EÖTVÖS LORÁND UNIVERSITY
FACULTY OF EDUCATION AND PSYCHOLOGY

Doktori disszertáció tézisei

Áron Horváth

A PROPRIOCEPTÍV PONTOSSÁG PSZICHOLÓGIAI VONATKOZÁSAI

Pszichológiai doktori iskola
A Doktori Iskola vezetője: Róbert Urbán, DSc, egyetemi tanár

Sport- és egészség-pszichofiziológiai program
Programvezető: Köteles Ferenc, DSc, egyetemi tanár

Témavezetők
Köteles Ferenc, DSc, egyetemi tanár
Ferentzi Eszter PhD, egyetemi adjunktus

Committee members:

Elnök:	Dr. Bárdos György, professor emeritus
Opponent 1:	Dr. Szemerszky Renáta, egyetemi docens
Opponent 2:	Dr. Csathó Árpád, egyetemi docens
Secretary:	Patakiné Dr. Bősze Júlia, egyetemi adjunktus
Members:	Dr. Boros Szilvia, egyetemi docens
	Dr. Darnai Gergely, tudományos munkatárs
	Dr. Kökönyei Gyöngyi, egyetemi docens

Budapest, 2022

A doktori értekezés alapját képző tanulmányok

Horváth, Á. (2019). Propriocepció. In F. Köteles & E. Ferentzi (Eds.), *Tanulmányok az interocepcióról. Bárdos György professzor tiszteletére* (pp. 103–131). ELTE Eötvös Kiadó.

Horváth, Á., Ferentzi, E., & Köteles, F. (2019). Proprioceptive accuracy is not associated with self-reported body awareness, body competence, and affect. *Physiology International*, *106*(4), 347–354. https://doi.org/10.1556/2060.106.2019.33

Horváth, Á., Ferentzi, E., Bogdány, T., Szolcsányi, T., Witthöft, M., & Köteles, F. (2020). Proprioception but not cardiac interoception is related to the rubber hand illusion. *Cortex*, *132*, 361–373. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2020.08.026

Horváth, Á., Ferentzi, E., Schwartz, K., Jacobs, N., Meyns, P., & Köteles, F. (2022). The measurement of proprioceptive accuracy: A systematic literature review. *Journal of Sport and Health Science*. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.04.001

Horváth, Á., Vig, L., Ferentzi, E., & Köteles, F. (2021). Cardiac and Proprioceptive Accuracy Are Not Related to Body Awareness, Perceived Body Competence, and Affect. *Frontiers in Psychology*, *11*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.575574

Egyéb tanulmányok

Ferentzi, E., Bogdány, T., Szabolcs, Z., Csala, B., Horváth, Á., & Köteles, F. (2018). Multichannel investigation of interoception: Sensitivity is not a generalizable feature. *Frontiers in Human Neuroscience*, *12*, 223. https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00223

Ferentzi, E., Horváth, Á., & Köteles, F. (2019). Do body-related sensations make feel us better? Subjective well-being is associated only with the subjective aspect of interoception. *Psychophysiology*, *56*(4), e13319. https://doi.org/10.1111/psyp.13319

Horváth, Á., Ferentzi, E., & Köteles, F. (2019). A sportolás és a proprioceptív pontosság összefüggései. *Magyar Sporttudományi Szemle*, *2019*(3), 8–13.

Horváth, Á., Ferentzi, E., Ragó, A., & Köteles, F. (2022). The retention of proprioceptive information is suppressed by competing verbal and spatial task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 17470218221096252. https://doi.org/10.1177/17470218221096251

Horváth, Á., Köteles, F., & Szabo, A. (2021). Nocebo effects on motor performance: A systematic literature review. *Scandinavian Journal of Psychology*, *62*(5), 665–674. https://doi.org/10.1111/sjop.12753

Horváth, Á., Ragó, A., Ferentzi, E., Körmendi, J., & Köteles, F. (2020). Short-term retention of proprioceptive information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *73*(12), 2148–2157. https://doi.org/10.1177/1747021820957147

1. A disszertáció célja

A disszertáció célja rávilágítani a proprioceptív pontosság és az egészséges pszichológiai működés különböző aspektusai közti kapcsolatra (mint például az affektivitás, észlelt testi kompetencia, testi tudatosság, testtulajdonlás érzete). Emellett foglalkozni a proprioceptív pontosság mérése során felmerülő módszertani kérdésekkel. Először a szerző egy általános bevezetést fog nyújtani a témakörbe a kapcsolódó szakirodalmak összefoglalásával. Ezután a disszertáció alapját képző négy tanulmány kerül röviden bemutatásra. Ezt az eredmények általános diszkussziója fogja követni.

2. Általános bevezetés

2.1. Definíció

A propriocepció a mozgatórendszerből és a bőrből származó infomráció (tudatos) észlelését jelenti, amelyet módosíthatnak a kapcsolódó efferens jelek is (Proske & Gandevia, 2012). Ahhoz, hogy képesek legyünk hatékonyan szabályozni a mozdulatainkat, információra van szükségünk a testünk térbeli helyzetéről, és a végtagjaink egymáshoz viszonyított helyzetéről (Sainburg és mtsai., 1993). Ehhez különböző forrásból érkező információkra hagyatkozhatunk: használhatjuk a testen kívülről érkező, pl. vizuális információt, de hagyatkozhatunk a testen belülről érkező, proprioceptív információkra is. A propriocepcióban résztvevő receptorokat proprioceptoroknak hívjuk, ezek az izomorsók, amelyek az izmok nyúlásának mértékéről és sebességéről nyújtanak információt az idegrendszer számára, Golgi ínszerv, amely a nyomáseredetű információkat dolgozza fel, illetve az ízületi tokokban, szalagokban és bőrben található nyomásérzékenyen receptorok (Proske & Gandevia, 2012).

2.2. A propriocepció szerepe

A propriocepció elvesztésének vagy károsodásának következményei sokat elárulnak annak motoros szabályozásban betöltött szerepéről. Jelentős károsodások lépnek fel a koordinációban, a testtartás-szabályozásban és a finom manipulációban is (Sainburg és mtsai., 1993). Továbbá, a proprioceptív információ segít abban, hogy megkülönböztessük, hogy az adott környezeti vagy testi változás önmagunk által generált-e. A környezet és az önmagunk által generált mozdulatok megkülönböztetése alapvető fontosságú önmagunk és a környezet megkülönböztetése, így a szelf kialakulásának szempontjából is.(Tsakiris, 2010). A proprioceptív visszajelzés fontos szerepet játszik a testséma kialakulásában és megtartásában, illetve a testtulajdonlás élményében (Gallagher, 2005). Az érzelmek szempontjából a fokozott izomtónus készenléti állapotot tükröz, amely olyan kellemetlen

élményekkel járhat együtt, mint a mentális feszültség és a stressz. Az izmok ellazításával a negatív érzelmi állapot csökkenthető. (Rausch és mtsai., 2006).

2.3. Proprioceptív pontosság

Egyéni különbségek léteznek a személyek közt abból a szempontból, hogy milyen pontosan képesek észlelni a proprioceptív információkat. Ezt a képességet proprioceptív pontosságnak nevezzük (Han és mtsai., 2016). Az egyik leggyakrabban alkalmazott eljárás ennek mérésére az Ízületi Pozíció Reprodukciós teszt, ahol az adott ízület célpozícióba mozdítanak. Ezután elmozdítják onnan, a személy feladat pedig, hogy minél pontosabban reprodukálja a célpozíciót. Azok a személyek, akik rendszeresen sportolnak, jobb pontosságot mutatnak (Ribeiro & Oliveira, 2011). Az olyan kognitív tényezők, mint a figyelmi terhelés és a munkamemória kapacitás, szintén befolyásolják a pontosságot (Yasuda és mtsai., 2014). Számos tanulmány mutatott ki kapcsolatot a fizikális és pszichológiai jól-lét és a proprioceptív pontosság közt. Például a gyengébb pontossággal rendelkezők nagyobb eséllyel fognak megsérülni (e.g. Cameron et al., 2003). A krónikus nyak és hátfájást a rosszabb pontossággal járhat együtt (Stanton és mtsai., 2016; Tong és mtsai., 2015). Scholz és munkatársai (2001) vizsgálata azt találta, hogy a szomatoform zavarban szenvedők jobb pontossággal jellemezhetők amikor a trapézizom feszülésének mértékének megítélésére kérték őket. A skizofréniában szenvedők is rosszabb pontosságot mutatnak (Chang & Lenzenweger, 2005).

3. A proprioceptív pontosság nem mutat összefüggést az önbeszámolón alapuló testi tudatossággal, testi kompetenciával és affektivitással

3.1. Háttér

A proprioceptív pontosság fontos szerepet játszik a fizikai kompetenciában, az egészséges pszichológiai működéssel kapcsolatban azonban ellentmondásos eredmények állnak rendelkezésre. Jelen tanulmány célja, hogy rávilágítson a lehetséges összefüggésekre.

3.2. Módszer

68 fiatal felnőtt vet részt a vizsgálatban. A proprioceptív pontosságot a könyök ízület pozíciójának reprodukciós képessége alapján mértük fel. A domináns és szubdomináns végtagot is teszteltük az Ízületi Pozíció Reprodukciós Teszt ipszilaterális és kontralaterális változatával. Kérdőívek segítségével mértük fel az észlelet testi kompetenciát, a testi tudatosságot és az affektivitást (Testi Tudatosság Skála Fizikai Kompetencia alskálája, Testi Abszorpció Skála, Pozitív és Negatív Affektivitás Skála)

3.3. Eredmények

A pontosság és a kérdőíves adatok közti összefüggést a frekventista elemzés során Spearman-felé korrelációval, a Bayesiánus elemzés során Kendall-tau rangkorrelációval vizsgáltuk. Nem találtunk szignifikáns együttjárást a proprioceptív pontosság és a testi tudatosság, észlelt testi kompetencia és a pozitív és negatív affektivitás közt. A Bayesiánus elemzés az összefüggés hiányára mutatott bizonyítékot a legtöbb esetben.

3.4. Következtetés

A könyök ízületben mért proprioceptív pontosság nem mutat összefüggés a testi tudatossággal, észlelet testi kompetenciával és affektivitással.

4. A kardioceptív és proprioceptív pontosság nem mutat összefüggést a testi tudatossággal, az észlelet testi kompetenciával és az affektivitással.

4.1. Háttér

Az interocepció tágabb értelemben a test belső állapotainak észlelésére vonatkozik, beleértve a belső szervek (viszcerocepció), és a motoros rendszer (propriocepció) aktuális állapotát. Az interocepció magába foglalja (1) az interoceptív pontosságot, vagyis a belső állapot változásának észlelését viselkedéses tesztekkel mérve, (2) a bizonyosság mértékét, amely az észlelt teljesítményre vonatkozik a viselkedéses méréssel kapcsolatban, illetve (3) az interoceptív érzékenységet, tehát az önbeszámolón alapuló, általános képességet arra vonatkozóan, hogy ki milyen szinten képes a testi változásokat észlelni. A kardioceptív és proprioceptív modalitások közti kapcsolat vizsgálata ritka a szakirodalomban.

4.2. Módszer

Jelen tanulmányban egyetemi hallgatókat vizsgáltunk (N = 105, 53 férfi, életkor: 21.0±1.87 yrs). Felmértük a pozitív és negatív affektivitást (Pozitív és Negatív Affektivitás Skála), az interoceptív érzékenység (Testi Tudatosság Kérdőív), és a testi kompetenciát (Testi Tudatosság Skála Fizikai Kompetencia alskálája). Ezután viselkedéses tesztek segítségével felmértük a kardioceptív pontosságukat (Schandry teszt, mentális szívdobogás követés), illetve két módszerrel a proprioceptív pontosságukat a kar izmainak feszülésére vonatkozóan (súlydiszkriminációs teszt), illetve a könyök ízület helyzetére vonatkozóan (ízületi pozíció reprodukciós feladat). A bizonyossági ítéletek vizuális analóg skála segítségével kerültek felmérésre a feladatok után.

4.3. Eredmények

Csak a kardioceptív pontosság esetén találtunk gyenge együttjárást a pontosság és a bionyosság közt. További összefüggéseket nem találtunk a modalitásokon belül, illetve

azok közt. Továbbá nem volt összefüggés az interoceptív pontosság, bizonyosság, valamint érzékenység mutatók és az állapot és vonás szintű pozitív és negatív affektivitás, valamint az észlelt testi kompetencia közt.

4.4. Következtetés

Összefoglalva, a pontosság nem járul hozzá jelentős mértékben a kardioceptív és proprioceptív képesség tudatos reprezentációjához. Továbbá, a nem patológiás szintű érzelmi állapotok nincsenek összefüggésben a proprioceptív és kardioceptív modalitás esetén felmért dimenziókkal.

5. A proprioceptív pontosság összefüggést mutat a gumikéz illúzióval, a kardioceptív pontosság nem

5.1. Háttér

A gumikéz illúzió egy széles körben alkalmazott eljárás a multiszenzoros integráció kutatására. A vizuális és haptikus ingerek időbeli konzisztenciája miatt jön létre, amelyek felülírhatják a proprioceptív információt. Az elméleti modellek alapján a proprioceptív pontosság befolyásolhatja az illúzió erősségét, azonban ez a feltételezés eddig kevés figyelmet kapott a szakirodalomban. A kardioceptív pontosság kapcsán ellentmondó eredmények születtek. A tanulmány a proprioceptív és kardioceptív pontosság szerepét vizsgálta a gumikéz illúzió erősségének szempontjából.

5.2. Módszer

58 egyetemi hallgató (32 nő) esetén mértük fel a kardioceptív (Scahndry-teszt) és a proprioceptív pontosságot (könyök ízületi reprodukciós teszt), valamint a gumikéz illúzió erősségét.

5.3. Eredmények

Az eredmények szerint azon résztvevők, akik kisebb hiba variabilitást mutattak a proprioceptív pontosság mérése során, kevésbé élték át az illúziót, ez kiváltképp a saját kéz elvesztésére vonatkozó kérdések esetén volt igaz az aszinkron helyzetben. A szisztematikus hiba a szinkron helyzetben befolyásolta az illúziót. Azok a résztvevők, akik a gumikéz felé mutattak szisztematikus tévedést a könyökízületük megítélése során, jobban átélték, hogy a gumikéz hozzájuk tartozik. Az eredmények a multiszenzoros integráció Bayesi oksági következtetésen alapuló modelljével magyarázhatók. A kardioceptív pontosság nem mutatott összefüggést az illúzió erősségével.

5.4. Következtetés

A proprioceptív pontosságban kimutatható egyéni különbségek összefüggésben állnak a gumikéz illúzió erősségével, a kardioceptív pontosságban mutatkozó különbségek nem.

6. A proprioceptív pontosság mérése: szisztematikus irodalmi áttekintés

6.1. Háttér

A proprioceptív pontosság az egyén arra vonatkozó képességét jelenti, hogy a proprioceptív információt, vagyis a motoros rendszer aktuális állapotára vonatkozó információt észlelje, amely a motoros rendszerben, illetve a bőrben található mechanoreceptorokból származik. A proprioceptív pontosság fontos szerepet kaphat a személy szenzomotoros funkcióinak értékelése során, még sincs egy standard, széles körben elfogadott teszt a mérésére. A szisztematikus áttekintés célja az volt, hogy összegyűjtsük és kategorizáljuk a proprioceptív pontosság különböző aspektusait mérő módszereket.

6.2. Módszer

5 tudományos adatbázisban (PubMed, SPORTDiscus, PsycINFO, ScienceDirect, and SpringerLink) végeztünk keresést előre meghatározott kifejezések alapján.

6.3. Eredmények

Összesen 1139 tudományos cikket, ezekben 1346 mérést találtunk. A módszerek a propriocepció 8 különböző aspektusát mérik: (a) ízületi pozíció, (b) mozgás és mozgástartomány, (c) mozgáspálya, (d) mozgásgyorsaság, illetve, az (e) erőkifejtés, (f) izomfeszülés, (g) súly, és (h) méret észlelését. A módszerek a pszichofizika különböző paradigmáit alkalmazzák (a beigazítás, a konstans ingerek, illetve a határok módszerét).

6.4. Következtetés

A különböző tesztekkel, különböző testrészek esetén mért pontosság a szakirodalom alapján nem mutat összefüggést, tehát a proprioceptív pontosság testrész- és teszt-specifikus. A megfelelő mérési módszer kiválasztásához az elméleti megfontolások, és az ökológiai validitás figyelembevételét ajánljuk.

7. Általános összefoglalás

A disszertáció negyedik tanulmánya alapján a proprioceptív pontosság gyűjtőfogalomként használható, és szükséges a mérési eljárás, illetve a mért testrész figyelembevétele. Ez a kijelentés fontos szerepet kap, amikor a disszertáció többi tanulmányának az eredményét értelmezzük. Levonhatjuk a következtetést, hogy az észlelet testi kompetencia, a testi tudatosság és az affektivitás nem mutat összefügést a könyök ízület esetén az ízületi pozíció

reprodukciós teszttel (passzív beállítás és passzív/aktív reprodukció esetén) és a karhajlító izmok esetén a súlydiszkriminációs teszttel, de a következtetés nem generalizálható egyéb mérési eljárásokra (például az erőkifejtés reprodukciós képességét mérő, vagy az aktív mozgás kiterjedését mérő tesztekre). Hasonlóképp, a gumikéz illúzió esetén feltételezhetjük, hogy az összefüggést mutat az ízületi pozíciós reprodukciós teszttel passzív beállítás és passzív reprodukció esetén, de nem lehetünk biztosak, hogy az összefüggés más tesztek esetén is kimutatható-e.

Módszertani szempontból a proprioceptív pontosságot mérő módszerek közti együttjárás több ízületben elvégzett, átfogó kutatása lenne kívánatos. A legtöbb tanulmány csak néhány módszer összefüggését vizsgálja, és az elemszám túl kicsi ahhoz, hogy erős bizonyítékot szolgáltasson az összefüggés hiányára.

A disszertáció legtöbb tanulmányában keresztmetszeti, korrelációs módszert alkalmaztunk, amely azt jelenti, hogy oksági következtetést nem vonhatunk le. A későbbi kutatások szempontjából a proprioceptív pontosság fejlesztése értékes lehetőséget rejt.

A propriceptív információ mozgásszabályozásban betöltött szerepe alapján érdekes kérdés lehet, hogy a pontosság fejlesztése javítja-e a motoros tanulás hatékonyságát. Mindazonáltal, lehetséges hogy kutatási szempontból túl erőforrásigényes a hosszútávú fejlesztés. A probléma megoldásához használhatók olyan módszerek, amik akut szinten növelik/csökkentik a pontosságot. Ez lehetséges különböző nyújtási, illetve bemelegítési technikák által, valamint a kineziológiai tapasz is hatékony lehet ebből a szempontból (Ribeiro & Oliveira, 2011). Olyan módszerek is léteznek, amelyek rontják a pontosságot, ilyenek például a cryoterápia és az izomfárasztás (Ribeiro & Oliveira, 2011).

Mivel a kognitív faktorok is befolyásolhatják a proprioceptív pontosságot (pl. Yasuda és mtsai., 2014), a propriocetív ingerek rövidtávú emlékezetben való tárolásának módja is kutatásra érdemes kérdés. Ehhez egy újfajta eljárást fejlesztettük ki, amely a proprioceptív terjedelmet méri, vagyis hogy hány propriceptív módon meghatározott könyökízületi pozíciót képes a személy rövidtávon tárolni (Horváth és mtsai., 2020).

Mindennapi körülméynek közt, az alapvető mozdulatok kivitelezése (például egy teásbögre megfogása), rengeted izom és ízület koordinációját igényli. A mozdulatsor néhány elem tudatosulhat, de a tudatosság limitált kapacitása miatt a nagyobb része automatikus módon zajlik (Gallagher, 2005). Ezért fontos azt is kutatni, hogy a proprioceptív információ nem tudatos feldolgozása hogyan befolyásolhatja a pszichológiai működést, és fordítva, olyan helyzetekben amikor a személyek nem a teljes mértékben a proprioceptív információra figyelnek. Például Cacioppo és munkatársai (1993) kimutatták, hogy a karhajlító izmok

feszítése pozitív értékelési torzítást okozott semleges ingerek megítélése közben. Mindazonáltal, az eredményt (Cacioppo és mtsai., 1993) nem tesztelték a kar valós mozgatása közben. Egy proprioceptor, amely képes az adott ízület pozícióját pontosan mérni, illetve mozgatni, tökéletes lenne erre a feladatra.

Hivatkozások

Cacioppo, J. T., Priester, J. R., & Berntson, G. G. (1993). Rudimentary determinants of attitudes: II. Arm flexion and extension have differential effects on attitudes. *Journal of Personality and Social Psychology*, *65*(1), 5–17. https://doi.org/10.1037/0022-3514.65.1.5

Cameron, M., Adams, R., & Maher, C. (2003). Motor control and strength as predictors of hamstring injury in elite players of Australian football. *Physical Therapy in Sport*, *4*(4), 159–166. https://doi.org/10.1016/S1466-853X(03)00053-1

Chang, B. P., & Lenzenweger, M. F. (2005). Somatosensory processing and schizophrenia liability: Proprioception, exteroceptive sensitivity, and graphesthesia performance in the biological relatives of schizophrenia patients. *Journal of Abnormal Psychology*, *114*(1), 85–95. https://doi.org/10.1037/0021-843X.114.1.85

Gallagher, S. (2005). *How the body shapes the mind*. Clarendon Press.

Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J., & Liu, Y. (2016). Assessing proprioception: A critical review of methods. *Journal of Sport and Health Science*, *5*(1), 80–90. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.10.004

Horváth, Á., Ragó, A., Ferentzi, E., Körmendi, J., & Köteles, F. (2020). Short-term retention of proprioceptive information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *73*(12), 2148–2157. https://doi.org/10.1177/1747021820957147

Proske, U., & Gandevia, S. C. (2012). The proprioceptive senses: Their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological Reviews*, *92*(4), 1651–1697. https://doi.org/10.1152/physrev.00048.2011

Rausch, S. M., Gramling, S. E., & Auerbach, S. M. (2006). Effects of a single session of large-group meditation and progressive muscle relaxation training on stress reduction, reactivity, and recovery. *International Journal of Stress Management*, *13*(3), 273–290. https://doi.org/10.1037/1072-5245.13.3.273

Ribeiro, F., & Oliveira, J. (2011). Factors Influencing Proprioception: What do They Reveal? In V. Klika (Szerk.), *Biomechanics in Applications* (o. 323–346). InTech Open. https://www.intechopen.com/books/biomechanics-in-applications/factors-influencing-proprioception-what-do-they-reveal-

Sainburg, R. L., Poizner, H., & Ghez, C. (1993). Loss of proprioception produces deficits in interjoint coordination. *Journal of Neurophysiology*, *70*(5), 2136–2147. https://doi.org/10.1152/jn.1993.70.5.2136

Scholz, O. B., Ott, R., & Sarnoch, H. (2001). Proprioception in somatoform disorders. *Behaviour Research and Therapy*, *39*(12), 1429–1438. https://doi.org/10.1016/S0005-7967(00)00108-X

Stanton, T. R., Leake, H. B., Chalmers, K. J., & Moseley, G. L. (2016). Evidence of Impaired Proprioception in Chronic, Idiopathic Neck Pain: Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical Therapy*, *96*(6), 876–887. https://doi.org/10.2522/ptj.20150241

Tong, M. H., Mousavi, S. J., Kiers, H., Ferreira, P., Refshauge, K., & Dieën, J. van. (2015). Is there a relationship between lumbar spine proprioception and non-specific low back pain? A systematic review with meta-analysis. *Physiotherapy*, *101*, e1524–e1525. https://doi.org/10.1016/j.physio.2015.03.1512

Tsakiris, M. (2010). My body in the brain: A neurocognitive model of body-ownership. *Neuropsychologia*, *48*(3), 703–712. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.09.034

Yasuda, K., Sato, Y., Iimura, N., & Iwata, H. (2014). Allocation of Attentional Resources toward a Secondary Cognitive Task Leads to Compromised Ankle Proprioceptive Performance in Healthy Young Adults. *Rehabilitation Research and Practice*. https://doi.org/10.1155/2014/170304