képzeleti működéssel, képzeleti úton helyettesítjük, akkor ez ellensúlyozni fogja a vizuális modalításra jellemző valós perceptuális információ hiányát és így a testsémában nem, vagy kevésbé fog bekövetkezni az ingercsökkentés következtében fellépő változás.

## II.

Több kutatás igazolta azt, hogy a különböző fiziológiai paraméterek szignifikánsan megváltoztak az érintett végtag esetében (Moseley, 2008/b; Barnsley és mtsai, 2011). Felmerül a kérdés, hogy az GKI kísérleti paradigmájának segítségével elérhető fiziológiai változások kiterjeszthetők-e a fájdalomérzékelésre is?

3. Ha a testsémában mérhető változást hozunk létre a gumikéz illúzió segítségével, akkor ez a fájdalomészlelés csökkenéséhez vezet az érintett testrésze vonatkozóan.

## II. rész: Vizsgálatok

### 5.. A vizuális és téri tulajdonságok redukciójának hatása a GKI intenzitására

#### 5.1. Bevezető

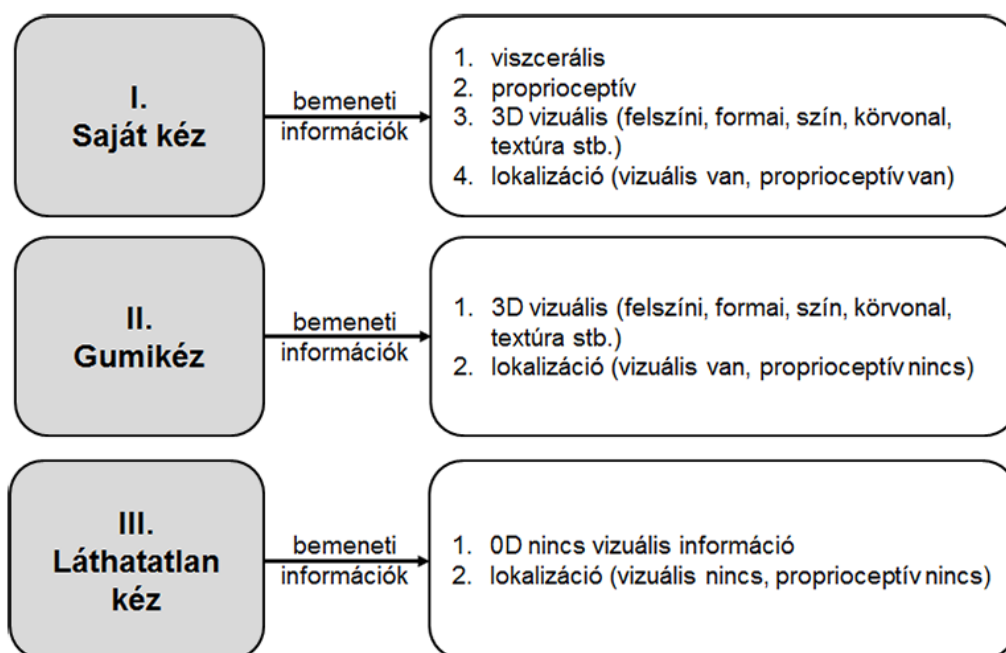
Armel and Ramachandran (2003) vizsgálatukban azt találták, hogy a GKI kiváltható kézformához egyáltalán nem hasonlító tárgy jelenlétekor is. Az általuk használt elrendezések közül az egyikben a gumikéz helyett csak az üres asztallap (asztal kondíció) volt jelen és a saját kézzel szinkron az asztalt ütögették az ecsettel. Más vizsgálatok nem tudták megismételni az eredményeiket, ehelyett azt találták, hogy a látott kézszerű tárgy formája és megjelenése nagymértékben meg kell hogy egyezzen a személy testével kapcsolatos implicit tudásával (corporeal: testazonos) ahhoz, hogy a vizuo-taktilis ingerlés következtében az illúzió kiváltódjon és létrejöjjön a tulajdonosság jelensége (Tsakiris és Haggard, 2005; Petkova és Ehrsson, 2008; Haans és mtsai, 2008; Petkova és mtsai, 2011; Blanke, 2012; Ehrsson, 2012; Moseley és mtsai, 2012; Tsakiris és mtsai, 2010). Ugyanakkor a műkéz formai és vizuális sajátosságai nagy jelentőséggel rendelkeznek az illúzió kiváltódásában, míg a texturális tulajdonságoknak nincs releváns szerepük benne (Hans és mtsai, 2008). Hohwy és

Paton (2010) azonban úgy véli, hogy Armel és Ramachandran azért kaptak az üres asztallap kondícióra GKI választ, mert a normál GKI kondíció minden esetben megelőzte az úgynevezett „asztal” kondíciót és ez eredményezte azt, hogy kézformához egyáltalán nem hasonlító tárgy jelenlétekor is kiváltódott az illúzió. Paton szerint a kézforma emlékezeti kép formájában tulajdonképpen jelen volt a vizsgálatban. A közös faktor Armel és Ramachandran (2003) és azon kutatók között, akik sikertelenül próbálták megismételni vizsgálatukat az, hogy az ingerlés minden esetben magán a tárgyon lett végrehajtva. Másrésről a különbség az, hogy Armel és Ramachandran vizsgálatában a kézformához nem hasonlító tárgy egy nagy sík asztallap volt, amely szignifikánsan nagyobb volt, mint a többi kutató által használt, a kéz méretére hasonlító tárgyak. Továbbá nem volt egy jól elkülöníthető határa és ezek miatt a tulajdonságok miatt úgy funkcionálhatott, mint egy nagy kiterjedésű üres tér, melyet kitölthetett a kéz képzeleti képe. Armel és munkatársa vizsgálatában a résztvevők a vizsgálat után arról számoltak be, hogy *„a kéz 'képe' jól körvonalazhatóan érzékelhető volt az asztalon”* és *„úgy tűnt, hogy egy 'láthatatlan kéz' van az asztal felett”* (Armel és Ramachandran, 2003, 1504. o.). Ezek a beszámolók felvetik a kérdést, hogy milyen folyamatok lehettek jelen, amelyeket a résztvevők így fogalmaztak meg? Illetve, indirekt módon felvetik a képzelet lehetséges szerepét az illúzió kiváltódásában. Egy újabb vizsgálat hasonló eredményekre vezetett. Gusterstam és munkatársai (2013) a gumikéz helyett az egyik elrendezésben csak az üres tér volt jelen, amelyben nem volt semmilyen tárgy. A taktilis ingerlés a személy saját kezének formáját imitálta azon a helyen, ahol a műkéz lett volna. Eredményeik alapján a láthatatlan kéz illúzió kiváltható, pusztán attól, hogy az ingerlés a személy periperszonális terében történik, még akkor is, ha ez a tér üres, nincs benne semmilyen tárgy (Gusterstam és mtsai., 2013). Ezek az eredmények cáfolják azt, hogy az illúzió csak akkor váltható ki, ha egy olyan tárgy van jelen a megfelelő helyen, amely nagymértékben hasonlít az emberi kézre (Petkova és mtsai., 2011; Tsakiris és mtsai., 2010; Petkova és Ehrsson, 2008; Tsakiris és Haggard, 2005). A tény, hogy a láthatatlankéz illúzió kiváltható az üres térben Gusterstam és munkatársainak (2013) eredményei alapján jelzi azt, hogy az üres térből származó vizuális információ, felülírható a vizuo-taktilis jelek specifikus téri és időbeli mintázataival. Sőt, a kézből származó vizuális információ nem szükséges faktor a vizuotaktilis-proprietív integráció folyamatában, annak érdekében, hogy az illúzió kiváltódjon és változásokat idézzon elő a testsémában. Ehhez hasonlóan Ehrsson és kollégái (2005) az úgynevezett szomatikus gumikéz illúziót tanulmányozva azt a konklúziót vonták le, hogy a gumikéz látványa nem szükséges feltétele az illúzió kiváltódásának. Mi több, az illúzió kiváltásához egyáltalán nincs szükség a vizuális modalitásra. Ugyanakkor a gumikézből

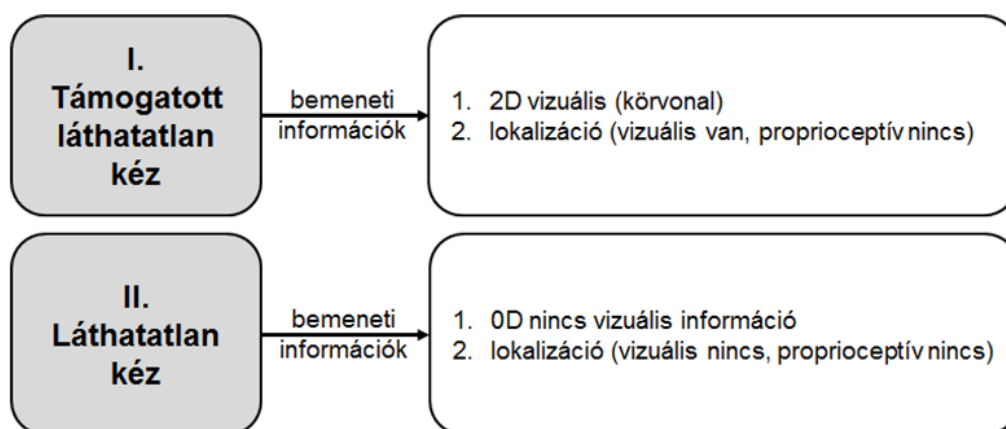
származó vizuális információ, ha nem is szükséges feltétele az illúzió kiváltásának, de feltehetően nagymértékben hozzájárul ahhoz.

## 5.2. Kérdésselvetés

A következő vizsgálat célja, hogy megvizsgálja, hogy ha a gumikézből származó vizuális információt fokozatosan csökkentjük, a gumikéz elrendezéstől a láthatatlankéz elrendezésig, akkor (a) a kézrepresentációra vonatkozó vizuális információ hogyan járul hozzá az illúzió intenzitásához? (b) az illúzió mely faktorai (tulajdonosság, tulajdonosság elvesztése, téves lokalizáció, proprioceptív sodródás) milyen mértékben érzékenyek a vizuális információ csökkentésére? Ahhoz, hogy mérni tudjuk ezeket a változókat, egy olyan kísérleti elrendezést hoztunk létre, amelyben a gumikéz elrendezés mellett a *láthatatlan kéz* elrendezés is megjelenik, biztosítva a vizuális ingerek teljes hiányát (4. ábra). Továbbá a képzelet lehetséges szerepének a vizsgálatára bevezettünk egy további elrendezést, amelyet *támogatott láthatatlankéz* illúzióknak neveztünk el (5. ábra). Ez az elrendezés lényegében egy módosított láthatatlankéz kondíció, amelyben a kézkontúr jelenléte arra szolgál, hogy megtámogassa a képzelet működését. Ez az elrendezés arra a kérdésre igyekezett választ adni, hogy (c) az illúzió erejét felerősíti-e a képzeletet kézkontúrral történő támogatása a láthatatlan kéz elrendezéshez képest? Tehát a képzeletnek van-e hatása az illúzió erősségére?



4. ábra. A kísérleti elrendezés alapjául szolgáló vizuális információ csökkentés vázlata. (A sajátkez elrendezés nem jelenik meg a vizsgálatban, az ábrán csak a teljesség kedvéért tüntettük fel).



5. ábra. A képzelet lehetséges szerepét tesztelő elrendezés.

## 5.3. Metódus

### 5.3.1. Résztevők

Harminckettő egészséges, jobb kezes önkéntes (16 férfi, 16 nő, átlagéletkoruk: 24,22 (SD. 3,799) volt kiválasztva a Pécsi Tudományegyetem tanulói közül. A kezességet az Edinburgh Inventory (Oldfield, 1971) segítségével mértük meg. A 70% vagy annál magasabb értékekkel (jobb kezes) rendelkezőket vontuk be a vizsgálatba. Egyik résztvevőnek sem volt előzetes tapasztalata a gumikéz illúzióval kapcsolatban és nem tudták, hogy milyen hipotézist tesztelünk a vizsgálat során. Kizártunk minden olyan résztvevőt, aki bármilyen tudatmódosító anyagot fogyasztott a kísérlet előtti három napban. A résztvevők pénzbeli díjazást kaptak a részvételért.

### 5.3.2. Kísérleti elrendezés

A vizsgálat a PTE ÁOK Magatartástudományi Intézetében egy elkülönített helyiségben került megvalósításra. Az elrendezést az 6. ábra mutatja. A résztvevők egy standard zöld színű laboratóriumi köpenyt viseltek, egy kényelmes széken ültek, kezük pedig az asztalon pihent tenyérrel lefelé. A kísérletvezető az asztal másik oldalán, szemben állt a személlyel. Három elrendezést használtunk: gumikéz illúzió (GI), vizuálisan támogatott láthatatlankéz illúzió

(TLI) és láthatatlankéz illúzió (LI). Mindhárom elrendezésben kizárólag szinkroningerlés zajlott. A GI elrendezésben egy realisztikus mű balkéz, a TLI elrendezésben egy standard méretű körülrajzolt kéz (A4-es fehér papírlapon), a LI elrendezésben egy üres fehér A4-es méretű papírlap került az asztalra a résztvevő balkezetétől jobbra (a test tengely felé). A résztvevők bal kezének mutatóujja és a három elrendezésnek megfelelő kezek mutatóujja (a műkéz bal mutatóujja, a TLI és a LI mutatóujja) között minden esetben 20 centiméter volt. A kéz testhez közelebbi vége egy köpenyujjal volt csatlakoztatva a résztvevők vállával, amely ugyanúgy nézett ki, mint a másik két köpenyujj, így adva meg a realisztikus benyomást, hogy ez a résztvevő saját karja. A standard méretű körülrajzolt kéz mérete egy átlagos méretű kéznek felelt meg. Azért, hogy megakadályozzuk azt, hogy a személyek lássák a saját bal kezüket, egy álló válaszfal került a saját balkéz és a három elrendezésnek megfelelő kezek közé. A résztvevők balkezének mutatóujjának pozícióját az asztallapon jelöltük, így mindig pontosan ugyan abba a pozícióba helyezték vissza a bal kezüket és a mutatóujjukat a blokkok közötti szünetek után.



6. ábra. A kísérleti elrendezés.<sup>3</sup>

### 5.3.3. Kísérleti procedúra

A kísérleti fázis kezdete előtt a személyek egy rövid gyakorlási szakaszon mentek keresztül, amely magában foglalt egy proprioceptív drift mérést. A kísérleti fázis három blokkból állt, amelyek megfeleltek a három kísérleti kondíciónak (GI, TLI, LI). A három blokk sorrendjét

---

<sup>3</sup>A közölt fotó a vizsgálat lebonyolításában résztvevő egyik munkatársról készült, a beleegyezésével.

randomizáltuk. Minden blokk egy 2 perces ingerlési periódussal kezdődött (indukciós fázis), majd rögtön követte a proprioceptív drift mérés. Ezt követően egy 1 perces ingerlési szakasz következett (feltöltő fázis) és ezt követően a résztvevők a tapasztalataikkal kapcsolatos random sorrendű állításokat válaszolták meg. Azért, hogy kontrolláljuk a képzelet lehetséges szerepét, a TLI és a LI elrendezésben egy kiegészítő instrukció hangzott el az ingerlést megelőző instrukcióban: „*Próbálja meg elképzelni a kezét ezen a helyen*”. A kísérleti blokkok között 4 perces szüneteket tartottunk, amelyekben a résztvevőknek egy feladatot kellett teljesíteniük, hogy az illúzió hatása megszűnjön. Ez a feladat abból állt, hogy a személyek 2 percig ingerelték az egyik kezüket az ecsettel, a feladatban tapasztalt módon, majd kézváltás után a másik kezüket is további 2 percig.

#### **5.3.4. Ingeranyag**

Az ingerlés 4 ujjon történt (a hüvelykujjon nem). Az illúzió ecset érintések segítségével lett kiváltva, amelyeket a résztvevők rejtett saját kezén és a műkézen (GI elrendezés), a körülrajzolt kéz felett (TLI elrendezés) vagy az üres papírlap felett (LI elrendezés) szinkron módon 2 ecsettel végeztünk. A TLI kondícióban az ingerlés 1-5 centiméterrel a körülrajzolt kéz felett történt, követve a saját kéz adott területre vonatkozó valós magasságát. Az LI kondícióban az ingerlés 1-5 centiméterrel az üres fehér papírlap felett történt, lemásolva a résztvevő saját kezének magasságát, elhelyezkedését, méreteit. Fontos szempont volt az, hogy a saját kézen történő ecsetmozgások pontosan kövessék az ujjízületeket és ujjperceket, hogy egy identikus láthatatlan bal kéz pontos három dimenziós körvonalát biztosítsuk. Az ingerlés egy előre meghatározott frekvencián (0,9 Hz) történt mindegyik kondícióban, amelyet a kísérletvezető egy fülhallgatón keresztül csak egy általa hallható metronóm segítségével követett.

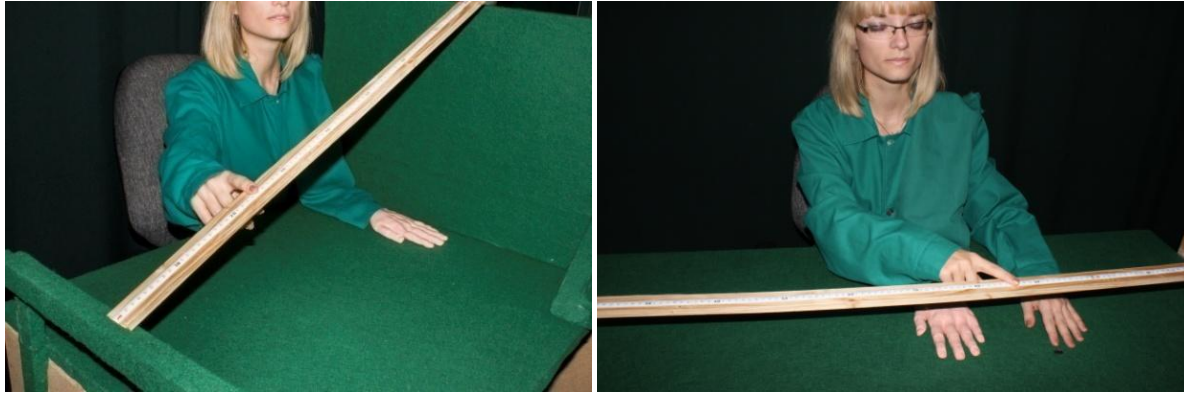
#### **5.3.5. Kérdőívek**

Minden kondíció végén egy nyolc állításból álló random sorrendű kérdőívet kellett a személyeknek értékelniük azért, hogy így határozzuk meg az illúzióval kapcsolatos szubjektív tapasztalataikat (Botvinick és Cohen, 1998). A nyolc állítás az illúzióval kapcsolatos szubjektív tapasztalatok fő vonásait mérte (lásd: mellékletek). Hat állítást vettünk át Longo és

mukatársaitól (2008), amelyek az illúzió két fő komponensét mérik: a Q1-Q4 állítások a gumikéz, a körülrajzolt kéz és a láthatatlan kéz megtestesítését. A Q5-Q6 állítások a saját kéz disszociációját (tulajdonosság elvesztése) mérik. A Q7-Q8 állításokat Botvinick és Cohen (1998) vizsgálatából vettük át, mint kontrollállításokat, mert ezek az állítások nincsenek kapcsolatban a gumikéz illúzióval. Minden kísérleti blokk végén arra kértük a személyeket, hogy értékeljék ezeket az állításokat. Azt, hogy az állításokkal milyen mértékben értenek egyet, egy 11 pontos Lickert skálán kellett értékelnie a résztvevőknek. Tájékoztattuk őket, hogy a 0 érték jelenti a „egyáltalán nem értek egyet”, a 10 érték jelenti a „teljes mértékben egyet értek”. Az állítások lényegüket tekintve azonosak voltak, de nem voltak szó szerint egyformák minden kondícióban. A Q1-Q4 állítások a két elképzelt kéz kondíció után kissé különböztek a standard állításoktól, mivel ezekben a kondíciókban az üres térrel kapcsolatos taktilis tapasztalatokra és az elképzelt kéz megtestesítésére kérdeztünk rá.

### **5.3.6. Proprioceptív drift**

A proprioceptív drift az illúzió viselkedéses mérése. Ahogy Botvinick és Cohen (1998), továbbá Tsakiris és Haggard (2005) leírta, a GI-nak van egy specifikus vonása, a saját kéz érzékelt helye elmozdul a gumikéz helye felé, arányban az ownership érzésének tapasztalatával (de lásd: Rhode és mtsai., 2011 kritikáját). A résztvevők bal kezének érzékelt pozícióját a proprioceptív drift úgynevezett nem-vizuális változatával mértük le (Lopez és mtsai, 2012). Az első ingerlési periódus után (2 perc), a kísérletvezető egy vonalzót helyezett az asztal fölé és a résztvevőket megkértük, hogy helyezték rá a jobb mutatóujjukat. Majd megkértük őket, hogy csukják be a szemüket és precízen, de amilyen gyorsan csak tudják, húzzák az ujjukat arra a helyre (és ott állítsák meg), ahol a bal mutató ujjuk pozícióját érzékelik. A résztvevők így jelezték azt, hogy hol érzékelik a bal mutatóujjukat. A mérés lépéseit a 7. ábra mutatja. A vonalzó 130 cm hosszú volt és 13 cm magasságban volt az asztal felett. Beosztása csak a kísérletvezető számára volt leolvasható. A vonalzó távolsága a résztvevőktől nem volt egyenlő, mert a mérések a with-in-subject elvet követték és fontos volt, hogy a mérési folyamat minden esetben standard legyen. Így a vonalzó távolságát a személyektől mindig az adott személy mutatóujja határozta meg, e fölé volt helyezve.



7. ábra. A proprioceptív mérés lépései.<sup>4</sup>

## 5.4. Eredmények

### 5.4.1. Statisztikai elemzés

Az adatok feldolgozása az SPSS 20.0 statisztikai program használatával történt. Összetartozó mintás variancia-analízist használtunk a gumikéz kondíció (GI), a támogatott láthatatlankéz illúzió kondíció (TLI) és a láthatatlankéz illúzió kondíció (LI) során mért proprioceptív drift értékek közötti különbségek vizsgálatára. Majd páros t-próbát alkalmaztunk a kondíció-párok közötti különbségek vizsgálatára. Itt Bonferroni korrekciót használtunk, hogy elkerüljük az elsőfajú hibát a többszörös összehasonlításban. A kérdőívvel kapott eredmények elemzésekor a Kolmogorov Smirnov normalitás próba eredményeit figyelembe véve Friedman próbát alkalmaztunk a GI, a TLI és a LI kondíciók közötti különbség vizsgálatára. A páros összehasonlításra Wilcoxon próbát használtunk, továbbá Bonferroni-korrekciót alkalmaztunk az elsőfajú hiba kiküszöbölésére.

### 5.4.2. A proprioceptív drift mérés eredményei

A proprioceptív drift eredményeinek értékeléséhez először átlagoltuk a centiméterben mért értékeket arra vonatkozóan, hogy a kísérleti személyek hol jelölték meg bal mutatóujjuk helyét a vonalzó mentén az egyes mérések alkalmával. Az erre vonatkozó értékek a gyakorlási szakaszban mért előzetes méréskor;  $M = 96.68 (\pm 3.90)$ , a műkéz kondícióban  $M = 92.15 (\pm 7.52)$ , a kézséma kondícióban  $M = 93.69 (\pm 6.00)$ , a láthatatlan kéz kondícióban

---

<sup>4</sup>A közölt fotó a vizsgálat lebonyolításában részt vett munkatársról készült a beleegyezésével.



pedig  $M = 94.39 (\pm 6.05)$ . A gyakorlási szakaszban mért átlageredményből kivontuk a három kondíció átlagértékeit, így megkaptuk a proprioceptív drift valós értékeit. Így a működés kondícióban  $M = 4.53 \text{ cm } (\pm 6.30)$ , a kézséma kondícióban  $M = 2.99 \text{ cm } (\pm 4.65)$ , a láthatatlan kéz kondícióban  $M = 2.29 \text{ cm } (\pm 4.93)$ . Ezt követően a proprioceptív drift eredmények normalitás vizsgálatát végeztük el, Kolmogorov-Smirnov próbával. Az eredmények szerint mindhárom kondícióban normál eloszlásúak az adatok (8. ábra), így a további összehasonlításokra a továbbiakban parametrikus eljárásokat alkalmaztunk.

Kondíció	Medián	Átlag (SD)	K-S	Szig.
GK	93,25	92,16 (7,52)	,429	,993
GI	94,00	93,70 (6,00)	,501	,963
LI	94,00	94,39 (6,05)	,730	,661

8. ábra. A proprioceptív drift eredmények normalitásvizsgálatának összefoglaló adatai (N=32).

Az összetartozó mintás variancia-analízis alapján a három kondícióban mért proprioceptív drift értékek közötti különbség szignifikáns ( $F = 7.152$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.012$ ). A páros összehasonlítás szerint a GI és a LI kondíciók között szignifikáns különbség mutatható ki ( $t=2.674$ ,  $df=31$ ,  $p=0.012$ ). A páros összehasonlítás értékeit a 9. ábra foglalja táblázatba.

összehasonlítás	t-érték	df	szignifikancia
GI – TLI	-1.933	31	0.062
GI – LI	-2.674	31	0.012
TLI – LI	-1.036	31	0.308

9. ábra. A három kondíció proprioceptív drift értékeit összehasonlító t-próbák eredményei (N=32)

### 5.4.3. A szubjektív kérdőív egyeseredményei

Nem parametrikus Friedman tesztet alkalmazva megállapítottuk, hogy a három különböző kondíció a következő tételekben mutatott szignifikáns szubjektív különbséget: Q1 ( $\chi^2 = 13.7$ ,  $df=2$ ,  $p=0.001$ ), Q3 ( $\chi^2 = 14.1$ ,  $df=2$ ,  $p=0.001$ ), Q4 ( $\chi^2 = 12.9$ ,  $df=2$ ,  $p=0.002$ ), Q5 ( $\chi^2 = 6.6$ ,  $df=2$ ,  $p=0.036$ ), Q6 ( $\chi^2 = 6.27$ ,  $df=2$ ,  $p=0.043$ ). A többszörös összehasonlítás után Wilcoxon próbával elvégeztük a páros összehasonlításokat, amely szignifikáns különbségeket

eredményezett a: Q1 tétel esetén, a GI és a TLI kondíciók között ( $Z = -2.8$ ,  $p = 0.005$ ), továbbá a GI és a LI kondíciók között ( $Z = -3.3$ ,  $p = 0.001$ ), Q3 tétel esetén a GI és a LI kondíciók között ( $Z = -2.9$ ,  $p = 0.003$ ), továbbá a LI és a TLI kondíciók között ( $Z = -2.5$ ,  $p = 0.011$ ), Q4 tétel esetén a GI és a LI kondíciók között ( $Z = -2.9$ ,  $p = 0.003$ ), továbbá a LI és a TLI kondíciók között ( $Z = -2.5$ ,  $p = 0.01$ ).

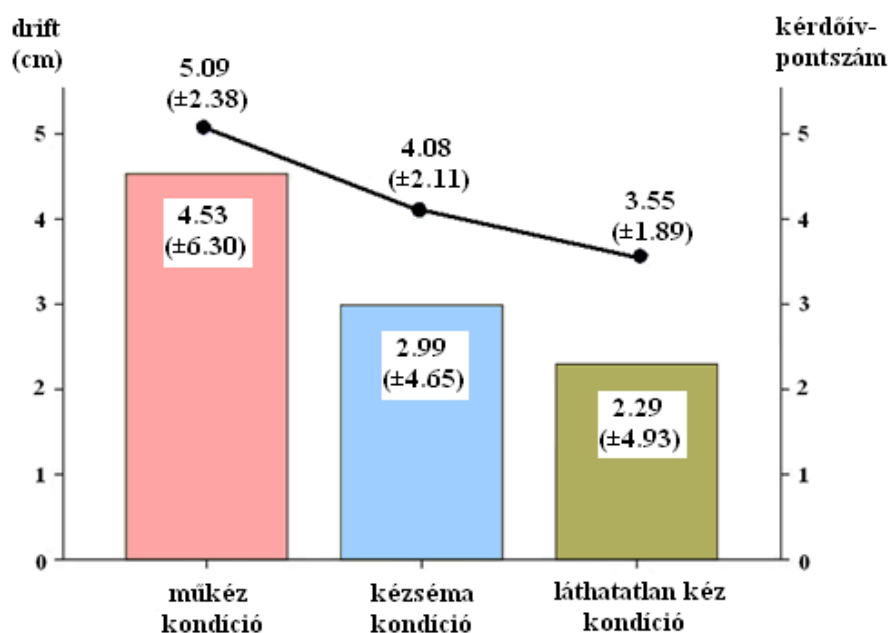
A kérdőív faktorait reliabilitás vizsgálatnak is alávetettük, hogy lássuk, mennyire megbízhatóak az egyes faktorok. Az eredmények alapján a téves lokalizáció faktorának Q1-Q2 tételei a három elrendezésben kapott eredmények alapján összetartozóak (A Cronbach-Alfa értékei: GI: ,851; TLI: ,807; LI: ,742). A tulajdonosság faktorának Q3-Q4 tételei a három elrendezésben kapott eredmények alapján összetartozóak (A Cronbach-Alfa értékei: GI: ,948; TLI: ,915; LI: ,883). A megtestesítés faktorának Q1-Q4 tételei a három elrendezésben kapott eredmények alapján összetartozóak (A Cronbach-Alfa értékei: GI: ,896; TLI: ,900; LI: ,860). A tulajdonosság elvesztésének faktorának Q5-Q6 tételei a három elrendezésben kapott eredmények alapján összetartozóak (A Cronbach-Alfa értékei: GI: ,669; TLI: ,586; LI: ,726). A kontroll kérdések faktorának Q7-Q8 tételei a három elrendezésben kapott eredmények alapján összetartozóak (A Cronbach-Alfa értékei: GI: ,601; TLI: ,630; LI: ,560). Láthatjuk, hogy a faktorok tételei konzisztensen mérnek, ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a tulajdonosság elvesztése faktorban a TLI helyzetre vonatkozóan, illetve a kontroll faktorban a LI helyzetre vonatkozóan csak gyenge konzisztencia szint jött ki az elemzés során.

#### **5.4.4. A szubjektív kérdőív összevont eredményei**

A kondíciók közötti összehasonlítást a *téves lokalizálás* (Q1-Q2), a *tulajdonosság* (Q3-Q4), a *tulajdonosság elvesztése* (Q5-Q6) és a *megtestesítés* (Q1-Q4) faktorai szerint csoportosítva végeztük el. Ezek a faktorok Friedman tesztet alkalmazva a következő tételekben mutattak szignifikáns különbséget: Q1-Q2 ( $\chi^2 = 8.75$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0.013$ ), Q3-Q4 ( $\chi^2 = 16.38$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0.000$ ), Q1-Q4 ( $\chi^2 = 20.24$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0.000$ ), Q1-Q6 ( $\chi^2 = 19.08$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0.000$ ).

Mivel a Q5-Q6 nem mutatott szignifikáns különbséget a kondíciók közötti összehasonlításban, a páros összehasonlításban a továbbiakban kihagytuk. A páros összehasonlításokat Wilcoxon próbával végeztük el. A többszörös összehasonlításra vonatkozó korrekciót követően a következő összehasonlításokban mutatkozott szignifikáns különbség: a Q1-Q2 tételek esetén a GI kondíció ( $M = 6.56 \pm 2.58$ ) és a TLI kondíció ( $M = 4.95 \pm 2.52$ ) között ( $Z = -2.78$ ,  $p = 0.005$ ); a Q3-Q4 tételek esetén a GI kondíció ( $M = 5.39 \pm$

2.99) és a LI kondíció (M = 3.15 ± 2.54) között (Z = -2.98, p = 0.003), valamint a TLI kondíció (M = 4.32 ± 2.92) és a LI kondíció között (Z = -2.85, p=0.004); a Q1-Q4 tételek esetén a TLI kondíció és a LIK kondíció (Z = -2.85, p= 0.004), a GI kondíció és a LI kondíció (Z = -3.15, p=0.002), továbbá a GI kondíció és a TLI kondíció (Z=-2.52, p=0.012) között. A szignifikáns különbségek minden esetben abból adódnak, hogy a gumikéz kondícióban adott pontszámok magasabbak, mint a kézséma kondícióban és a láthatatlan kéz kondícióban adott pontszámok, illetve, hogy a kézséma kondícióban adott pontszámok magasabbak, mint a láthatatlan kéz kondícióban adott pontszámok. A 10. ábrán összesítve látható a három kondícióhoz tartozó proprioceptív drift érték és kérdőív-pontszám.



10. ábra. A három kondícióhoz tartozó proprioceptív sodródás értékek és kérdőív-pontszámok. Az oszlopok a sodródás értékek, a felettük elhelyezkedő három pont és a vonal a kérdőív tételek (1-6) átlaga (N=32).

#### 5.4.5. Az illúzió objektív és szubjektív eredményeinek összefoglalása

A proprioceptív drift esetében a GI és a LI kondíciók között kaptunk szignifikáns különbséget. A kérdőíves adatok alapján az egyes tételek átlagpontszámai nagyobbak a GI, mint a TLI és a LI kondícióban. A TLI kondícióban pedig nagyobbak, mint a LI kondícióban, a Q6 tétel kivételével. Az átlagértékek vonatkozásában a *téves lokalizálás* dimenzió értékei minden kondícióban a legmagasabbak, ezt követik a tulajdonosság értékei, végül a tulajdonosság elvesztésének értékei a legacsonyabbak.

A *téves lokalizáció* dimenzióban (Q1-Q2) kapott pontszám a GI kondícióban szignifikánsan nagyobb, mint a LI kondícióban. A *tulajdonosság* dimenzió (Q3-Q4) pontszáma a GI kondícióban és a TLI kondícióban is szignifikánsan nagyobb, mint a LI kondícióban. Továbbá a TLI és LI kondíciók is szignifikáns különbséget mutatnak. A *tulajdonosság elvesztése* dimenzió (Q5-Q6) esetén nem mutatkozott szignifikáns különbség a kondíciók között. A *megtestesítés* dimenzió (Q1-Q4) esetén szignifikáns különbség mutatkozott a GI és TLI, a GI és LI, továbbá a TLI és LI kondíciók között. A kontroll tételekre adott pontszámok a legalacsonyabbak az összes kérdőív-tétel közül, és átlagos értékükben nem mutatkozott szignifikáns különbség a három kondíció között, ami egyértelműen jelzi, hogy a kapott adatok megbízhatóak, nem műtermék hatásról van szó és a személyek őszintén számoltak be tapasztalataikról.

## 5.5. Diskusszió

Ebben a vizsgálatban egy módosított GKI paradigmában vizsgáltuk meg azt, hogy a vizuális információ csökkentésének és a képzeletnek milyen hatása van az illúzió erősségére, illetve hogy a gumikéz illúzió mely faktorai milyen fokban érzékenyek a vizuális információ csökkentésére és a képzelet lehetséges befolyására. Ezt a GI és az LI kondíciók közötti különbségek tesztelésével végeztük el. Míg a TLI és LI kondíciók közötti különbség tesztelésével azt vizsgáltuk, hogy a képzelet és annak megtámogatása, mennyiben erősíti fel az illúziót. A helyzet kiváltotta a tulajdonosság tapasztalatát a gumikézre, a kézsémára és az üres térre is. Ezt a hatást viselkedéses és kérdőíves adatokkal támasztottuk alá. A proprioceptív drift objektív viselkedéses eredményei azt mutatják, hogy az illúzió a GI kondícióban volt a legerősebb, szignifikánsan különbözött a LI kondíciótól, míg a TLI kondíció nem tért el szignifikánsan a két másik elrendezéstől. Ez alapján mondhatjuk, hogy a sajáttest-élmény erősségében szignifikáns eltérés van annak függvényében, hogy a céltárgy a háromdimenziós műkéz, vagy valamely elképzelt vagy láthatatlan kéz. Ezt az összevont kérdőívadatok is megerősítik, az illúzió jelentősebb szubjektív átélése mutatkozott meg, amikor az illúzió céltárgya a műkéz volt. Továbbá mondhatjuk, hogy a sajáttest-élmény létrejötté kevésbé érzékeny a vizuális információ kismértékű változásaira és csak a vizuális markerek számottevőbb eltéréseire reagál. Ezen kívül az a tény, hogy a TLI és a LI kondíciók között nem mutatkozott szignifikáns különbség, azt is jelzi, hogy a TLI kondícióban nyújtott, a képzelet vizuális támogatását szándékozó standard méretű körülrajzolt kéz nem rendelkezett

elégleges facilitáló hatással a képzelet felerősítésének tekintetében. Bár azt is meg kell jegyezni, hogy egy tendencia kezdett megjelenni e tekintetben. A proprioceptív sodródás által jelzett eredmények tehát a testsémában bekövetkező változásokat mindhárom kondícióban jelzik, de eltérő mértékben. A műkéz markánsabban változtatta meg a testsémát, mint az elképzelt kéz.

Az illúzió erejére vonatkozóan lényeges különbség van a személyek szubjektív tapasztalatában a három elrendezés között. A kérdőív adatok alapján a téves lokalizálás faktor csak a vizuális információ nagyobb mértékű változásaira érzékeny, ugyanakkor a kisebb változásokra érzéketlen. A tulajdonosság dimenzióban (Q3-Q4) szignifikáns különbség mutatkozott meg a GI és a LI kondíciók között, illetve a TLI és a LI kondíciók között. A LI kondícióban szignifikánsan csökkent mértékben alakult csak ki a tulajdonosság élménye a GI és a TLI kondíciókhoz képest. Ezen eredmények magyarázatából nem zárható ki annak esélye, hogy a vizualitásra vonatkozó információk közül a kontúr, mint formai attribútum szerepet játszhatott, az illúzió kiváltódásában (Hans és mtsai., 2008). Ugyanakkor jól magyarázhatóak azzal is, hogy a kontúr felerősítette, támogatta a képzelőerőt és így a személyek felerősödött képzeleti tevékenysége befolyásolta a tulajdonosságra vonatkozóan szignifikáns különbségeket. Fontos tény e tekintetben az, hogy az ecsettel történő ingerlés során az ecset nem ért hozzá a kézrajzhoz, hanem a fölött mozgott, így a taktilis ingereket a személy nem a kézvázlatra, hanem a láthatatlan kézre lokalizálta (az egész illúzió kiindulópontja a taktilis áthelyeződés, amely a téves lokalizációhoz vezet), ezért a kézvázlat és az ecset közötti teret a képzelettel tölthették ki a személyek. Azon tény alapján, hogy a TLI kondícióban történt ingerlés nem érintkezett a kézrajzzal, mondhatjuk, hogy a kézvázlat nem tekinthető releváns bottom-up ingernek, hanem sokkal inkább egy olyan módosított (támogatott) láthatatlankéz illúzióknak, amely top-down képzeleti folyamatokat indukálhatott. Másrésztől több tanulmány alapján arra következtethetünk, hogy a vizuális képzelet és a vizuális percepció kölcsönösen facilitálják egymást, (Egy részletes összefoglaló a témában: Glyn, 2001) mások pedig arra mutattak rá, hogy amennyiben a vizuális inger kongruens a mentális képpel, akkor az támogatja a képzeleti kép kialakulását (Mast és mtsai, 2002; Tartaglia és mtsai, 2012). A megtestesítés dimenzióban (Q1-Q4) mindhárom elrendezés között szignifikáns különbség mutatkozott. A tulajdonosságra és a megtestesítésre vonatkozó eredmények alapján megfogalmazhatjuk azt, hogy e két élmény-dimenzió a legérzékenyebb mind a vizuális információ kismértékű változásaira, mind a képzelet hatására az illúzió vonatkozásában.

A tulajdonosság elvesztése faktor (Q5, Q6) nem szignifikáns, tehát a legérzékenyebb a vizuális információ változásaira.

### 5.5.1. Összegzés

Elmondhatjuk tehát, hogy bár a vizuális információ nem szükséges feltétele az illúzióknak, de jelentősen hozzájárul az illúzió erősségéhez. Ugyanakkor az illúzió különböző szubjektív faktorai, eltérő módon érzékenyek a vizuális információ változására. A legérzékenyebb a megtestesítés és a tulajdonosság szubjektív faktora. A téves lokalizáció szubjektív faktora már kevésbé érzékeny, a tulajdonosság elvesztésének faktora pedig érzéketlen rá. A proprioceptív sodródás csak a vizuális információ nagymértékű változására reagál.

Az az eredmény, hogy az illúzió a céltárgyaként funkcionáló műkéz jelenlétekor volt a legerősebb, a vizuális feed-back szerepére utal a testséma létrehozásának, illetve fenntartásának, módosíthatóságának vonatkozásában. E tekintetben számos vizsgálat igazolta a vizuális modalításban a bottom-up mechanizmus szerepét (Lásd, például: Armel és Ramachandran, 2003; Welch, 1972). Ezen eredmények érhetővé válnak a Tsakiris és kollégái (2010) által leírt bottom-up és top-down egymást kölcsönösen kiegészítő mechanizmusok fényében. Nevezetesen, ha a céltárgy egy olyan antropomorf kéz formájú tárgy, amely megfelel az eredeti belső innát és tapasztalati mentális reprezentációnak, akkor a GI kondícióban erősebb illúzió jön létre, mint bármely más helyzetben.

Ugyanakkor a TLI és LI kondíciók esetében, a tulajdonosság és tágabb értelemben a megtestesítés élmény-dimenziójának értelmezésében felmerül a kérdés, hogy milyen értelemben beszélhetünk a Tsakiris és munkatársai (2010) által leírt illesztési folyamatról. Továbbá a TLI kondícióban kérdés, hogy pontosan mi az ami összeillesztésre került a belső reprezentációval, amely végül a testi tudatosság változását eredményezte. A kézrajz látványa más szerepet töltött be az illúzió kiváltódása során, mint a gumikéz látványa. Ezért a két kondíció (a GI és a TLI) nem hasonlítható össze minden tekintetben és nem állíthatjuk azt, hogy pusztán a vizuális információ mértékében volt különbség a kettő között. Egy kétdimenziós kézkontúr minőségileg különbözik a háromdimenziós gumikéz látványától, ezért nem valószínű, hogy önmagában összeillesztésre került volna a belső testséma reprezentációval, majd változásokat idézett volna ott elő. Továbbá a látott ecsetütögetések nem érintették a kézrajzot, ezért a taktilis ingerek nem társulhattak a kézrajz által nyújtott

vizuális ingerhez. A kettő közötti űrt a személyek képzeletének kellett kitöltenie (Glyn, 2001; Mast és mtsai, 2002; Tartaglia és mtsai, 2012).

### **5.5.2. Konklúzió**

Hipotézisünk igazolódott, a vizuális információ jelentősen hozzájárul az illúzió intenzitásához, a vizuális információ csökkenésével az illúzió ereje is csökken. Meghatároztuk, hogy az illúzió mely komponensei milyen mértékben függenek a vizuális információtól, de nem tudtuk egyértelműen meghatározni azt, hogy a TLI és LI kondíciók közötti tulajdonosság és megtestesítés élmény-dimenzióira vonatkozó különbség milyen mértékben köszönhető a vizuális információnak és milyen mértékben a képzeleti folyamatoknak.

### **5.5.3. Kitekintés és limitációk**

Bár erős érvek szólnak amellett, hogy a két képzeleti kondícióban a képzelet megjelenése szerepet játszott az illúzió kiváltódásában és abban, hogy a tulajdonosság dimenzióban szignifikáns különbség mutatkozott e két kondíció között, nem sikerült minden kétséget kizáróan bizonyítanunk, hogy a TLI kondícióban a vizuális kontúrból származó információ, vagy a kézrajz által támogatott képzelet hatása volt az, amely megnövelte a személyek szubjektív tulajdonosság tapasztalatát. E vizsgálatunk nem tudott kizárólagos választ adni arra a kérdésre, hogy a képzeletnek milyen mértékben van szerepe az illúzió létrejöttében. A jövőben egy új elrendezés kialakításával fogjuk megválaszolni ezt az izgalmas kérdést.

Arra a kérdésre sem nem kaptunk egyértelmű választ, hogy az üres teret nem-testszerű tárgyként, vagy tárgynak nem minősülő térként kell definiálnunk. Véleményünk szerint inkább az utóbbi a valószínű, de a vizsgálati elrendezés nem tette lehetővé ennek egyértelmű eldöntését. Ha üres térként tekintjük, akkor eredményeink támogatják Gusterstam és kollégáinak (2013) eredményeit, a láthatatlan kéz illúzió kiváltható az üres térben, illetve nincs szükség testszerű tárgyra. Ha nem-testszerű tárgyként tekintjük, akkor eredményeink támogatják Armelék (2003) eredményeit is, az illúzió kiváltható nem-testszerű tárgyra is, bár tény, hogy Gusterstamék és a mi vizsgálatunkban az ecsetérintések nem érintették az asztalt, hanem felette történtek. Hohwy és Paton (2010) Armelékkel kapcsolatos kritikai észrevételét

a randomizált sorrendel küszöböltük ki, így nem okozhatta a láthatatlan kéz illúziót a Bayes-tanulás hatása.

## **6. A Gumikéz Illúzió hatása a fájdalomküszöbre vonatkozóan<sup>5</sup>**

### **6.1. Bevezető**

Számos pszichológiai, a fájdalomenyhítéssel kapcsolatos beavatkozást használnak a klinikai gyakorlatban, mint például a már említett figyelemelterelést, relaxációt, irányított képzeletet, kognitív terápiákat és a hipnózist. Az utóbbi évtizedben egy új kutatási irány merült fel, amely területen számos tanulmány mutatta ki, hogy az akut fájdalom modulálható az agykérgi testrepresentáció manipulálásával. A fájdalomkutatásban a testpercepció szerepét először a fantomvégtag fájdalom (Phantom Limb Pain) és a komplex helyi fájdalom szindróma (Complex Regional Pain Syndrome) területein kutatták. E területeken a kérgi testrepresentációk hibás újraszerveződése figyelhető meg (Swart és mtsai, 2009; Bekrater-Bodmann és mtsai, 2011; Moseley és mtsai, 2012). Az utóbbi években néhány tanulmány arra is rámutatott, hogy a testi tudatosság manipulációja nem csak az akut fájdalom esetén, hanem a krónikus fájdalom szindrómánál is a fájdalom enyhüléséhez vezethet (Moseley, 2011). Longo és munkatársai (2009) arra az eredményre jutottak, hogy ha a személy a saját kezét figyelni, miközben fájdalom inger éri a kezét, összehasonlítva azzal a helyzettel, amikor egy semleges tárgyat néz a fájdalominger közben, akkor ez szignifikáns csökkenést eredményez a fájdalomélmény szubjektív intenzitásában. Az elsődleges szomatoszenzoros kéreg (S1) és a posterior agyi területek központi szerepet játszanak az úgynevezett „vizuális test-hálózat” létrejöttében (Visual Body Network), (Longo és mtsai, 2012). Manchini és kollégái (2011) vizsgálatukban tükrökkel manipulálták a kéz látott méretét. Eredményeik alapján a fájdalomküszöb annak arányában emelkedik meg, hogy mekkora volt a kéz látott mérete. Érdekes módon, a vizuális percepció manipulálásának ellenkező hatását figyelték meg krónikus fájdalomszindróma esetén, amikor éppen az érintett testrész méretének csökkentése enyhítette a fájdalmat (Moseley és mtsai, 2008b; Ramachandran és mtsai, 2009). A vizsgálatok kiemelik a multiszenzoros integráció szerepét az olyan fájdalom-menedzsmentekben, amelyek a paradox fájdalom kiváltásával vannak kapcsolatban, mint amilyen például a hő-grill illúzió (Thermal Grill Illusion) (Kammers és mtsai., 2010). A

---

<sup>5</sup>A 6. fejezet Hegedüs és munkatársai (2014) munkája alapján került megírásra.



testrepresentáció manipulálása fájdalomcsillapító hatással járhat, ha ahelyett, hogy emelnénk a multiszenzoros integráció koherenciáját, összezavarjuk azt. Például ha a személy keresztezi a kezeit, a fájdalom lokalizációja bizonytalanná válik és a fájdalomküszöb megemelkedik (Gallace és mtsai., 2011).

Egy további lényeges lépés annak megértése felé, hogy a testrepresentáció milyen hatással van a fájdalom kezelésére, jól megalapozott kísérleti paradigmák létrehozása lenne, amelyek egészséges személyeken tesztelnék a nocicepciót (Moseley, 2011). Eddig összesen egy tanulmány jelent csak meg, amelyben ilyen eredményeket mutattak ki: Hänsell és kollégái (2011) az úgynevezett testen kívüliség illúziója (Out of Body Illusion, OBI) paradigmát használva azt találták, hogy a tulajdonosság érzését kiváltva egy virtuális testtel kapcsolatban, a nyomás által kiváltott fájdalom küszöb 16%-al megnövekedett a baseline elrendezéshez képest és a fájdalomküszöb értéke korrelált a módosult megtestesítés érzékelt élességével. Azonban a kiváltott illúzió csak egy tendenciát mutatott a fájdalomküszöb megemelkedésében a kontroll kondícióhoz képest. Az OBI ugyanazon a kognitív mechanizmuson alapszik, mint az egyszerűbb és alaposabban tanulmányozott GKI. Mivel az eddigi eredmények nem egyértelműek, szükségessé vált a GKI fájdalomcsillapító potenciáljának kísérletes vizsgálata. Mint a módosult testi tudatosság objektív kísérőjelenségei, a fiziológiai változások szintén mutatják, hogy az érintett testrész leválik a testsémáról (tulajdonosság elvesztése). A GKI kiváltódásakor egy kicsi, de szignifikáns csökkenést mutattak ki a kézhőmérsékletben (Moseley, 2008/b) valamint a hisztamin reaktivitás megemelkedése (Barnsley és mtsai, 2011) volt tapasztalható a rejtett kézen. Továbbá, amikor a mesterséges kéz integritása veszélybe kerül, például ha valaki anatómiailag lehetetlen módon meghajlítja a műkéz ujjait, az alany olyan érzelmi válaszokat produkál, és a bőrellenállás oly módon változik meg, mintha a saját kezét veszélyeztetnék (Armel és Ramachandran, 2003). Ezt a jelenséget fMRI vizsgálatokkal is megerősítették (Ehrsson, 2007). A fájdalom és a GKI közötti kapcsolatáról más tanulmányok is készültek, amelyek felfedték, hogy a személyek rejtett kezén keletkező akut fájdalmas inger nem befolyásolja az illúziót (Kammers és mtsai, 2011) és hogy a fájdalmas taktilis ingerek szintén alkalmasak az illúzió kiváltására (Capelari és mtsai, 2009). Mindezen eredmények mellett eddig még szinte semmit sem tudunk a GKI fájdalomra gyakorolt hatásáról, eltekintve egy cikktől (Mohan és mtsai, 2012). Kísérletünkben megvizsgáltuk a fájdalom és a GKI kapcsolatát, a fentebb említett vizsgálattal ellentétes módon. Hänsell és kollégái (2011) eredményei alapján feltettük, hogy magasabb fájdalomküszöb és alacsonyabb tapasztalt fájdalom lesz kimutatható, abban az elrendezésben, amelyben az illúzió kiváltódik (szinkron ingerléskor), mint abban, amelyben az illúzió nem váltódik ki (aszinkron ingerléskor). Egy

további kontrollfeltételt alkalmaztunk, azért hogy lássuk, hogy egy mesterséges kéz látványának van-e fájdalomcsökkentő hatása, összehasonlítva azzal, mint amikor valaki a saját kezét látja. A további kontroll kondícióban a személyek a saját kezüket látták a fájdalommérés alatt. Ahhoz, hogy jobban megértsük az akut fájdalom kezelését, a GKI paradigmáját használtuk fel ennek tesztelésére, hogy a testi tudatosság módosulását elérjük. Kiegészítve, egy a saját kéz mutatóujja alatt elhelyezkedő hőstimulátorral, amely fájdalmat okozott.

## **6.2. Metódus**

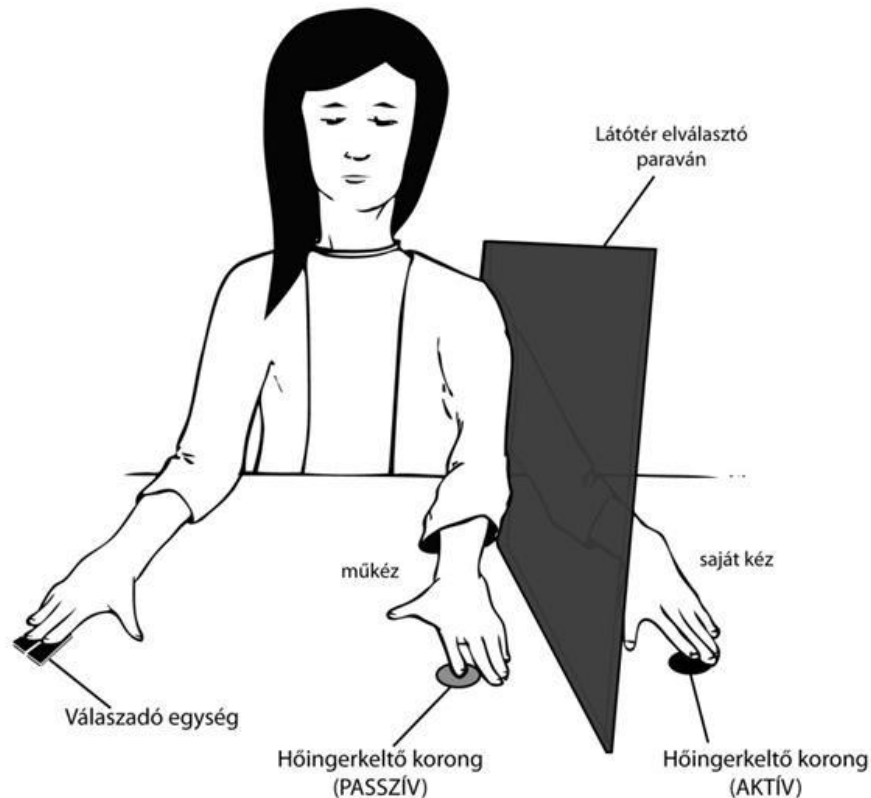
### **6.2.1. Résztvevők**

30 egészséges, jobbkezes résztvevő (17 nő, 13 férfi, átlagéletkoruk 22,36 év), akiket a Pécsi Tudományegyetem hallgatói közül toboroztunk. A kezességet az Edinburgh Inventory (Oldfield, 1971) teszt alapján vizsgáltuk meg. A személyek nem rendelkeztek előzetes tapasztalattal a GKI-val kapcsolatban. Kizártunk minden résztvevőt, aki bármilyen fájdalomcsökkentő anyagot szedett a kísérletet megelőző egy héten belül. Továbbá kizártunk egy résztvevőt, akinek magasabb volt a hőfájdalom küszöbe, mint a vizsgálatban szereplő hőstimulátor készülék biztonsági korlátja. A vizsgálat a Helsinki Nyilatkozat alapjainak megfelelően volt kivitelezve és elvégezve és a Pécsi Orvosi Központ Helyi Kutatási Etikai Bizottság által jóváhagyva. Minden résztvevő írásos tájékoztatást kapott a kísérlet jellegéről (természetesen nem annak céljairól, vagy pontos leírásáról), illetve írásos beleegyező nyilatkozatot adott a kísérletben történő önkéntes részvételi szándékáról. A résztvevők a részvételért díjazásban részesültek.

### **6.2.2. Kísérleti elrendezés**

A GKI részben ismertett módon zajlott a vizsgálat, kiegészítve azzal, hogy a személyek bal mutató ujjá alatt helyezkedett el egy hőstimulátor panel az asztallapon. A személyek jobb kezénél egy komputer egér volt, amelynek bármely gombjának megnyomásával a személy azonnal leállíthatta a hőingert. A kísérletvezető a személlyel szemben állt és végezte az ingerlést. Három kísérleti elrendezést használtunk: illúzió kondíció (szinkroningerlés), aszinkron kontroll kondíció (aszinkron ingerlés) és sajátkéz kontroll kondíció (nincs ingerlés,

de a személy a saját kezét nézte a fájdalomküszöb mérés alatt). Az illúzió és az aszinkron kondíció alatt egy élethű bal műkéz volt az asztalra helyezve a személy bal kezétől jobbra. A műkéz és a bal kéz mutatóujjai között 20 cm volt a távolság. A műkéz a standard zöld köpennyel (amelyet a személyek viseltek) egy ugyanilyen köpenyujjal csatlakozott a köpenyhez, így realisztikus benyomást adott. Azért, hogy a személyek ne lássák a saját kezüket a GKI paradigmának megfelelő válaszfal választotta el a saját kezét a műkéztől. A kísérleti elrendezést a 11. ábra mutatja.



11. ábra. A kísérleti elrendezés.

### 6.2.3. Kísérleti procedúra

A kísérleti szakaszt megelőzően a személyek egy gyakorlási szakaszban vettek részt, amelyben egy propioceptív drift mérés, két fájdalomküszöb és egy fájdalomintenzitás mérés történt. A kísérleti szakasz három blokkból állt, a három kísérleti kondíciónak megfelelően (illúzió, aszinkron és sajátkéz). A három kondíció sorrendje minden esetben randomizálva volt. A szinkron és aszinkron blokkok 2 perces ingeradással (ecsettel történő ütögetés) kezdődtek (indukciós fázis), amely a műkéz és a nem látott bal kéz összes ujján – kivéve a hüvelykujjon – történt. Az indukciós fázis után volt a propioceptív drift mérése és az ingeradással kapcsolatos szubjektív kérdőív random sorrendű felvétele. Ezt követően egy 1

perces feltöltő ingerlési szakasz, majd fájdalomküszöb mérés következett. Majd ismét egy 1 perces feltöltő ingerlési szakaszt követően a résztvevőknek egy vizuális skálán kellett értékelniük a hőinger által kiváltott fájdalom szubjektív erősségét (Visual Analogue Scale, VAS). Az ingerlés frekvenciája minden esetben 0.9 Hz volt, amelyet a kísérletvezető a fülében lévő fejhallgatón keresztül hallott, egy metronóm segítségével. A sajátkez blokkban csak a proprioceptív drift, a fájdalomküszöb és a VAS mérések történtek meg, anélkül, hogy a műkéz az asztalra került, illetve bármilyen ingerlés történt volna. Ekkor a válaszfal sem volt az asztalra helyezve. Mindhárom kísérleti blokk között egy 5 perces szünet biztosította azt, hogy az illúzió hatása elmúljon. E szünetekben ennek biztosítására a személyek a saját kezükön elvégzendő manipulációs feladatokat kaptak.

#### **6.2.4. A fájdalomküszöb mérés**

A fájdalomküszöb méréseket egy Medoc Pathway Pain and Evaluation System (Medoc, Israel) készülékkel végeztük. A hőinger adás pontos helye a bal mutatóujj utolsó percének alsó (tenyér felőli) részén történt, a készülék hőleadó felületén keresztül. Ez a felület az asztal síkjában volt (besüllyesztve az asztalba), így a személyek nem éreztek különbséget ahhoz képest, mintha a kezük (és a mutatóujjuk) alatt semmi nem lett volna, így semmilyen szokatlan mechanikus ingert nem okozott. A személyek a kezüket nem mozdíthatták meg és az instrukciónak megfelelően a kísérlet alatt figyelmüket a bal kéz felőli asztalon lévő kézre irányították (a műkézre, illetve a saját kezükre). Minden egyes blokkban három fájdalomküszöb mérés történt, közöttük 25 másodperces szünetekkel. A későbbi statisztikai elemzésekben ezek átlagával dolgoztunk. Az illúzió és aszinkron kontroll kondíció a szünetekben 20 másodperces ingerlési periódust foglalt magában (kis feltöltő fázisok) azért, hogy kiegyensúlyozza az illúzió élességének veszteségét, amelyet a hőingerlés okozhatott (Kammers és mtsai, 2011). Mindegyik mérés  $37^{\circ}$  Celsiuszon indult és a hőmérséklet  $0,5^{\circ}$  C/másodperc mértékben emelkedett addig a pontig, amikor a személyek az instrukciónak megfelelően a fájdalom tapasztalatára az egér gombjának megnyomásával állították a hőinger adását. A verbális instrukciók a kvantitatív szenzoros tesztelés standardizált instrukcióinak magyar nyelvű fordításai alapján történtek (Standardized Instruction of the Quantitative Sensory Testing, QST), amelyet a német neuropátiás fájdalomkutatói hálózat (German Research Network on Neuropathic Pain) dolgozott ki.

### **6.2.5. A szubjektív fájdalommérés**

A hőinger hőmérséklete a személyenként egyszeri szubjektív fájdalomméréshez egyéneenként volt meghatározva a gyakorlási szakaszban. Ennek során a személy  $41^{\circ}$  Celsiuszról induló és  $1^{\circ}$  Celsiuszonként emelkedő hőingert tapasztalt és arra kértük, hogy minden hőinger adásnál értékelje annak érzékelt fájdalomosságát a VAS-on. Ez a skála 100 miliméteres és így nullától 100%-ig értékel. Amikor a személyek elérték az 50%-os értéket megálltunk és a továbbiakban az egyéneenként egyszeri szubjektív fájdalom méréskor ezt az értéket használtuk az adott személynél. Az egyszeri hőinger adás mindig 3 másodpercig tartott.

### **6.2.6. A proprioceptív drift mérés**

Az a változás, amelyet a személyek a bal kezük pozíciójának megváltozásában érzektek, a GKI proprioceptív drift mérésének úgynevezett nem-vizuális változatával lett lemérve (Lopez és mtsai, 2012). A mérés lépései a 12. ábrán láthatóak. Először egy vonalzó volt a személy elé helyezve (standard pozícióba). A személyt megkértük, hogy helyezze a jobb mutatóujját valahová a vonalzó kezdő pontjához, majd megkértük, hogy csukja be a szemét. Ezt követően a kísérlet vezetője elvette a válaszfalat és a vonalzót a vízszintes standard pozíciójába helyezte, amely 13 centiméterrel volt az asztal felett. Végül a személyt megkérte, hogy húzza oda a vonalzón a jobb mutatóujját, ahol a bal mutatóujját érzékeli. A személynek ezt könnyedén és spontán módon kellett megtennie. A gyakorló szakaszban a személy már megtanulta a folyamat menetét, ez már nem okozott gondot a mérési szakaszokban. A saját-kéz kondícióban mért proprioceptív drift mérés eredménye volt a későbbiekben a baseline érték.



12. Ábra. A proprioceptív drift mérés lépései.<sup>6</sup>

### 6.2.7. GKI kérdőív

Az illúzió és a kontroll kondíciókban egy kérdőívet vettünk fel, amely 9 állításból állt. A kérdőív felvételének célja az volt, hogy lemérjük a résztvevők szubjektív GKI tapasztalatainak jellegzetességeit. 7 állítást vettünk át Longo és munkatársaitól (2008), amelyek a személyek tapasztalatának két fő összetevőjével állnak kapcsolatban. Ezek (Q1-4) kérdések: a gumikéz megtestesítésével állnak kapcsolatban és a Q5-7 kérdések pedig a saját kéz testsémáról történő leválásával (tulajdonosság elvesztése) állnak kapcsolatban. A 8. kérdést Ehrsson és kollégáitól (2004), továbbá Zopf és munkatársaitól (2011) vettük át, azért, hogy a gumikéz felett tapasztalt tulajdonosság időtartamát mérni tudjuk. Végül használtunk egy olyan állítást (Q9), amely kontrollkérdésként funkcionált, nem állt kapcsolatban a GKI-al, ezért alkalmas volt arra, hogy segítségével kiszűrjük a válaszadásban előforduló esetleges torzításokat (Kammers és mtsai., 2011). A résztvevők egy 11 pontos Likert skálán válaszoltak minden kérdésre, a 0 (egyáltalán nem igaz) és a 11 (teljes mértékben igaz) között. A Q8 tétel kivételt képezett, itt a 0 (soha) és a 10 (végig az ingerlési idő alatt) volt a két szélső válasz megfogalmazása. Az állítások mindig random sorrendben lettek bemutatva.

## 6.3. Eredmények

### 6.3.1. Statisztikai elemzés

---

<sup>6</sup>A közölt fotó a képen látható személy beleegyezésével készült.

Az adatokat az SPSS szoftverrel elemeztük (20.0.0. verzió). A szignifikancia szint  $p < 0.05$ . Azért, hogy leellenőrizzük, hogy a gumikéz illúzió kiváltódott-e, megvizsgáltuk a proprioceptív drift és a 9 ítemes kérdőív adatokat. Összehasonlítottuk a fájdalomküszöb adatokat a VAS pontokkal, a szinkron és az aszinkron kondíciókon belül. Továbbá azért, hogy lássuk, hogy egy mesterséges kezét látva fellép-e antinociceptív hatás összehasonlítva azzal, amikor valaki a saját kezét nézi, a fájdalom értékeket összehasonlítottuk a sajátkéz és mindkét gumikéz kondícióval is (sajátkéz/aszinkron és sajátkéz/szinkron). A fájdalomküszöb és VAS pontok normál elemzése előtt elvégeztük a Kolgomorov-Smirnov tesztet. A teszt szignifikáns eltérést mutatott a Gauss eloszlástól mindkét esetben. Hogy korrigáljuk ezt az elhajlást és hogy minimalizáljuk az outlier hatást a fájdalomküszöb adatokat logaritmikus transzformációval átalakítottuk. Ezek után a fájdalomküszöb adatok normál eloszlásúakká váltak és páros T tesztekkel lettek elemezve. A VAS teszt adatain az adat transzformáció nem volt alkalmazható, ezért Wilcoxon teszttel voltak statisztikai elemzésre alkalmassá alakítva.

### **6.3.2. Proprioceptív drift**

A baseline értéket a sajátkéz kondícióban érzékelt kézpozíció jelentette, amelyben nem volt jelen a gumikéz. A proprioceptív drift értékét úgy kaptuk meg, hogy kivontuk a baseline értéket az érzékelt kézpozíció értékeiből, amelyet a szinkron és aszinkron kondícióban mértünk. Ezt követően páros T tesztet használtunk a statisztikai elemzésben és azt az eredményt kaptuk, hogy a szinkron és aszinkron kondíció közötti különbség szignifikáns ( $t(28) = -2.415$ ;  $p = 0.023$ ). A résztvevők bal kezének érzékelt pozíciója közelebb volt a gumikézhez a szinkron, mint az aszinkron ingerlést követően. A 13. ábra a proprioceptív drift középértékeit mutatja a kondíciókban. Minél alacsonyabb az érték, annál közelebb sodródott a kéz érzékelt pozíciója a gumikézhez.

### **6.3.3. Kérdőív adatok**

A kérdőív a gumikéz illúzió szubjektív erősségét mérte. A statisztikai elemzésnek megfelelően (páros mintás T tesztek) a szinkron (illúzió) kondícióban az alanyok szignifikánsan magasabbra értékelték öt állítást: Q1, Q3, Q4, Q6, Q8 (a statisztikai

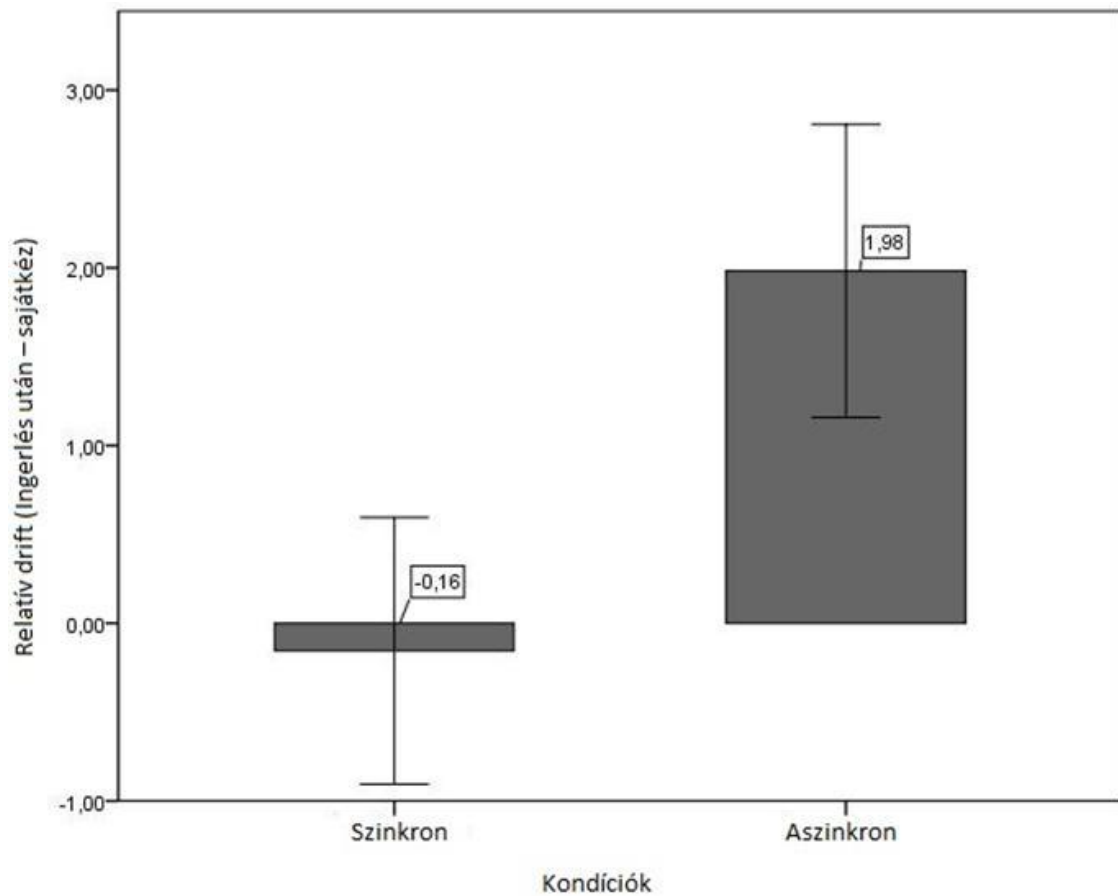
paramétereket a 14. ábrán látható táblázatban tüntettük fel). A szinkron és aszinkron kondíciók nem különböznek a Q9 tételben, amely nincs kapcsolatban a GKI-val ( $p = 0.722$ ). A Q9 tétel célja a válaszokban előforduló potenciális torzítások kiszűrése volt. A személyek megtapasztalták mind a gumikéz megtestesítését, mind a nem látott valós kéz testsémáról történő leválását (tulajdonosság elvesztése), ahogy ezt az összetevők pontozásának statisztikai elemzése kimutatta (15. ábra). A megtestesítésre vonatkozó tételek pontozását úgy számoltuk ki, hogy minden személynél a Q1-Q4 állítások átlagát vettük, minden kondícióra vonatkozóan. A tulajdonosság elvesztésére vonatkozó tételeket hasonlóképpen számoltuk ki, minden személynél a Q5-Q7 tételek átlagával számoltunk. A páros mintás T tesztek kimutatták, hogy mind a megtestesítés, mind a tulajdonosság elvesztése faktorok összetevő értékei szignifikánsan magasabbak voltak az illúzió kondícióban, mint az aszinkron kondícióban ( $t(28) = 3.436$ ;  $p = 0.002$  és  $t(28) = 2.076$ ;  $p = 0.011$ ). A kérdőív faktorait reliabilitás vizsgálatnak is alávetettük, hogy lássuk, mennyire megbízhatóak az egyes faktorok. Az eredmények alapján a megtestesítés faktorának Q1-Q4 tételei a három elrendezésben kapott eredmények alapján összetartozóak (A Cronbach-Alfa értékei: szinkron helyzet: ,878; aszinkron helyzet: ,909). A tulajdonosság elvesztése faktorának Q5-Q7 tételei a három elrendezésben kapott eredmények alapján összetartozóak (A Cronbach-Alfa értékei: szinkron helyzet: ,848; aszinkron helyzet: ,708). Láthatjuk, hogy a faktorok tételei minden helyzetben konzisztensen mérnek.

#### **6.3.4 Fájdalomérzékenység**

29 személyből 20 személynél (69%) mértünk magasabb fájdalomküszöböt a szinkroningerlés kondícióban, az aszinkron kondícióhoz viszonyítva. Az átlagértékek szintén szignifikáns fájdalomküszöb emelkedést mutattak a szinkron kondícióban az aszinkron kondícióhoz képest (lásd: 16. ábrán (táblázat) a deskriptív statisztikáról). A log-transzformáció után páros T tesztet alkalmaztunk az adatok további elemzéséhez. Amint a 17. ábrán látható, a szinkron és aszinkron kondíciók közötti különbség szignifikáns ( $t(28) = -2.197$ ;  $p = 0.036$ ). Ezt követően a log-transzformált adatokkal mindhárom kondícióban összehasonlítottuk a fájdalomküszöböket páros mintás T tesztekkel (lásd: 18. ábra – táblázat). Az elemzés kimutatta, hogy szignifikánsan magasabb fájdalomküszöböket mértünk a sajátkéz kondícióban, mint az aszinkron kondícióban ( $t(28) = -2.911$ ;  $p = 0.007$ ), míg a sajátkéz kondícióban mért fájdalomérzékenység nem különbözött szignifikánsan a szinkron



kondícióban mért eredménytől ( $t(28) = 0.451$ ;  $p = 0.656$ ). A Wilcoxon teszt nem mutatott szignifikáns különbséget a kondíciók között a VAS tesztek eredményeinek tekintetében.



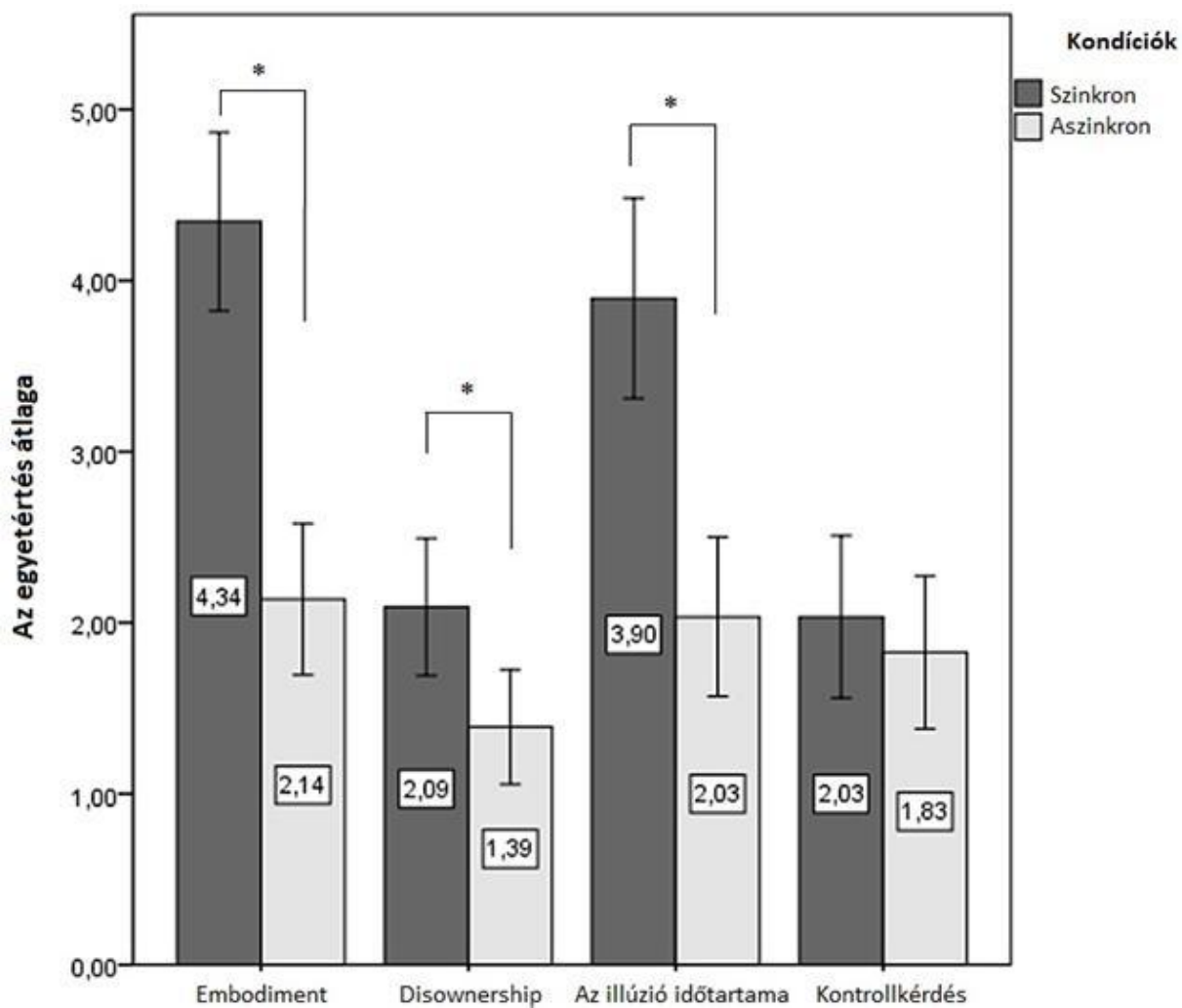
13 ábra: Proprioceptive drift. A szinkron és aszinkron ingerlés után mért proprioceptive drift eredmények átlaga (centiméterben,  $p=0,023$ ). A zero érték a résztvevők balkezének mutatóujjának érzékelt pozícióját jelenti, a saját kéz kondícióban. Az alacsonyabb értékek a műkéz felé történő elmozdulást jelentik.

Questions	Mean (Std. Deviation)		t values	p (two-tailed)
	Synchronous stroke	Asynchronous stroke		
<b>Q1. Úgy tűnt, mintha éreztem volna az ecset érintését a műkézen, azon a helyen, ahol azt megérintették.</b>	<b>5,03(3,70)</b>	<b>2,14(2,96)</b>	<b>3,251</b>	<b>,003*</b>
Q2. Úgy tűnt, a megérintés élményét aműkéz ecsettel való érintése váltja ki.	4,48(3,24)	2,86(2,98)	2,047	,050
<b>Q3. Úgy éreztem, mintha a műkéz az én valóságos kezem lenne.</b>	<b>3,69(3,47)</b>	<b>1,38(2,41)</b>	<b>3,367</b>	<b>,002*</b>
<b>Q4. Úgy éreztem, mintha a műkéz</b>	<b>4,17(2,65)</b>	<b>2,17(2,36)</b>	<b>3,128</b>	<b>,004*</b>

**ténylegesen hozzám tartozna.**

Q5. Úgy tűnt, mintha képtelen lettem volna megmozdítani a saját bal kezemet.	2,10(2,35)	1,45(1,88)	1,729	,095
<b>Q6.Úgy tűnt, mintha a bal kezem eltűnt volna.</b>	<b>2,14(2,67)</b>	<b>1,28(2,03)</b>	<b>2,488</b>	<b>,019*</b>
Q7.Úgy tűnt, mintha a bal kezem irányíthatatlanná vált volna a számomra.	2,03(2,32)	1,45(2,15)	1,531	,137
<b>Q8.Kérem értékelje, hogy az ecsettel való ütögetés során milyen hosszú ideig volt jelen az élmény, hogy a műkéz az ön keze.</b>	<b>3,90(3,15)</b>	<b>2,03(2,50)</b>	<b>3,269</b>	<b>,003*</b>
Q9. Úgy tűnt, mintha tényleg nem tudtam volna, hogy hol van a bal kezem.	2,03(2,56)	1,83(2,41)	,360	,722

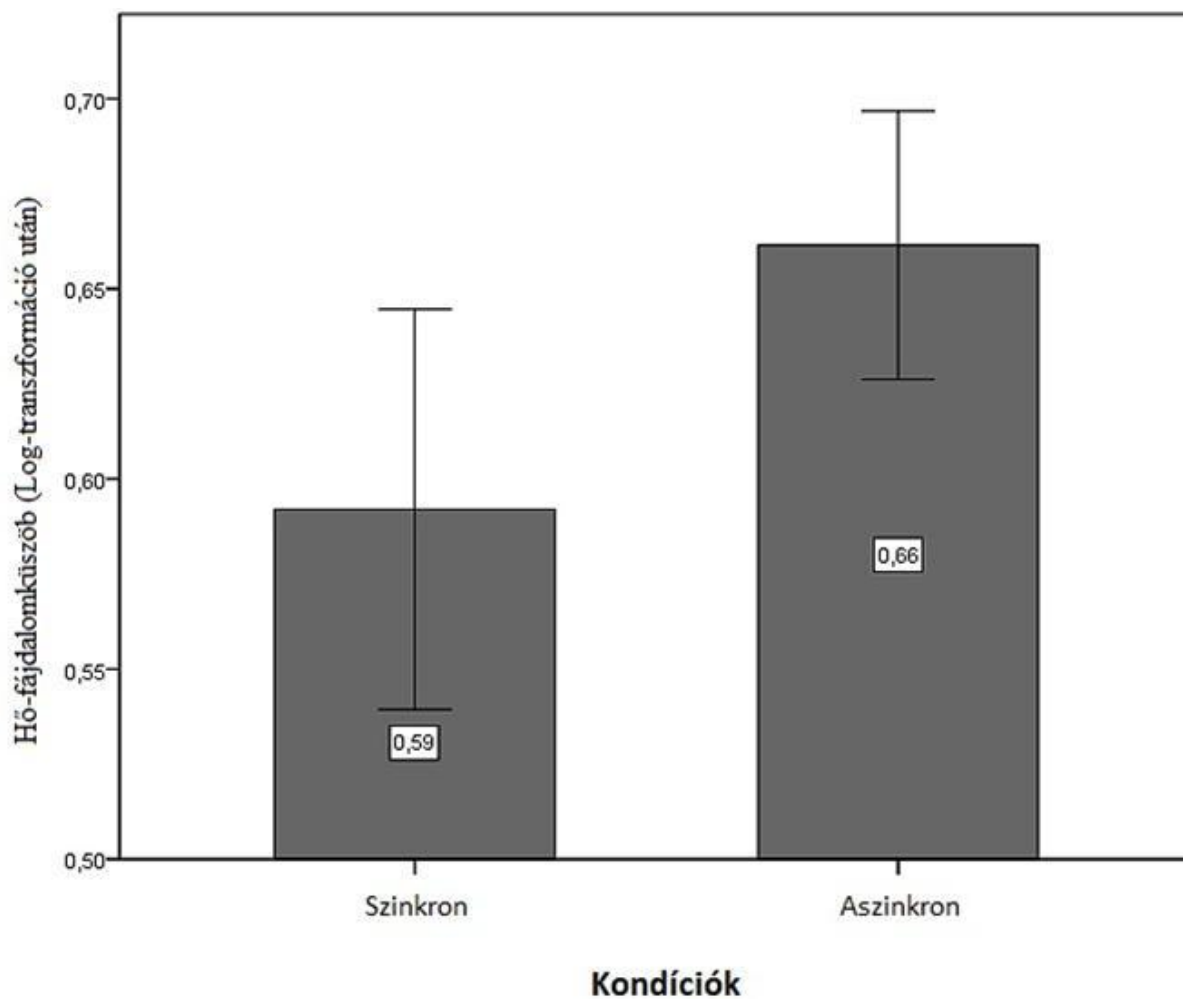
14. ábra. A kilenc kérdés, amelyet kérdeztünk a résztvevőktől (Longo és mtsai, 2008; Ehrsson és mtsai, 2004; Zopf és mtsai, 2011; Kammers és mtsai, 2011 alapján). A kérdések bemutatása random sorrendben történt és minden résztvevőnél különbözött. A válaszok egy 11 pontos Likert skálán az „egyáltalán nem igaz”-tól a „teljes mértékben egyetért”-ig terjedtek (kivéve a Q8-as kérdést, amelynél a „soha” és a „végig az ingerlés alatt” volt a skála két végpontja).



15. ábra. Kérdőív adatok. A gumikéz megteszteléséről (embodiment, Q1-Q4), a nem látott valós kézről (Q5-Q7), és az illúzió időtartamáról (Q8) szóló állításokra vonatkozó egyetértés átlagértékei. A kontrollkérdést (Q9) az esetleges választorzítások kiszűrésére használtuk.

Kondíció	Fájdalomküszöb		VAS	
	Medián	Átlag (SD)	Medián	Átlag (SD)
Aszinkron	47,93	47,52 (2,20)	33,00	36,12 (22,36)
Szinkron	48,55	47,79 (2,95)	28,25	35,74 (22,07)
Saját kéz	48,73	47,99 (2,46)	30,50	37,21 (28,55)

16. ábra. A fájdalomra vonatkozó nyers adatok leíró statisztikája. A medián és az átlag értékek a fájdalomküszöbre vonatkozó (Celsiusz fokban), továbbá a szubjektív fájdalom értékek (VAS miliméterben) standard eltérése.



17. ábra. Fájdalomküszöbök. A log-transzformált fájdalomküszöb értékek átlaga, amelyet a szinkron és aszinkron kondícióban mértünk ( $p = 0.036$ ). Az alacsonyabb értékek jelentik a magasabb fájdalomküszöb értékeket.

Kondíció/Kondíció	Átlag	SD	t(28)	Sig.(két oldalas)
Saját kéz/Aszinkron	-0,055	0,1009	-2,919	,007*
Saját kéz/ Szinkron	0,015	0,1763	,451	,635

18. ábra. Az átlag fájdalomküszöbök páros összehasonlításai a sajátkéz és mindkét gumikéz kondíció között. A fájdalomküszöb adatokat az elemzés előtt log-transzformáltuk és tükröztük, hogy elvégezhető legyen az elemzés.

## 6.4. Diskusszió

### 6.4.1 Az eredmények megvitatása

Eredményeink az elsők a szakirodalomban, amelyek kimutatták a gumikéz illúzió fájdalomcsökkentő hatását. A kérdőívadatokkal azt mértük, hogy a résztvevők hogyan tapasztalták az illúziót, a proprioceptív drift adatok pedig megerősítették azt, hogy az illúzió sikeresen kiváltódott vizsgálatunkban. Az illúzió fájdalomcsökkentő hatásában egy kicsi, de szignifikáns hő-fájdalomküszöb emelkedést tapasztaltunk az illúzió kondícióban az aszinkron kontroll kondícióhoz viszonyítva. A fájdalomküszöb emelkedés mértékében nem volt különbség a saját kéz kondíció és a szinkron kondíció között. Tehát az illúzióban fellépő antinociceptív hatás megegyezett a saját kéz látvány által elért antinociceptív hatással. Adataink megerősítik azt az eredményt, hogy a saját test látványa modulálja a fájdalomérzékelést (Longo és mtsai, 2009; Mancini és mtsai, 2011). Az aszinkron ingerlés csak kis mértékben módosította a testi tudatosságot, a személyek legtöbb esetben nem érezték a gumikezet a sajátjuknak (lásd: Longo és mtsai, 2008). Az aszinkron ingerlés ezért hasonló ahhoz, mint amikor a személyek egy semleges, nem kézformájú tárgyat látnak, az illúzió nem váltódik ki. Ennek megfelelően, vizsgálatunkban szignifikánsan alacsonyabb hő-fájdalomküszöb emelkedést figyeltünk meg az aszinkron kondícióban, mint a saját kéz kondícióban. Mindeztáig csak két tanulmány vizsgálta a GKI hatását a fájdalomérzékelés vonatkozásában. Az egyik ilyen vizsgálatban (Hänsell és mtsai, 2011) a gumikéz illúzió egy kiterjesztett változatát, az úgynevezett testen-kívüliség illúziót (Out of Body Illusion) használták fel a fájdalomérzékelés vizsgálatára. Hänsell és munkatársainak (2011) ígéretes eredményei ellenére, egy mostanában megjelent cikk azt az eredményt mutatta ki, hogy sem a hő-fájdalom mértékén, sem a hideg és hő-fájdalomküszöbök tekintetében, nem volt számottevő emelkedés a két kísérletben, amelyeket a GKI fájdalomcsökkentő hatásának tesztelésére alakítottak ki (Mohan és kollégái, 2012).

Bár eredményeink részben ellent mondanak ezeknek az eredményeknek azért, hogy megtaláljuk a lehetséges magyarázatokat a fájdalomküszöbökre vonatkozó ellentmondásos adatokban, meg kell említeni azokat az eltéréseket, amelyek a két vizsgálat experimentális protokolljaiban különböztek. Vizsgálati paradigmánkat úgy dolgoztuk ki, hogy hangsúlyoztuk a GKI alapját képező bottom-up mechanizmust, hogy az elrendezést még érzékenyebbé tegyük az illúzió által kiváltott antinocicepció észlelésére. Először is egy olyan kísérleti elrendezést hoztunk létre, amellyel a fájdalmas ingert egy adott testrészt tudtuk irányítani (a mutatóujj felé), és amely közvetlenül be volt vonva az illúzió kiváltásába. A GKI nem csak az

időzítésre, hanem a kézen történő ingerlés pontos helyére is nagyon érzékeny. Ahogy a vizsgálatok kimutatták, amennyiben egy másik ujjat érintenek meg az illúzió kiváltásakor a szinkron ingerlés során, a gumikézen és a saját kézen, mint az aszinkron ingerléskor, akkor szignifikáns különbség lesz tapasztalható a két ujjra vonatkozó propioceptív drift mértékében (Tsakiris és Haggard, 2005; Tsakiris és mtsai, 2006). Mivel az ízületek központi szerepet játszanak a taktilis reprezentációk tiszta szomatotópiájában (lásd: de Vignemont és kollégái, 2009), a hőleadó fejet nem az alanyok kézhátára csatlakoztattuk, mert az meggátolta volna az ecsettel történő ingerlést és a fájdalmas inger leadását ugyanazon a testrészen. Másodszor, elrendezésünk lehetővé tette, hogy a résztvevők ne tapasztaljanak egy szokatlan és folyamatos taktilis ingerlést a kezük hátsó felszínén, a kézfejen lévő hőleadófej következtében. Elrendezésünkkel elkerültük az erőteljes vizuo-taktilis kongruenciát, amely jelen lett volna az összes kísérleti blokkban, mert csökkenthette volna a bottom-up mechanizmus szerepét. Továbbá, Mohan és kollégái (2012) megjegyezték, hogy egy kézfejen lévő hőleadófej esetleg erősíthette volna a fájdalommal kapcsolatos vizuális modalitást és befolyásolhatta volna a gumikéz kondícióban létrejövő fájdalomküszöböt (lásd még: Capelari és munkatársai, 2009). Mivel vizsgálatunkban a hőleadó-fejet az asztallapba süllyesztettük és csak a kör alakú hőleadó része látszott ki a személyek számára a gumikéz mutatóujja alatt, ez gyengíthette a vizuális modalitás esetleges fájdalom felerősítő szerepét. A fájdalom lokalizációjára a személyek így nem kaphattak vizuális támpontokat. Mivel Mohan és kollégái (2012) a kézhátra csatlakoztatták a hőleadó fejet, elképzelhető hogy a fentiek értelmében ez volt az a tényező, amely befolyásolta az eredményeiket és ezért nem kaptak szignifikáns eredményt a fájdalomküszöb megemelkedésére. Bizonyítottuk, hogy a megfigyelt fájdalomküszöb emelkedés nem véletlen eredmény és a gumikéz illúzió módosíthatja a fájdalomérzékelést. Vannak olyan mechanizmusok, amelyeket feltártak az illúzió kiváltásával kapcsolatban, amelyek felelősek lehetnek egy ilyen fájdalomcsökkentő hatásért. Az egyik ilyen hatás, amelyet Mohan és kollégái is tárgyalnak, az hogy a GKI konfliktust okoz a különböző referenciakeretek között, amelyek a szomatoszenzoros bemenetek lokalizációjához szükségesek és meggátolhatják a nociceptív feldolgozást. Hasonlóképpen ahhoz, amit Gallace és munkatársai (2011) figyeltek meg, a test középvonala előtt keresztezett karok, egy kicsi, de szignifikáns fájdalomcsökkenéshez vezetnek. A GKI az által, hogy változásokat idéz elő a testsémában és ezzel meggátolja azt, hogy az agy lokalizálja az ártalmatlan ingereket, hatással lehet a fájdalom tapasztalatára. Továbbá a Makin és kollégái (2008) által javasolt modell alapján feltehetjük, hogy a nem látott kézből származó propioceptív-taktilis ingerek téri és szomatotopikus reprezentációi közötti konfliktus, azonnal fellép, ahogy a gumikéz körüli tér

kézkörüli térként (peri-hand space) reprezentálódik, még az illúzió mérhető komponenseinek megjelenése előtt. Ha ebből a felvetésből indulunk ki, magyarázhatjuk azt, hogy miért emelkedett meg a fájdalomküszöb az illúzió kondícióban, annak ellenére, hogy nem zártuk ki azokat a résztvevőket, akik expliciten nem tapasztalták meg az illúziót vagy nem mutattak elmozdulást a proprioceptív drift eredményeikben. Egy másik magyarázat lehet a fájdalomküszöb érzékelt emelkedésére az, hogy egy olyan műkezet látva, amelyet a személyek, mint sajátjukat érzékelnek, ugyanazon mechanizmusok aktiválódnak, mint amelyek egy saját végtag látványánál és így válhatnak az antinociceptív hatás alapjává (Longo és mtsai, 2009; Mancini és mtsai, 2011).

A szinkron és aszinkron kondíciókban mért fájdalomküszöbök közötti különbség oka ezért az lehetett, hogy a személyeknek a különböző ingerlések hatására (szinkron, aszinkron) különböző mértékű megtestesítésés/tulajdonosság élménye alakult ki a műkézre vonatkozóan. A disszociált saját kéz homeosztatiszikus kontrollja pedig csökken, amit a megjelenő fiziológiai változások is igazolnak (Moseley és mtsai, 2008/b; Barnsley és mtsai, 2011), és arra is van néhány indirekt bizonyíték, hogy a nem látott saját kézen a szenzoros feldolgozás szintje is csökken a GKI alatt. (lásd, egy részletes összefoglaló: Moseley és mtsai, 2012). A tulajdonosság elvesztésének hatása szintén az illúzió kiváltódásának egyik alapjelensége. Azonban fontos megjegyezni, hogy vizsgálatunk nem tudja megerősíteni a fenti magyarázó hipotézist korrelációs adatokkal, ezért a figyelemelterelés hatása a fájdalomküszöb növekedés lehetséges okai közül nem zárható ki. Ugyanakkor a résztvevők figyelme a szinkron és aszinkron kondícióban is ugyanarra a tárgyra, a műkézre irányult, bár nem zárhatjuk ki, hogy az illúzió kiváltódásakor a személyek figyelme nem tudatos módon elterelődött az illúzió lehetséges érzelmi komponensei miatt, esetleg a testkép módosulás tudattalan elhárításának következtében (Kállai és mtsai, 2014). Vizsgálatunkkal kapcsolatban néhány kritikai észrevételt is fel kell vetnünk. Az egyik, hogy a szubjektív fájdalomértékelésnél csak egy VAS mérést használtunk az egyes blokkokban, ezért ennek az egyszerűsített módszernek a megbízhatósága alacsonyabb, mintha több mérés után, azok átlagát vettük volna a statisztikai elemzés alapjául. Egy további releváns módszertani kérdés, hogy a kísérlet előtt nem mértük le az alanyok fájdalom expektanciáját, ezért nincs arról információnk, hogy a személyek szubjektív attitűdjei befolyásolhatták-e az eredményeket, és ha igen, akkor milyen módon és milyen mértékben.

Összegezve vizsgálatunkban egy kicsi, de szignifikáns növekedést figyeltünk meg a hő-fájdalom küszöbén, a gumikéz illúzió fájdalomcsökkentő hatásával kapcsolatos ellentmondó

eredmények ellenére. Ez alapján kijelenthetjük, hogy ez a terület érdemes a további kutatásokra és a téma koránt sincs lezárva.

## **7. A két vizsgálat áttekintő összefoglalása**

A vizsgálatok alapkérdése arra irányult, hogy lehetséges-e a testi tudatosság, illetve az azt meghatározó multiszenzoros folyamatok befolyásolása a képzelet segítségével úgy, hogy az fájdalomcsillapító hatással bírjon. Ennek a kérdésnek a jelentősége két tényezőtől tevődik össze. Egyrészt a kérdés klinikai relevanciával rendelkezik, hiszen pozitív válasz esetén a pszichológiai fájdalomcsillapítás új módozatai kerülhetnek kidolgozásra. Másrészt a kérdés megválaszolásához olyan vizsgálatok szükségesek, amelyek új elméleti belátásokhoz vezethetnek a tekintetben, hogy a multiszenzoros integráció és a képzelet milyen szerepet játszik a testi tudatosság létrejöttében, illetve a fájdalomélmény kialakulásában. Mivel a GKI a testi tudatosság szerveződésének kutatásában az egyik legalaposabban vizsgált és széles körben alkalmazott kísérleti paradigma, ezért a választásunk ennek használatára esett a vizsgálataink során. A mi megközelítésünk szerint a GKI működésmódjaiban szerepet játszó alapfolyamatok megértése hozzá segít bennünket a testkép-testséma disszociációs folyamatainak és következményeinek megértéséhez. A GKI paradigmában az elmúlt 10 évében keletkező vizsgálatok (Botvinick és Cohen, 1998; Armel és Ramachandran, 2003; Ehrsson és mtsai, 2004; Tsakiris és Haggard, 2005; Lloyd, 2007; Bertamini és mtsai, 2011) rámutattak arra, hogy a téri idői szekvenciáknak lényeges szerepük van az idegen test saját testbe való inkorporációjának kialakulásában, a testi self-élmény létrejöttében. Ismert, hogy a műkéz és a saját kéz közötti távolság növelése (Armel és Ramachandran, 2003; Lloyd, 2007), valamint a műkéz formájának és színének megváltozása (Haans és mtsai, 2008) is részben befolyásolja ennek az élménynek a kialakulását.

A főleg interoceptív és proprioceptív szignálokra épülő testséma, valamint az elsősorban kategorizációs folyamatokra épülő és vizuálisan meghatározott testkép egymást kölcsönösen meghatározó elemei a testi tudatosságnak, amelyek integrációja segíti hozzá a személyt a saját teste és környezete feletti kontroll megtartásában és a testi éntudat, a testi tudatosság kialakításában. Az egyén tehát multimodális információk szelekciója, integrációja, alá-fölé rendeltségi viszonyainak hierarchikus rendezése révén nem tudatos módon konstruálja meg saját testképét és testsémáját. Ezen konstrukciós folyamat következményeképpen a saját testtudat koherens megtartása érdekében az egyén nem csak multimodális információkat



észlel, hanem ilyen jellegű információkat létre is hoz, konstruál. Ezt a konstrukciós folyamatot az GKI-n keresztül igyekeztünk részletesen bemutatni (az illúzió egy multimodális konstruktum). Ilyen értelemben tehát az emberi testtudat és sajáttest élmény kialakulásában alapvető szerepet játszanak a testtel kapcsolatos ismeretek, koncepciók, a képzelet és a különböző modalitásból érkező ingerekkel kapcsolatos szelekció, azaz a figyelem és a különböző ingerekkel kapcsolatos érzékenység, azaz a perceptuális küszöbök.

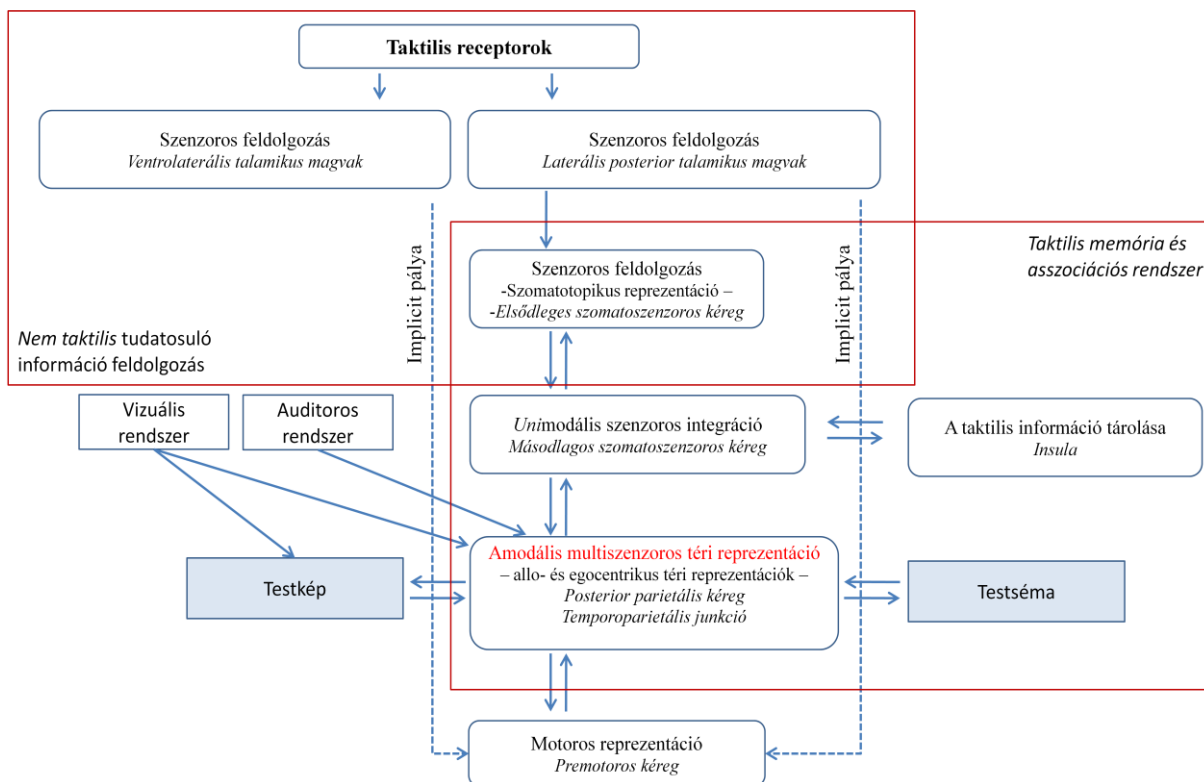
A vizsgálataink első körében a vizuális információ csökkentésének és képzelet hatását vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy a vizuális információ nem szükséges feltétele az illúzióknak, de jelentősen hozzájárul az illúzió erősségéhez. Feltételeztük, hogy a téri és vizuális információk csökkentésével arányosan az automatikus képzeleti folyamatok eredményeként nem vész el a testséma egysége. A GKI illúzió még abban az esetben is megjelenik, ha csak a műkéz ingerlésének szándékát jelző ecsetelés műveletét látja a személy ott, ahol a műkéznek lennie kellene, de valójában a műkézből nem lát semmit. A személy képzeleti úton asszociálja azt, hogy az ecsetelési mozdulat és a nem látható műkéz között kapcsolatnak kell lennie. Amennyiben a mozgás célját feltételezzük a célnak magának is létező dolognak kell lennie. A mozgás célja és a céltárgya közös affordanciaként, létezőként van jelen. A személy tehát elképzelet, hogy a szándék a műkéz megérintésére vonatkozik, még akkor is, ha a műkéz vizuálisan nem látható. Egy kapcsolódó kutatásban Ganis és munkatársai (2004) a vizuális képzelet és a vizuális percepció kapcsolatának idegrendszeri hátterét vizsgálták. A funkcionális ekvivalenciának megfelelően a képzeleti és a vizuális ingerek (*különböző egyszerű tárgyak képei*) bemutatására több azonos agyterület mutatott aktivitást. A legnagyobb közös aktivitást a frontális a parietális és az elsődleges és másodlagos látókérgi területek mutatták. A frontális területek a kognitív kontroll folyamatokban működnek közre (Miller és Cohen, 2001). Kosslyn (1994) szerint számos kognitív kontroll folyamat közös a perceptív és a képzeleti folyamatokban. Így a frontális és prefrontális területek aktivitása a vizuális becslésekre, ítéletekre és az ingerek azonosítására vonatkozó folyamatokra vezethetőek vissza (Ishai és mtsai, 2002). A vizuális képezelet és a vizuális percepció közötti parietális területen megjelenő nagymértékű átfedés Ganis és kollégái szerint a figyelmi folyamatokra, a téri munkamemória használatára és a téri-vizuális feldolgozási folyamatokra vezethetőek vissza (Ganis és mtsai, 2004), amelyek – többek között – a parietális területek funkciói. Érdekesség, hogy a közös aktiváció a posztcentrális giruszban is megjelent, amely pedig a szomatoszenzoros ingerléssel áll kapcsolatban. Ez feltehetően a feladatok téri viszonyainak meghatározásában, az én és a nem-én elkülönítésében játszhatott szerepet

(Ganis és mtsai, 2004). Ezek az eredmények megerősítik azt, hogy a vizuális percepció és a vizuális képzelet között a funkcionális ekvivalencia (Kosslyn és mtsai, 1997; Ganis és mtsai, 2004; Bunzeck és mtsai, 2005; Cui és mtsai, 2007; Reddy és mtsai, 2010) mellett egy kölcsönösen facilitáló kapcsolat áll fenn (Glyn, 2001; Mast és mtsai, 2002; Targalia és mtsai, 2012), amely a vizsgálati hipotézis alapjául is szolgált. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a képzelet szerepét az első vizsgálatunkkal nem sikerült minden kétséget kizáró módon igazolnunk. Ezt és a vizsgálatok alapján felmerült újabb kérdéseket a közeljövőben fogjuk empirikusan tesztelni. Vizsgálni fogjuk, hogy a direkt instrukcióval előidézett képzelet szerepe mennyiben befolyásolja a GKI-re adott válaszokat, illetve amennyiben egyértelmű bizonyítékokat kapunk arra vonatkozóan, hogy a GKI kiváltható pusztán a képzelet bevonásával is, akkor a GKI és a fájdalomküszöb vonatkozásában újabb vizsgálatok kerülnek majd megvalósításra.

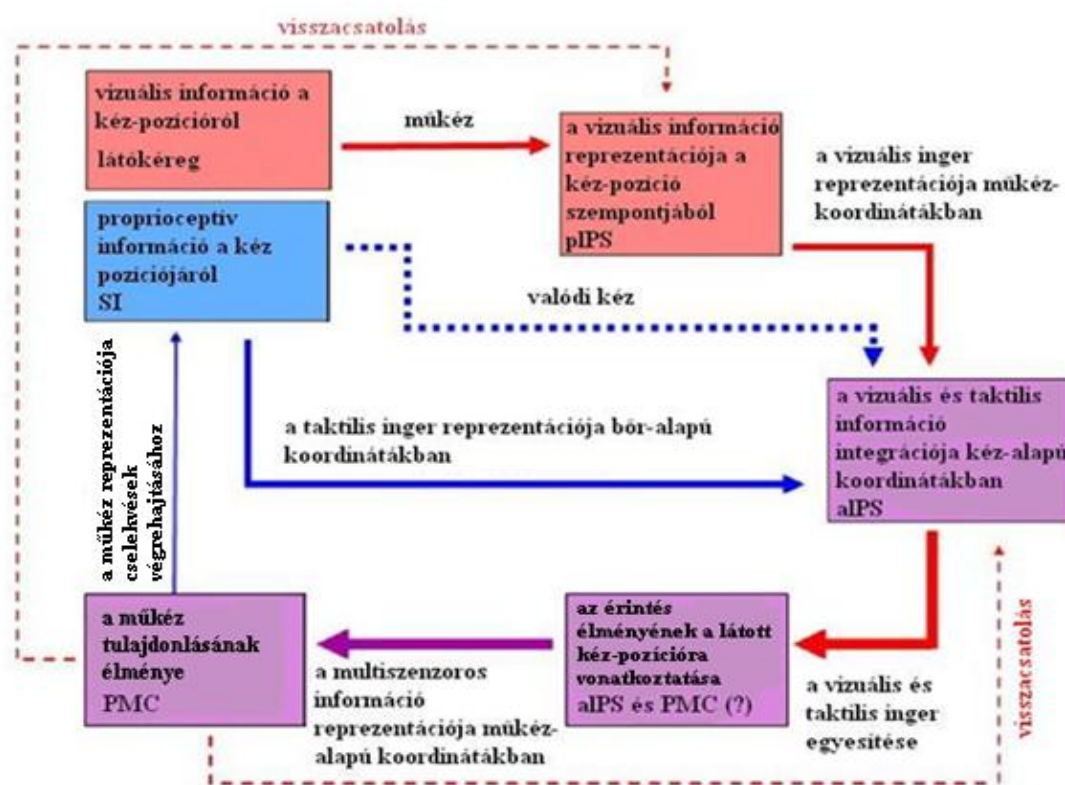
A vizsgálataink második körében a testi tudatosság módosulásának fájdalomküszöbre vonatkozó hatását vizsgáltuk a GKI paradigma segítségével. Eredményink alapján bizonyítást nyert, hogy a testi tudatosság változása módosítja a fájdalomérzékelést. Mivel a GKI konfliktust okoz a különböző szomatoszenzoros bementek között (Gallace és mtsai, 2011), felmerül a kérdés, hogy a testi tudatosság módosulásának hátterében milyen idegrendszeri mechanizmusok állnak? Az eredmények értelmezésében érdemes több párhuzamos és nagymértékű átfedést mutató idegrendszeri hálózatot összehasonlítani, hogy a folyamatot jobban megérthessük. Összesen négy releváns hálózatot különböztethetünk meg e téren. Ezek: a fájdalom-mátrix, a test-mátrix (2. ábra, 31. oldal), a taktilis információfeldolgozás agyi központjai által alkotott neurokognitív rendszer (19. ábra) és a GKI neurokognitív modellje (20. ábra), (Makin és mtsai, 2008). Gallace és Spence (2010) modelljét (19. ábra) keretmodellként felhasználva láthatjuk, hogy a modellben a taktilis memóriának és az asszociációs rendszernek nevezett csomópontokon belül helyezkednek el azok az agyterületek, amelyek közül több terület – érthető módon – mindegyik modellben jelen van. A két legjelentősebb ezek közül az elsődleges szomatoszenzoros kéreg és a poszterior parietális kéreg. Mindegyik rendszerben szükség van a beérkező szenzoros jelek érzékelésére, majd multiszenzoros feldolgozásukra, ezt követően pedig a testen (testkép/testséma) és a térben (én és nem-én viszonyrendszer) történő elhelyezésükre. A poszterior parietális kéreg a feldolgozás azon részéért felel, amely meghatározó a GKI működésében, illetve a testséma módosíthatóságában, amely végső soron a fájdalomküszöb megváltozását eredményezi. A poszterior parietális kéreg feladata – többek között – a testrészek helyzetének monitorozása, a

testről egy háromdimenziós kép kialakítása, a tárgyak térbeli pozíciójának meghatározása és a testrészek mozgatása, továbbá itt reprezentálódik a testkép és a testséma (Kulcsár, 2005), így nagyban hozzájárul a testi tudatosság és a testélmény átéléséhez. Blanke és munkatársai (2002) szerint a multimodális inger-integráció leginkább a temporo-parietális junkció területéhez köthető. Újabban ehhez a területhez kötik a testből érkező különböző szenzoros bemenetek (saját-test mozgás, vizuális, vesztibuláris, auditoros stb. érzékeletek) összekapcsolását a környezetből származó ingerekkel, továbbá a multiszenzoros integrációt, a testrészek mozgatását, a cselekvő ágens élményét, az én-érzést, az egocentrikus téri-vizuális perspektíva és a testséma létrehozását is (Blanke és Mohr, 2005). A GKI így a multiszenzoros feldolgozás ezen szintjén okoz konfliktust a különböző saját testre vonatkozó referencia keretek között, meggátolva a nociceptív ingerek feldolgozását és helyes lokalizációját.

Az elvégzett vizsgálataim nyomán megállapíthatjuk, hogy igazolást nyert az, hogy a multiszenzoros feldolgozás menetére hatással tudunk lenni a GKI segítségével, összezavarva a feldolgozás menetét és módosítva így a testi tudatosságot. Igazoltuk azt, hogy a vizuális modalitás nélkül is kiváltódik a GKI, bár az erőssége gyengébb lesz. Az eredmények a limitációk ellenére evidenciákat szolgáltatottak amellet, hogy a vizuális képzelet a funkcionális ekvivalenciának köszönhetően képes a multiszenzoros integráció folyamatában helyettesíteni a hiányzó vizuális modalitást, változásokat idézve így elő a testsémában. Egyértelműen igazoltuk azt, hogy a testi tudatosság módosítása a fájdalomérzékelésre is hatással van, a fájdalomküszöb megemelkedik. Ennek okát a perceptív és multiszenzoros feldolgozó rendszer, illetve a fájdalom-mátrix nagymértékű idegrendszeri átfedésében látjuk.



19. ábra. A taktilis tudatosság információfeldolgozásának neurokognitív modellje Gallace és Spence nyomán (2010).



20. ábra. Makin, Holmes és Ehrsson (2008) modellje. A piros nyilak a vizuális információ, a kék nyilak a szomatoszenzoros információ, a lila nyilak a multiszenzoros információ átvitelét jelentik unimodális területekről a multiszenzoros kéz-körüli területre (aIPS) és a premotoros kéregbe.

## 8. Irodalomjegyzék

- Ádám György (2005). *A rejtőzködő elme. Egy fiziológus széljegyzetei*. Vince, Budapest.
- Akerman, C.J. és Turkoski, B. (2000). Using guided imagery to reduce pain and anxiety. *Home Healthcare Nurse: The Journal for the Home Care and Hospital Professional*, 18, 524-530.
- Albrecht, H.K. és Wobst, M.D. (2007). Hypnosis and surgery: Past, present, and future, *Anesthesia and Analgesia*, 104, 1199–1208.
- Apkarian, A.V., Bushnell, M.C., Treede, R.D., Zubiato, J.K. (2005). Human brain mechanisms of pain perception and regulation in health and disease. *European Journal of Pain*, 9, 463-484.
- Armel, K.C. és Ramachandran, V.S. (2003). Projecting sensations to external objects: evidence from skin conductance response. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1523), 1499-1506.
- Arzy, S., Thut, G., Mohr, C., Michel, C.M., Blanke, O., (2006). Neural basis of embodiment: distinct contributions of temporoparietal junction and extrastriate body area. *Journal of Neuroscience*. 26, 8074–8081.
- Astin, J.A., Beckner, M., Soeken, K., Hogberg, M.C., Berman, B. (2002). Psychological interventions in rheumatoid arthritis: Metaanalysis of randomized controlled trials. *Arthritis Care and Research*, 47, 291-302.
- Astin, J.A., Shapiro, S.L., Eisenberg, D.M. (2003). Mind-body medicine: State of the science, implications for practice. *The Journal of the American Board of Family Practice*, 16, 131-147.
- Baird, C.L. és Sands, L. (2004). Effectiveness of guided imagery with progressive muscle relaxation to reduce chronic pain and mobility difficulties of osteoarthritis. *Pain Management Nursing*, 5(3), 97-104.
- Barber, J. (1996). *Hypnosis and suggestion in the treatment of pain: A clinical guide*. New York: W. W. Norton & Company
- Barnsley, N., McAuley, J. H., Mohan, R., Dey, A., Thomas, P., Moseley, G. L. (2011). The rubber hand illusion increases histamine reactivity in the real arm. *Current Biology*, 21(23), 945-946.
- Bekrater-Bodmann, R., Foell, J., Flor, H. (2011). Relationship between bodily illusions and pain syndromes. *Pain*, 1(3), 217-228.
- Benedetti, F. (2009). *Placebo effects. Understanding the mechanisms in health and disease*. Oxford: Oxford University Press.
- Bertamini, M. Berselli, N., Bode, C., Lawson, R., Wong L. (2011). The rubber hand illusion in a mirror. *Consciousness and Cognition*, 20, 1108-1119.

- Blanchard, C.M., Rodgers, W.M., Gauvin, L. (2004). The influence of exercise duration and cognitions during running on feeling states in an indoor running track environment. *Psychology of Sport and Exercise*, 5,119-133.
- Blanke, O., Ortigue, S., Landis, T., Seeck, M., (2002). Stimulating illusory own-body perceptions. *Nature* 419, 269–270.
- Blanke, O. (2012). Multisensory brain mechanisms of bodily self-consciousness. *Nature Reviews Neuroscience*, 13, 556–571.
- Botvinick, M. és Cohen, J. (1998). Rubber hands' feel'touch that eyes see. *Nature*, 391(6669), 756-756.
- Botvinick, M. (2004). Probing the neural basis of body "ownership". *Science*, 305, 782-3.
- Braun, S.M., Beurskens, A.J., Borm, P.J., Schack, T., Wade, D.T. (2006). The effects of mental practice in stroke rehabilitation: A systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 8(6),842-852.
- Bruno, N., és Bertamini, M. (2010). Haptic perception after a change in hand size. *Neuropsychologia*, 48(6), 1853–1856.
- Bunzeck, N., Wuestenberg, T., Lutz, K., Heinze, H.J., Jancke, L. (2005). Scanning silence: Mental imagery of complex sounds. *Neuroimage*, 26(4), 1119-1127.
- Calipel, S., Lucas-Polomeni, M.M., Wodey, E., Ecoffey, C. (2005). Premedication in children: Hypnosis versus midazolam. *Pediatric Anesthesia*, 15, 275-281.
- Calvert G.A., Bullmore E.T., Brammer M.J., Campbell R, Williams S.C., McGuire P.K., Woodruff O.W., Iversen S.D., David A.S. (1997). Activation of auditory cortex during silent lipreading. *Science*, 276:593-596.
- Campi, K.L., Bales, K.L., Grunewald, R., Krubitzer, L., (2010). Connections of auditory and visual cortex in the prairie vole (*Microtus ochrogaster*): evidence for multisensory processing in primary sensory areas. *Cerebral Cortex* 20 (1), 89–108.
- Capelari, E.D., Uribe, C., Brasil-Neto, J.P. (2009). Feeling pain in the rubber hand: Integration of visual, proprioceptive, and painful stimuli. *Perception*, 38(1), 92.
- Cascio, C.J., Foss-Feig, J.H., Burnette, C.P., Heacock, J.L., Cosby, A.A. (2012). The rubber hand illusion in children with autism spectrum disorders: delayed influence of combined tactile and visual input on proprioception. *Autism* 16(4):406-19.
- Christakou, A., Zervas, Y. (2007).The effectiveness of imagery on pain, edema and range of motion in athletes with a grade 2 ankle sprain. *Physical Therapy in Sport*, 8(3), 130-140.
- Constantini, M., Haggard, P. (2007). The rubber hand illusion: Sensitivity and reference frame for body ownership. *Consciousness and Cognition*, 16(2), 229–240.

Csabai Márta és Erős Ferenc (2000). *Testhatárok és énhatárok: Az identitás változó keretei*. József Műhely Kiadó, Budapest.

Cui, X., Cameron, B.J., Yang, D., Montague, P.R., Eagleman, D.M. (2007). Vividness of mental imagery: Individual variability can be measured objectively. *Vision Research*, 47(4), 474-478.

Czap, L. (2004). Audiovizuális beszéd felismerés és beszéd szintézis. PhD disszertáció.

Colavita, F.B. (1974). Human sensory dominance. *Perception & Psychophysics*, 16(2), 409-412.

de Ridder, D., Van Laere, K., Dupont, P., Menovsky, T., Van de Heyning, P. (2007). Visualizing out-of-body experience in the brain. *The New England Journal of Medicine* 357, 1829–1833.

de Vignemont, F., Majid, A., Jola, C., Haggard, P. (2009). Segmenting the body into parts: evidence from biases in tactile perception. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(3), 500-512.

de Vignemont, F. (2011). Embodiment, ownership and disownership. *Consciousness and Cognition*. 20(1): 81-93.

Decety, J. (1996a). The neurological basis of motor imagery. *Behavioural Brain Research*, 77, 45-52.

Decety, J. (1996b). Do imagined and executed actions share the same neural substrate? *Cognitive Brain Research*, 3, 87-93.

Decety, J. és Grézes, J. (1999). Neural mechanisms subserving the perception of human actions. *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 172-178.

Della Sala S, Marchetti C, Spinnler H. (1991). Right-sided anarchic (alien) hand: a longitudinal study. *Neuropsychologia*, 29, 1113-27.

Della Sala S. (2005). The anarchic hand. *The Psychologist*, 18, 606-609.

Denison, B. (2004). Touch the pain away: new research on therapeutic touch and persons with fibromyalgia syndrome. *Holistic nursing practice* 18(3):142-51.

Di Pellegrino, G., Làdavas E, Farnè, A. (1997). Seeing where your hands are. *Nature*;388, 730.

Dickstein, R. és Deutsch, J.E. (2007). Motor imagery in physical therapist practice. *Physical Therapy*, 87(7), 942-953.

Dieguez, S., Staub, F., Bogousslavsky, J. (2007). Asomatognosia. In: Godefroy, O. és Bogousslavsky, J. (Szerk.): *The behavioral and cognitive neurology of stroke* (215–253 o.). Cambridge: Cambridge University Press.

- Djordjevic, J., Zatorre, R.J., Petrides, M., Boyle, J.A., Jones-Gotman, M. (2005). Functional neuroimaging of odor imagery. *Neuroimage*, 24, 791–801.
- Doering, S., Katzberger, F., Rumpold, G., Roessler, S., Hofstoetter, B., Schatz, D.S. és munkatársai (2000). Videotape preparation of patients before hip replacement surgery reduces stress. *Psychosomatic Medicine*, 62(3), 365–373.
- Dunsky, A., Dickstein, R., Marcovitz, E., Levy, S., Deutsch, J.E. (2008). Home-based motor imagery training for gait rehabilitation of people with chronic poststroke hemiparesis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(8), 1580-1588.
- Ehrsson, H.H., Spence, C., Passingham, R.E. (2004). That's my hand! Activity in premotor cortex reflects feeling of ownership of a limb. *Science*, 305(5685), 875-877.
- Ehrsson H.H., Holmes, N.P., Passingham, R.E. (2005). Touching a rubber hand: feeling of body ownership is associated with activity in multisensory brain areas. *The Journal of Neuroscience* 25(45): 10564-10573.
- Ehrsson, H.H., Wiech, K., Weiskopf, N., Dolan, R. J., Passingham, R.E. (2007). Threatening a rubber hand that you feel is yours elicits a cortical anxiety response. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(23), 9828-9833.
- Ehrsson, H.H. (2012). The Concept of Body Ownership and Its Relation to Multisensory Integration. In: (Stein, B. E. szerk.): *The New Handbook of Multisensory Processing*, The MIT Press.
- Ernst, M.O., Bühlhoff, H.H. (2004). Merging the senses into a robust percept. *Trends in Cognitive Sciences* 8, 162–169.
- Evans, L., Hare, R., Mullen, R. (2006). Imagery use during rehabilitation from injury. *Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity*, 1(1), 1-19.
- Farnè A, Demattè M-L, Làdavas E. (2005). Neuropsychological evidence of modular organization of the near peripersonal space. *Neurology*, 65, 754–758.
- Fernandez, E., Turk, D.C. (1992). Sensory and affective components of pain: Separation and synthesis. *Psychological Bulletin*, 112, 205-217.
- Feinberg, T., Venneri, A., Simone, A.M., Fan, Y., Northoff, G. (2010). The neuroanatomy of asomatognosia and somatoparaphrenia. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 81(3), 276-281
- Finniss D.G., Kaptchuk T.J., Miller F., Benedetti F. (2010). Biological, clinical, and ethical advances of placebo effects. *The Lancet*, 375, 686-695.
- Friedlander, L., Lumley, M., Farchione, T., Doyal, G. (1997). Testing the alexithymia hypothesis: Physiological and subjective responses during relaxation and stress. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 185, 233-239.



- Gallace, A., Torta, D.M., Moseley, G.L., Iannetti, G.D. (2011). The analgesic effect of crossing the arms. *Pain*, 152(6), 1418-1423.
- Ganis, G., Thompson, W.L., Kosslyn, S.M. (2004). Brain areas underlying visual mental imagery and visual perception: An fMRI study. *Cognitive Brain Research*, 20, 226–241.
- Gaston-Johansson, F., Fall-Dickson, J.M., Nanda, J., Ohly, K.V., Stillman S., Krumm, S. és munkatársaik (2000). The effectiveness of the comprehensive coping strategy program on clinical outcomes in breast cancer autologous bone marrow transplantation. *Cancer Nursing*, 23, 277-285.
- Gerardin, E., Sirigu, A., Lehericy, S., Poline, J.B., Gaymard, B., Marsault, C. és munkatársaik (2000). Partially overlapping neural networks for real and imagined hand movements. *Cerebral Cortex*, 10(11), 1093-1104.
- Gerstmann, J. (1942). Problem of in perception of disease of impaired body territories with organic lesions: relation to body scheme and its disorders. *Archives of Neurology and Psychiatry*, 48, 890-913.
- Guterstam, A., Gentile, G., Ehrsson, H.H. (2013). The Invisible Hand Illusion: Multisensory Integration Leads to the Embodiment of a Discrete Volume of Empty Space. *Journal of Cognitive Neurosciences*, Vol. 25(7), Pages 1078-1099.
- Graziano, M., Yap, G., Gross, C. (1994). Coding of visual space by premotor neurones. *Science* 266, 1054-1057.
- Grossenbacher, P.G., Lovelace, C.T. (2001). Mechanisms of synesthesia: cognitive and physiological constraints. *Trends in Cognitive Sciences*, 5:36-41.
- Haans, A., IJsselsteijn, W.A., de Kort, Y.A.W. (2008). The effect of similarities in skin texture and hand shape on perceived ownership of a fake limb. *Body image* 5(4):389-94.
- Hadhazy, V.A., Ezzo, J., Creamer, P., Berman, B.M. (2000). Mind-body therapies for the treatment of fibromyalgia: A systematic review. *Journal of Rheumatology*, 12,2911-2918.
- Hadjistavropoulos, T., Craig, K.D. (2004). *Pain: Psychological perspectives*. New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates
- Halpern, A.R., és Zatorre, R.J. (1999). When that tune runs through your head: A PET investigation of auditory imagery for familiar melodies. *Cerebral Cortex*, 9, 697–704.
- Hamson, J.J. (2007). *Using mental imagery to improve the return from sport injury*. <http://www.weber.edu/wsuiimages/jordanutley/PDF/PODIUM%20SPORTS%20JOURNAL.pdf>
- Handegard, L.A., Joyner, A.B., Burke, K.L., Reimann, B. (2006). Relaxation and guided imagery in the sport rehabilitation context. *Journal of Excellence*, 10,146-164.

- Hänsell, A., Lenggenhagerl, B., Känell, R., Curatolol, M., Blankel, O. (2011). Seeing and identifying with a virtual body decreases pain perception. *European Journal of Pain*, 15(8), 874-879.
- Head, H.G., Holmes, G. (1911). Sensory disturbances from cerebral lesions. *Brain*, 34 (2–3), 102.
- Hegedüs Gábor, Szolcsányi Tibor (2012). A képzelet szerepe a gyógyításban és a rehabilitációban – különös tekintettel a fájdalomcsökkentésre. *Mentálhigiéné és Pszichoszomatika* 13 (3), 311-335.
- Hegedüs Gábor, Darnai Gergely, Szolcsányi Tibor, Feldmann Ádám, Janszky József, Kállai János (2014). The rubber hand increases heat-pain threshold. *European Journal of Pain*, 18, (8), 1173-1181.
- Heil, J. (1993). *Psychology of sport injury*. Champaign: Human Kinetics Publishers.
- Helman, C.G. (2003). *Kultúra, egészség és betegség*. Budapest, Medicina.
- Hermann, I. (1943). *Az ember ősi ösztönei*. Budapest, Pantheon.
- Hohwy, J., Bryan, P. (2010). Explain away the body: experiences of supernaturally caused touch and touch on non-hand objects within the rubber hand illusion. *PLoS ONE* 5(2): e9416.
- Holden-Lund, C. (1988). Effects of Relaxation with Guided Imagery on Surgical Stress and Wound Healing. *Research in Nursing and Health*, 11, 235-44.
- Holmes, E.A., Arntz, A., Smucker, M.R. (2007). Imagery rescripting in cognitive behaviour therapy: Images, treatment techniques and outcomes. *Journal of Behavior Therapy Experimental Psychiatry*, 38(4), 297-305.
- Humphreys, G.W. (2001). Case studies in the neuropsychology of vision. *Psychology Press*.
- Huth, M.M., Broome, M.E., Good, M. (2004). Imagery reduces children's postoperative pain. *Pain*, 110(1-2), 439-448.
- Ievleva, L., és Orlick, T. (1991). Mental links to enhance healing. *The Sport Psychologist*, 5, 25-40.
- Ilacqua, G.E. (1994). Migraine headaches: Coping efficacy of guided imagery training. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 34(2), 99–102.
- Ishai, A. , Haxby, J.V. , Ungerleider, L.G. (2002). Visual imagery of famous faces: effects of memory and attention revealed by FMRI, *NeuroImage* 17, 1729– 1741.
- Jacobs, G.D., Benson, H., Friedman, R. (1996). Topographic EEG mapping of the relaxation response. *Biofeedback and Self Regulation*, 21, 121-129.
- Jaffe, D.T. és Bresler, D.E. (1980). The use of guided imagery as an adjunct to medical diagnosis and treatment. *Journal of Humanistic Psychology*, 20, 45.

Jeannerod, M. és Frank, V. (1999). Mental imaging of motor activity in humans. *Current Opinion in Neurobiology*, 9, 735-739.

Jeannerod, M. (2001). Neural simulation of action: A unifying mechanism for motor cognition. *Neuroimage*, 14, 103-109.

Jelinek, L., Randjbar, S., Kellner, M., Untiedt, A., Volkert, J., Muhtz, C. és munkatársaik (2010). Intrusive memories and modality-specific mental imagery in posttraumatic stress disorder. *Journal of Psychology*, 218(2), 64-70.

Juhel, J. és Neiger, H. (1993). The illusory movement sensation paradigm: Some personality correlates. *Personality and Individual Differences*, 14, 293-296.

Kammers, M. P., De Vignemont, F., Haggard, P. (2010). Cooling the thermal grill illusion through self-touch. *Current Biology*, 20(20), 1819-1822.

Kammers, M. P., Rose, K., Haggard, P. (2011). Feeling numb: Temperature, but not thermal pain, modulates feeling of body ownership. *Neuropsychologia*, 49(5), 1316-1321.

Kállai János (2013). *A társas kapcsolatok neuropszichológiája*. Medicina, Budapest.

Kállai J., Szolcsányi T., Hegedüs G. (2013). A Műkéz illúzió. „Hozzám tartozik, de nem az enyém”. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 68, 3, 457-474.

Kállai J., Hegedüs G., Feldmann, Á., Rózsa, S., Darnai, G., Szolcsányi T., (2014). Rubber hand illusion, temperament and psychopathological syndromes specific susceptibility. *Comprehensive Psychiatry* (Under reviewing).

Kirkby, R.J. (1996). Ultra endurance running: A case study. *International Journal of Sport Psychology*, 27, 109-116.

Klein, I., Dubois, J., Mangin, J.F., Kherif, F., Flandin, G., Poline, J.B. és munkatársaik (2004). Retinotopic organization of visual mental images as revealed by functional magnetic resonance imaging. *Cognitive Brain Research*, 22(1), 26-31.

Kosslyn, S.M. (1994). *Image and Brain*, MIT Press, Cambridge, MA, 1994.

Kosslyn, S.M., Thompson, W.L., Alpert, N.M. (1997). Neural systems shared by visual imagery and visual perception: A positron emission tomography study. *NeuroImage*, 6, 320-334.

Kosslyn, S.M., Ganis, G., Thompson, W.L. (2001). Neural foundations of imagery. *Nature Reviews: Neuroscience*, 2(9), 635-624.

Kosslyn, S.M. (2005). Mental images and the brain. *Cognitive neuropsychology*, 22(3/4), 333-347.

Kosslyn, S.M., Ganis, G., Thompson, W.L. (2006). Mental imagery and the human brain. In: Q. Jing, M.R. Rosenzweig, G. D'Ydewalle, H. Zhang, H.C. Chen, K. Zhang (szerk.), *Progress*

*in psychological science around the world. Vol. 1: Neural, cognitive and developmental issues* (195-209). London: Psychology Press.

Köteles Ferenc, Bárdos György (2007). A placebo - evolúciós szemmel. *Magyar Pszichológiai Szemle* 62:(2), 239-252.

Köteles Ferenc. (2009). *A gyógyszerek érzékszervi tulajdonságai alapján kiváltott elvárások vizsgálata – A placebo hatás háttértényezői. Doktori disszertáció.* Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.

Köteles Ferenc, Szemerszky Renáta, Freyler Anett, Bárdos György (2011). Somatosensory Amplification as a possible source of subjective symptoms behind Modern Health Worries. *Scandinavian Journal of Psychology* 52:(2), 174-178.

Kulcsár, Zs. (2002). *Egészségpszichológia.* Budapest: ELTE Eötvös Kiadó

Kuhtz-Buschbeck, J.P., Mahnkopf, C., Holzknecht, C., Sieber, H., Ulmer, S., Jansen, O. (2003). Effector-independent representations of simple and complex imagined finger movements: A combined fMRI and TMS study. *European Journal of Neuroscience*, 18, 3375-3387.

Kwekkeboom, K.L. (2003). Music versus distraction for procedural pain and anxiety in patients with cancer. *Oncology Nursing Forum*, 30,433-440.

Lambert, S.A. (1996). The effects of hypnosis / guided imagery on the postoperative course of children. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 17, 307-310.

Lazar, S.W., Bush, G., Gollub, R.L. Fricchione, G.L., Hhalsa, G., Benson, H. (2000). Functional brain mapping of the relaxation response and meditation. *Neuroreport*, 11,1581-1585.

LeBaron, S., Zeltzer, L.K. (1996). Children in pain: Evaluation and treatment. In: J. Barber (szerk.), Hypnosis and suggestion in the treatment of pain (*első kiadás, 305– 316. oldal*). New York: W. W. Norton & Company.

Lloyd, D.M. (2007). Spatial limits on referred touch to an alien limb may reflect boundaries of visuo-tactile peripersonal space surrounding the hand. *Brain and Cognition*, 64(1), 104–109.

Longo, M.R., Schüür, F., Kammers, M.P.M., Tsakiris, M., Haggard, P. (2008). What is embodiment? A psychometric approach. *Cognition*, 107, 978-998.

Longo M.R., Schüür F., Kammers M.P., Tsakiris M., Haggard P. (2009). Self awareness and the body image. *Acta Psychologica* 32, 166-72

Longo, M.R., Betti, V., Aglioti, S. M., Haggard, P. (2009). Visually induced analgesia: seeing the body reduces pain. *The Journal of Neuroscience*, 29(39), 12125-12130.

- Longo, M.R., Iannetti, G.D., Mancini, F., Driver, J., Haggard, P. (2012). Linking pain and the body: neural correlates of visually induced analgesia. *The Journal of Neuroscience*, 32(8), 2601-2607.
- Lopez, C., Bieri, C.P., Preuss, N., Mast, F.W. (2012). Tactile and vestibular mechanisms underlying ownership for body parts: A non-visual variant of the rubber hand illusion. *Neuroscience Letters* 511(2), 120-124.
- Lorig, K. és Holman, H. (1993). Arthritis self-management studies: A twelve year review. Special issue: Arthritis health education. *Health Education Quarterly*, 20, 17-28.
- Lorig, K., Manzonson, P., Holman, H. (1993). Evidence suggesting that health education for self-management in patients with chronic arthritis has sustained health benefits while reducing health care costs. *Arthritis Rheumatoids*, 36, 1429-1446.
- Ludwick-Rosenthal, R., Neufeld, R.W.J. (1988). Stress management during noxious medical procedures: An evaluative review of outcome studies. *Psychological Bulletin*, 104, 326-342.
- Macaluso E., Frith C.D., Driver J. (2000). Modulation of human visual cortex by crossmodal spatial attention. *Science*, 289:1206-1208.
- Makin T.R., Holmes N.P., Zohary E. (2007). Is that near my hand? Multisensory representation of peripersonal space in human intraparietal sulcus. *Journal of Neurosci* 27:731-40.
- Makin, T.R., Holmes, N.P., Ehrsson, H.H., (2008). On the other hand: dummy hands and peripersonal space. *Behavioral Brain Research* 191, 1-10.
- Mancini, F., Longo, M.R., Kammers, M.P., Haggard, P. (2011). Visual distortion of body size modulates pain perception. *Psychological science*, 22(3), 325-330.
- Manyande, A., Berg, S., Gettins, D., Stanford, S.C., Mazhero, S., Marks D.F. és munkatársak (1995). Preoperative rehearsal of active coping, imagery influences subjective and hormonal responses to abdominal surgery. *Psychosomatic Medicine*, 57(2), 177-182.
- Mast, W.M., Kosslyn, S.M. (2002). Visual mental images can be ambiguous: insights from individual differences in spatial transformation abilities. *Cognition* 86, 57-70.
- McCaul, K.D., Malott, J.M. (1984). Distraction and coping with pain. *Psychological Bulletin*, 95, 516-533.
- McGurk, H., MacDonald, J. (1976). Hearing lips and seeing voices. *Nature* 264, 746-748.
- MacLachlan, M., Desmond, D., Horgan, O. (2003). Psychological correlates of illusory body experiences. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 40, 59-66.
- Melzack, R. (1993). Pain: Past, present, and future. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 47, 615-629.

- Melzack, R. (1996). Gate control theory: On the evolution of pain concepts. *Pain Forum*, 5,128-138.
- Melzack, R. (1999). From the gate to the neuromatrix. *Pain Supplement*, 6,121-126.
- Melzack, R. (2001). Pain and neuromatrix in the brain. *Journal of Dental Education*, 65,1378-1382.
- Melzack, R.,Coderre, T.J., Katz, J., Vaccarino, A.L. (2001). Central neuroplasticity and pathological pain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 933, 157–174.
- Melzack, R. és Wall, P.D. (1965). Pain mechanisms: A new theory. *Science*, 150, 971–979.
- Miller, E.K., Cohen, J.D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function, *Annual Review of Neuroscience* 24, 167– 202.
- Miller, F.G. és Rosenstein, D.L. (2006). The nature and power of placebo effect. *Journal of Clinical Epidemiology*, 59, 331-335.
- Mohan, R., Jensen, K. B., Petkova, V. I., Dey, A., Barnsley, N., Ingvar, M. és munkatársai (2012). No Pain Relief with the Rubber Hand Illusion. *PloS one*, 7(12), e52400.
- Molnár Péter és Csabai Márta (2009). *Orvosi pszichológia és klinikai egészségpszichológia*. Medicina, Budapest.
- Morgan, W.P. és Pollock, M.L. (1977). Psychological characteristics of elite cyclers. *Annals of New York Academy of Science*, 301, 382-403.
- Morris, T., Spittle, M., Watt, A.T. (2005). *Imagery in sport*. Champaign: Human Kinetics
- Mórotz Kenéz és Perczel Forintos Dóra (2010). *Kognitív viselkedésterápia*. Medicina, Budapest.
- Moseley, G. L., Olthof, N., Venema, A., Don, S., Wijers, M., Gallace, A., Spence, C. (2008/b). Psychologically induced cooling of a specific body part caused by the illusory ownership of an artificial counterpart. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(35), 13169-13173.
- Moseley, L. (2011). Pain while you are out of your body–A new approach to pain relief? Commentary on a paper by Hänsel et al.(2011). *European Journal of Pain*, 15(8), 773.
- Moseley, G. L., Gallace, A.,Spence, C. (2012). Bodily illusions in health and disease: physiological and clinical perspectives and the concept of a cortical ‘body matrix’. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(1), 34-46.
- Mulder, T. (2007). Motor imagery and action observation: Cognitive tools for rehabilitation. *Journal of Neural Transmission*, 114(10), 1265-1278.
- Munzert, J. és Zentgraf, K. (2009). Motor imagery and its implications for understanding the motor system. *Review Article Progress in Brain Research*, 174,219-229.

Mussap, A. J. és Salton, N. (2006). A 'rubber-hand' illusion reveals a relationship between perceptual body image and unhealthy body change. *Journal of Health Psychology*, 11, 627-639.

O'Connor, E. (2003). Sports skills applied to rehabilitation: Relaxation and imagery training in enhancing of free kicks in Gaelic football. *Journal of Sport Psychology*, 25, 19-31.

Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.

Orlick, T. (1999). *Embracing your potential*. Champaign: Human Kinetics

Page, S.J., Levine, P., Leonard, A. (2007). Mental practice in chronic stroke: Results of a randomized placebo-controlled trial. *Stroke*, 38(4), 1293-1297.

Pargman, D. (2007). *Psychological bases of sport injuries*. Morgantown: Fitness Information Technology.

Patterson, C.H. (2000). *Understanding Psychotherapy: Fifty Years of Client-Centered Theory and Practice*. PCCS Books.

Peled, A., Ritsner, M., Hirschman, S., Geva, A. B., Modai, I. (2000). Touch feel illusion in schizophrenic patients. *Biological Psychiatry*, 48, 1105-1108.

Petkova V.I., Ehrsson H.H. (2008). If I Were You: Perceptual Illusion of Body Swapping. *PLoS ONE* 3(12): e3832.

Petkova, V.I., Björnsdotter, M., Gentile, G., Jonsson, T., Li, T.Q., Ehrsson, H.H., (2011). From part- to whole-body ownership in the multisensory brain. *Current Biology* 21, 1118–1122.

Petkova, V.I., Ksohnevis, M., Ehrsson, H.H. (2011). The perspective matters! Multisensory integration in ego-centric reference frames determines full-body ownership. *Frontiers in Psychology*, 2, 35, 1-7.

Pölkki, T., Pietilä, A., Vehviläinen-Julkunen, K. (2003). Hospitalized children's descriptions of their experiences with postsurgical pain relieving methods. *International Journal of Nursing Studies*, 40(1), 33-44.

Previc, F.H. (1998). The neuropsychology of 3-D space. *Psychological Bulletin*, 124, 123-164.

Price, D.D. (2000). Psychological and neural mechanisms of the affective dimension of pain. *Science*, 288, 1769–1772.

Price, D.D., Harkins, S.W., Baker, C. (1987). Sensory-affective relationships among different types of clinical and experimental pain. *Pain*, 28, 297-307.

- Pylyshyn, Z.W. (2002). Mental imagery: In search of a theory. *Behavioral and Brain Sciences*, 25, 157-237.
- Pylyshyn, Z.W. (2003a). Return of the mental image: Are there pictures in the brain? *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 113-118.
- Pylyshyn, Z.W. (2003b). *Seeing and visualizing: It's not what you think*. Cambridge: MIT Press.
- Ramachandran V.S., Rogers-Ramachandran D., Cobb S. (1995). Touching the phantom limb. *Nature* 377 (6549): 489-490.
- Ramachandran, V.S., Brang, D., McGeoch, P.D. (2009). Size reduction using mirror visual feedback (MVF) reduces phantom pain. *Neurocase*, 15(5), 357-360.
- Ranganathan, V.K., Siemionow, V., Liu, J.Z., Sahgal, V., & Yue, G.H. (2004). From mental power to muscle power - gaining strength by using the mind. *Neuropsychologia*, 42(7), 944-956.
- Razon, S., Arsal, G., Nascimento, T., Simonavice, E., Gershgoren L., Loney B. és munkatársaik (2010). Perceptions of exertive pain, attention allocation, and task adherence in patients with fibromyalgia using imagery. *Journal of Multidisciplinary Research*, 2(2), 5-24.
- Reddy, A.N., Tsuchiya, N., Serre, T. (2010). Reading the mind's eye: Decoding category information during mental imagery. *Neuroimage*, 50(2), 818-825.
- Rhode, M., Di Luka, M., Ernst, M. O. (2011). The Rubber Hand Illusion: Feeling of ownership on proprioceptive drift do not go hand in hand. *PLoS ONE*, 6, 6, e21659.
- Rizzolatti G, Scandolara C, Matelli M, Gentilucci M. (1981). Afferent properties of periarculate neurons in macaque monkeys. II. Visual responses. *Behav Brain Res*, 2, 147-63.
- Rock, I., Victor, J. (1964). Vision and touch: an experimentally created conflict between the two senses. *Science*, 143:594-596.
- Rolke, R., Baron, R., Maier, C., Tölle, T.R., Treede, R.D., Beyer, A. és munkatársaik (2006). Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): standardized protocol and reference values. *Pain*, 123(3), 231-243.
- Sadaat, H., Drummond-Lewis, J., Maranets, I., Kaplan, D., Saadat, A., Wang, S.M. és munkatársaik (2006). Hypnosis reduces preoperative anxiety in adult patients. *Anesthesia and Analgesia*, 102, 1394-1396.
- Schwoebel, J., Coslett, H.B. (2005). Evidence for multiple, distinct representations of the human body. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 543-553.
- Scott, L.M., Scott, D., Bedic, S.P., Dowd, J. (1999). The effect of associative and dissociative strategies on rowing ergometer performance. *The Sport Psychologist*, 13, 57-68.
- Séra, L., Kovács, I., Komlósi, A. (1990). *A képzelet*. Budapest: Tankönyvkiadó.



- Sekuler, R., Sekuler, A.B., Lau, R. (1997). Sound alters visual motion perception. *Nature* 385, 308.
- Shams L., Kamitani Y., Shimojo S. (2000). What you see is what you hear. *Nature*, 408:788.
- Shimojo, S., Shams, L. (2001). Sensory modalities are not separate modalities: plasticity and interactions. *Current Opinion in Neurobiology* 11, 505–509.
- Sierra, M., David, A.S. (2011). Depersonalization: A selective impairment of self-awareness. *Consciousness and Cognition*, 20, 99-108.
- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R.J., Frith, C.D. (2004). Empathy for Pain Involves the Affective but not Sensory Components of Pain. *Science* 20:Vol. 303. 5661, 1157-1162.
- Sirigu, A., Grafman, J., Bressler, K., Sunderland, T. (1991). Multiple representations contribute to body knowledge processing. Evidence from a case of outopagnosia. *Brain*, 114, 629-642.
- Slotnick, S.D., Thompson, W.L., Kosslyn, S.M. (2005). Visual mental imagery induces retinotopically organized activation of early visual areas. *Cerebral Cortex*, 15(10), 1570-83.
- Sparing, R., Mottaghy, F.M., Ganis, G., Thompson, W.L., Töpper, R., Kosslyn, S.M. (2002). Visual cortex excitability increases during visual imagery - A TMS study in healthy human subjects. *Brain Research*, (938),92-97.
- Stein, B.E., Stanford, TR., Rowland, BA. (2009). The neural basis of multisensory integration in the midbrain: its organization and maturation. *Hearing Research* 258 (1-2): 4–15.
- Stephan, K.M., Fink, G.R., Passingham, R.E., Silbersweig, D., Ceballosbaumann, A.O., Frith, C.D. és munkatársaik (1995). Functional anatomy of the mental representation of upper extremity movements in healthy subjects. *Journal of Neurophysiology*, 73,373-386.
- Summers, S. (2000). Evidence-based practice part 1: Pain definitions, pathophysiologic mechanisms, and theories. *Journal of Perianesthesia Nursing*, 15,357-365.
- Swart, C. M. A., Stins, J. F., Beek, P. J. (2009). Cortical changes in complex regional pain syndrome (CRPS). *European Journal of Pain*, 13(9), 902-907.
- Targalia, E.M., Bamert, L., Herzog, M.H., Mast, F.W. (2012). Perceptual learning of motion discrimination by mental imagery. *Journal of Vision* 12(6):14, 1-10.
- Tracey, I. és Mantyh, P.W. (2007). The cerebral signature for pain perception and its modulation. *Neuron*, 55, 377-391.
- Tsakiris, M. és Haggard, P. (2005). The rubber hand illusion revisited: visuotactile integration and self-attribution. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31(1), 80-91.

- Tsakiris, M., Prabhu, G., Haggard, P. (2006). Having a body versus moving your body: How agency structures body-ownership. *Consciousness and Cognition*, 15(2), 423-432.
- Tsakiris, M., Carpenter, L., James, D., Fotopoulou, A. (2010). Hands only illusion: multisensory integration elicits sense of ownership for body parts but not for non-corporeal objects. *Experimental brain research*, 204(3), 343-352.
- van den Bos, E., és Jeannerod, M. (2002). Sense of body and sense of action both contribute to self-recognition. *Cognition* 85(2), 177-187
- Vasconcelos, N., Pantoja, J., Belchior, H., Caixeta, F.V., Faber, J., Freire, M.A.M. és munkatársak (2011). Cross-modal responses in the primary visual cortex encode complex objects and correlate with tactile discrimination. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (37), 15408–15413.
- Wall, P.D. és Melzack, R. (2005). *Textbook of Pain*. New York: Churchill Livingstone
- Vallar, G., Ronchi, R. (2009). Somatoparaphrenia: a body delusion. A review of the neuropsychological literature. *Experimental Brain Research*, 192, 533-551.
- Walko, G.A., Varni, J.W., Ilowite, N.T. (1992). Cognitive-behavioral pain management in children with juvenile rheumatoid arthritis. *Pediatrics*, 89, 1075-1079.
- Welch, R.B. (1972). The effect of experienced limb identity upon adaptation to simulated displacement of the visual field. *Perception & Psychophysics*, 12, 453–456.
- Welch, R.B., Warren, D.H. (1980) Immediate perceptual response to intersensory discrepancy. *Psychological Bulletin*, 88:638-667.
- Wild, J. és Clark, D.M. (2011). Imagery rescripting of early traumatic memories in social phobia. *Cognitive and Behavioral Practice*, 18, 433-443.
- Williams, J.M., Rotella, R.J., Scherzer, G.B. (2001). Injury risk and rehabilitation: Psychological considerations. In: J.M. Williams (szerk.), *Applied sport psychology: Personal growth to peak performance* (456-479). Mountain View: Mayfield
- Woolfolk, R., Parrish, M.W., Murphey, S.M. (1985). The effects of positive and negative imagery on motor skill performance. *Cognitive Therapy and Research*, 9, 335-341.
- Wright, B.R. és Drummond, P.D. (2000). Rapid induction analgesia for the alleviation of procedural pain during burn care. *Burns*, 26, 275-282.
- Zhou, W., Zhang, X., Chen, J., Wang, L., Chen, D. (2012). Nostril-specific olfactory modulation of visual perception in binocular rivalry. *Journal of Neuroscience* 32 (48), 17225–17229.
- Zopf, R., Truong, S., Finkbeiner, M., Friedman, J., Williams, M. A. (2011). Viewing and feeling touch modulates hand position for reaching. *Neuropsychologia*, 49(5), 1287-1293.

## 9. Publikációs lista

### 9.1. A disszertáció alapjául szolgáló közlemények

Hegedüs Gábor, Szolcsányi Tibor (2012). A képzelet szerepe a gyógyításban és a rehabilitációban - különös tekintettel a fájdalomcsökkentésre. *Mentálhigiéné és Pszichoszomatika* 13:(3) 311-335.

Hegedüs Gábor, Szolcsányi Tibor, Darnai Gergely, Ivaskevic Krisztián, Koltai Eszter, Kállai János (2012). The impact of the modification of body image on pain perception. *Review of Psychology* 19:(1) p. 96.

Hegedüs Gábor, Szolcsányi Tibor, Darnai Gergely, Ivaskevic Krisztián, Koltai Eszter, Kállai János (2012). A testkép módosításának hatása a fájdalomérzetre. In: Barabás Katalin, Kapocsi Erzsébet, Pikó Bettina, Hamvai Csaba, Látos Melinda, Bóta Margit, Vári-Kószó Melinda (szerk.) *XII. Magatartástudományi Napok: Kivonatkötet*. Konferencia helye, ideje: Szeged, Magyarország, 2012.06.14-2012.06.15. Szeged: JATE Press, 2012. pp. 36-37. (ISBN:978-963-306-148-0)

Hegedüs Gábor, Szolcsányi Tibor, Darnai Gergely, Ivaskevic Krisztián, Koltai Eszter, Kállai János (2012). A testkép módosításának hatása a fájdalomérzetre. In: Vargha András (szerk.) *A tudomány emberi arca: A Magyar Pszichológiai Társaság XXI. Országos Tudományos Nagygyűlése: Kivonatkötet*. Konferencia helye, ideje: Szombathely, Magyarország, 2012.05.30. Szombathely: Magyar Pszichológiai Társaság, 2012. p. 313. (ISBN:978-963-87915-6-6)

Kállai János, Szolcsányi Tibor, Hegedüs Gábor (2013). A Műkéz illúzió „Hozzám tartozik, de nem az enyém”. *Magyar Pszichológiai Szemle* 68:(3) 457-474.

Szolcsányi Tibor, Hegedüs Gábor, Darnai Gergely, Feldmann Ádám, Ivaskevic Krisztián, Koltai Eszter, Janszky József, Kállai János (2013). A gumikéz illúzió hatása a fájdalom-észlelésre. In: Vargha András (szerk.) *Kapcsolataink világa: Magyar Pszichológiai Társaság XXII. Országos Tudományos Nagygyűlés: Kivonatkötet*. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2013.06.05.-2013.06.07. Budapest: Magyar Pszichológiai Társaság, 2013. pp. 86-87.

Hegedüs Gábor, Szolcsányi Tibor, Feldmann Ádám, Kállai János (2014). Vizuális és téri jellegzetességek redukciójának hatása a gumikéz illúzió intenzitásának mértékére. In: Vargha András (szerk.) *Határtalan pszichológia – Unlimited Psychology: A Magyar Pszichológiai Társaság XXIII. Országos Tudományos Nagygyűlésének Kivonatköteté..* 270 p.

Gábor Hegedüs, Gergely Darnai, Tibor Szolcsányi, Ádám Feldmann, József Janszky, János Kállai (2014). The rubber hand illusion increases heat-pain threshold. *European Journal of Pain* 18:(8), 1173-1181. (Impact factor: 3.218). DOI: 10.1002/j.1532-2149.2014.00466.x

### 9.2. Egyéb közlemények

Tamás Bereczkei, Gábor Hegedüs, Gábor Hajnal (2009). Facialmetric similarities mediate mate choice: sexual imprinting on opposite-sex parents. *Proceedings of The Royal Society London B Biological Sciences* 276, 91-98. (Impact Factor: 4.857).

Kállai János, Szolcsányi Tibor, Darnai Gergely, Hegedüs Gábor (2013). A gumikéz illúzió: teória és eljárási mód. In: Vargha András (szerk.) *Kapcsolataink világa: Magyar Pszichológiai Társaság XXII. Országos Tudományos Nagygyűlés: Kivonatkötet*. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2013.06.05.-2013.06.07. Budapest: Magyar Pszichológiai Társaság, 2013. p. 86.

Darnai Gergely, Szolcsányi Tibor, Kincses Péter, Perlaki Gábor, Hegedüs Gábor, Janszky József, Kállai János (2013). A gumikéz illúzió indukciója során aktív ideghálózatok: fMRI vizsgálat. In: Vargha András (szerk.) *Kapcsolataink világa: Magyar Pszichológiai Társaság XXII. Országos Tudományos Nagygyűlés: Kivonatkötet*. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2013.06.05.-2013.06.07. Budapest: Magyar Pszichológiai Társaság, 2013. p. 87.

János Kállai, Tibor Szolcsányi, Gergely Darnai, Gábor Hegedüs, Ádám Feldman, Krisztián Ivaskievics, Eszter Koltai. (2013). Role of personality factors in the induction of Rubber Hand Illusion. In: *Personality Psychology Foundation (PPF): The 1st World Conference on Personality*. Konferencia helye, ideje: Stellenbosch, Dél-Afrika, 2013.03.19-2013.03.23. Stellenbosch: p. 79.

Darnai Gergely, Szolcsányi Tibor, Hegedüs Gábor, Kincses Péter, Kállai János, Janszky János (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 Kivonatkötete*, 270 p.

Kállai János, Hegedüs Gábor, Feldmann Ádám, Rózsa Sándor, Darnai Gergely, Szolcsányi Tibor (2014). A gumikéz illúzióra való érzékenységgel összefüggő temperamentum sajátosságok és pszichopatológiai szindrómák. In: Vargha András (szerk.) *Határtalan pszichológia – Unlimited Psychology: A Magyar Pszichológiai Társaság XXIII. Országos Tudományos Nagygyűlésének Kivonatkötete*, 270 p.

Kerekes Zsuzsanna, Hegedüs Gábor, Kállai János, Révész György, Tiszberger Mónika (2014). A szorongásra való érzékenység kérdőív faktoranalitikus vizsgálatának eredményei hazai mintán. In: Vargha András (szerk.) *Határtalan pszichológia – Unlimited Psychology: A Magyar Pszichológiai Társaság XXIII. Országos Tudományos Nagygyűlésének Kivonatkötete*, 270 p.

Hegedüs Gábor (2014). A személyiség kialakulása (filo és ontogenezis), típusai, meghatározó elméletei és zavarai. In: [www.tankonyvtar.hu](http://www.tankonyvtar.hu) szerk.: Komoly Sámuel - TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1-2011-0094 „Emberi életfolyamatok idegi szabályozása - a neurontól a viselkedésig. Interdiszciplináris tananyag az idegrendszer felépítése, működése és klinikuma témáiban orvostanhallgatók, egészség- és élettudományi képzésben résztvevők számára Magyarországon”, Dialóg Campus, 6.a. fejezet.

Gábor Hegedüs (2014). Die Herausbildung (Phylo- und Ontogenetik), die Typen, die maßgeblichen Theorien und Störungender Persönlichkeit. In: [www.tankonyvtar.hu](http://www.tankonyvtar.hu) szerk.: Komoly Sámuel - TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1-2011-0094 „Emberi életfolyamatok idegi szabályozása - a neurontól a viselkedésig. Interdiszciplináris tananyag az idegrendszer

*felépítése, működése és klinikuma témáiban orvostanhallgatók, egészség- és élettudományi képzésben résztvevők számára Magyarországon*”, Dialóg Campus, 6.a. fejezet.

Gábor Hegedüs (2014). Types, theories, disorders and the development of personality (phylogeny, ontogeny). In: [www.tankonyvtar.hu](http://www.tankonyvtar.hu) szerk.: Komoly Sámuel - TÁMOP-4.1.2.A/11/1-2011-0094 „Emberi életfolyamatok idegi szabályozása - a neurontól a viselkedésig. Interdiszciplináris tananyag az idegrendszer felépítése, működése és klinikuma témáiban orvostanhallgatók, egészség- és élettudományi képzésben résztvevők számára Magyarországon”, Dialóg Campus, 6.a. fejezet.

## **10. Köszönetnyilvánítás**

A témaválasztás lehetőségéért, a vizsgálatok megvalósításáért és a disszertációm elkészítéséhez nyújtott támogatásért témavezetőmnek, Prof. Dr. Kállai Jánosnak, valamint Dr. Szolcsányi Tibornak tartozom köszönettel, akik értékes tanácsaikkal, szakmai irányításukkal segítették munkámat. Köszönettel tartozom továbbá Prof. Dr. Janszky Józsefnek a kutatás tárgyi feltételeinek biztosításáért és minden kedves résztvevő kollégának, Feldmann Ádámnak és Darnai Gergelynek, akiknek szeretném megköszönni a segítségüket. Külön köszönöm a vizsgálat lebonyolításban és a laboratóriumi munkában TDK-s hallgatóink aktív részvételét, elsősorban említeném Berecz Hajnalka áldozatos és precíz munkáját.

A disszertáció az OTKA - K 106176 számú, „Peripersonális és extrapersonális téri reprezentációk szétválása: deperszonalizáció, realitás- irrealitás és komputer által létrehozott virtuális valóság.” című pályázat keretein belül került megírásra.

## MELLÉKLETEK

### Az első kísérlet kérdőívei

téves lokalizálás	1. Úgy tűnt, mintha éreztem volna az ecset érintését a műkézen, azon a helyen, ahol azt megérintették. 2. Úgy tűnt, a megérintés élményét a műkéz ecsettel való érintése váltja ki.
tulajdonosság	3. Úgy éreztem, mintha a műkéz az én kezem lenne. 4. Úgy éreztem, mintha a műkéz ténylegesen hozzám tartozna.
tulajdonosság elvesztése	5. Úgy tűnt, mintha képtelen lettem volna megmozdítani a saját bal kezemet. 6. Úgy tűnt, mintha a bal kezem eltűnt volna.
kontroll	7. Úgy tűnt, mintha az ecset-érintéseket valahol a műkéz és a valódi kezem között lévő területen érezném. 8. Úgy tűnt, mintha két bal kezem lett volna.

Az illúzió szubjektív erősségének mérésére használt kérdőív tételei a műkéz kondícióban.

téves lokalizálás	1. Úgy tűnt, mintha éreztem volna az ecset érintését az elképzelt kézen, azon a helyen, ahol azt megérintették. 2. Úgy tűnt, a megérintés élményét az elképzelt kéz ecsettel való érintése váltja ki.
tulajdonosság	3. Úgy éreztem, mintha az elképzelt kéz az én valóságos kezem lenne. 4. Úgy éreztem, mintha az elképzelt kéz ténylegesen hozzám tartozna.
tulajdonosság elvesztése	5. Úgy tűnt, mintha képtelen lettem volna megmozdítani a saját bal kezemet. 6. Úgy tűnt, mintha a bal kezem eltűnt volna.
kontroll	7. Úgy tűnt, mintha az ecset-érintéseket valahol az elképzelt kéz és a valódi kezem között lévő területen érezném. 8. Úgy tűnt, mintha két bal kezem lett volna.

Az illúzió szubjektív erősségének mérésére használt kérdőív tételei a támogatott láthatatlankéz és a láthatatlan kéz kondícióban.

### A második kísérlet kérdőíve

<u>Megtestesítésre vonatkozó (téves lokalizálás és tulajdonosság) állítások</u>	
Q1.	Úgy tűnt, mintha éreztem volna az ecset érintését a műkézen, azon a helyen, ahol azt megérintették.
Q2.	Úgy tűnt, a megérintés élményét a műkéz ecsettel való érintése váltja ki.
Q3.	Úgy éreztem, mintha a műkéz az én valóságos kezem lenne.
Q4.	Úgy éreztem, mintha a műkéz ténylegesen hozzám tartozna.
<u>A tulajdonosság elvesztésére vonatkozó állítások</u>	
Q5.	Úgy tűnt, mintha képtelen lettem volna megmozdítani a saját bal kezemet.
Q6.	Úgy tűnt, mintha a bal kezem eltűnt volna.
Q7.	Úgy tűnt, mintha a bal kezem irányíthatatlanná vált volna a számomra.
<u>Időtartamra vonatkozó állítás</u>	
Q8.	Kérem értékelje, hogy az ecsettel való ütögetés során milyen hosszú ideig volt jelen az élmény, hogy a műkéz az ön keze.
<u>Kontroll állítás</u>	
Q9.	Úgy tűnt, mintha tényleg nem tudtam volna, hogy hol van a bal kezem.

Az illúzió szubjektív erősségének mérésére használt kérdőív tételei.