

**A MOZGÁSSAL IRÁNYÍTOTT VIDEÓJÁTÉK-TRÉNING HATÁSA AZ
IDŐSÖDŐ KOROSZTÁLY EGYENSÚLYÁRA, A SZENZOROS
ÚJRASÚLYOZÁSRA ÉS A MEDIOLATERÁLIS IRÁNYÚ
STABILITÁSRA**

Disszertáció tézisei

SÁPI MARIANN

Témavezetők:

DR. PINTÉR SÁNDOR PH.D.

Klinikai Orvostudományi Doktori Iskola
Szegedi Tudományegyetem

Társtémavezető:

DOMJÁN ANDREA PH.D.

Fizioterápiás Tanszék
Egészségtudományi és Szociális Képzési Kar
Szegedi Tudományegyetem

Klinikai Orvostudományi Doktori Iskola vezetője:

PROF. DR. KEMÉNY LAJOS

Az MTA levelező tagja

Szeged, 2021

1. BEVEZETÉS

Az Egészségügyi Világszervezet adatai alapján az időskori elesések és az azokból származó, gyakran kórházi ellátást is igénylő sérülések világszerte egyre gyakoribb problémát jelentenek. Mindez nem csupán a baleseteket elszenvedő 60 év feletti korosztályt érinti, mivel kihívás elé állítja az egészségügyi ellátórendszert, valamint a rehabilitációval, ápolással foglalkozó egészségügyi szakembereket egyaránt. A Központi Statisztikai Hivatal szerint Magyarországon 2,6 millió fő 60 év feletti, azaz a teljes lakosság nagyjából egyharmad része, továbbá a korcsoport 60%-a nő. Éppen ezért kulcsfontosságú ezen populáció életminőségének javítása, olyan tréningprogramok tervezésével, amelyek segíthetik a jövőbeni elesések és az elesések szövődményeinek megelőzését. Ilyen szövődmények például a traumatológiai ellátást igénylő sérülések, az eleséstől való félelem, az immobilitás, az önellátásra való képtelenség, az idő előtti időotthonba kerülés, a fizikai állapot generalizált romlása.

A poszturális kontroll, az egyensúly megfelelő működése szükséges a mindennapi mozgásaink végrehajtásához, a testhelyzetek megtartásához, a testünkre ható külső erőhatásokra adott reakcióinkhoz. Az egyensúlynak jelentősége ellenére sincs általános, univerzális definíciója. Ahhoz, hogy testünket egyensúlyban tartsuk, hogy egy adott testhelyzetben maradjunk, vagy valamilyen akaratlagos, esetleg egy külső behatásra adott kompenzáló mozgást elvégezzünk, a testtömegközéppontunkat (Center of Gravity – CoG) az alátámasztási felület felett kell tartanunk. Az emberi test érzékeli az egyensúlyi állapotát veszélyeztető tényezőket, és az egyensúlyvesztés vagy az elesés megakadályozása érdekében a normál poszturális kontroll működése révén képes korrekív mozgásokkal a testtömegközéppontot az alátámasztási felszín felett tartani. Az egyensúly komplex folyamatokból tevődik össze, amelyekben az agy nem csupán egyes részei játszanak meghatározó szerepet, hanem szinte minden területe, kiváltképp a cerebellum, a bazális ganglionok, a thalamus, a hippocampus, a parietális lebeny alsó része és a frontális lebeny kérgi.

Összetettsége miatt a poszturális kontroll nem tekinthető egyetlen rendszernek, sem felegyenesedési (righting) vagy egyensúlyreflexek sorozatának. Éppen ezért „számos rendszert kell ahhoz felmérni és értékelni, hogy megtudjuk, mi okozza az egyensúly zavarát” (Horak, 2006).

A központi idegrendszer a testtömegközéppont stabilizálása érdekében koordinálja a szenzomotoros stratégiákat az akaratlagos mozgások, valamint az egyensúlyzavart eredményező környezeti hatások kompenzálása során. Az összetett szenzoros környezet

értelmezéséhez a szomatoszenzoros, vizuális és vesztibuláris rendszerből származó információt a központi idegrendszer feldolgozza és az elérhető megbízható szenzoros információkra támaszkodik. Ha a szenzoros környezet megváltozik, a központi idegrendszer újrasúlyozza a rendelkezésre álló információkat az egyensúly megtartása érdekében. A hatékony egyensúlyfejlesztő tréning megtervezéséhez ismernünk kell a poszturális kontrollt fenntartó mechanizmusokat, rendszereket.

Jól ismert, hogy az életkor előrehaladtával bekövetkező változások a kognitív képességeket, a neuromuszkuláris szabályozó funkciókat, valamint a három szenzoros, úgy, mint vizuális, szomatoszenzoros és vesztibuláris rendszerek működését, így a poszturális kontrollt is negatívan befolyásolják. Függetlenül attól, hogy a szenzoros újrasúlyozás az életkorral romlik vagy változatlan marad, a terapeutáknak olyan tréningprogramokat kell összeállítaniuk, amelyek az előbbieken említett rendszereket fejlesztik és ezáltal hozzájárulnak az elesések megelőzéséhez.

Egy, a Magyarországon előforduló csontritkuláshoz társuló csonttörések vizsgálatával foglalkozó tanulmány leírja, hogy 1999 és 2003 között a csípőtáji, és számos egyéb törés előfordulása is rendkívül magas volt, 404380 nő és 206009 férfi szenvedett el legalább egyfajta csonttörést az 50 év feletti korosztályban. Ennek egy lehetséges oka a nőknél a különböző életkorokban bekövetkező nemihormon-változás, valamint az idősebb nők esetében a csontsűrűség csökkenése. Az életkorral járó hormonális változások mellett, a multitasking, azaz a többféle feladat egyidejű végrehajtása fokozza a járásban jelentkező eltéréseket, ami közvetlenül kihat az elesések előfordulására. Az egyensúlyzavarral küzdő idősebb nők körében az elesés valószínűsége igen magas. Qazi és munkatársai (2019) eredményei alapján a statikus poszturográfias vizsgálat eredményei igazolták, hogy a testtömegközéppont mediolaterális (ML) irányú kitérése hosszú távon összefüggésbe hozható a posztmenopauzában lévő nők csonttöréseivel. Az idősödő korosztályban a csípőtáji törések leggyakoribb oka az oldalirányú elesés, ezért kulcsfontosságú olyan tréningprogramok tervezése, amelyek fejlesztik a szenzomotoros mechanizmusokat a kritikus, ML irányban.

Számos tréningtípus poszturális kontrollra gyakorolt pozitív hatására találhatók evidenciák. Vizsgálatok igazolták, hogy az ellenállással szemben, saját testsúllyal vagy súlyokkal végzett tréningnek jótékony hatása van és biztonságos az idősebb korosztály számára. Ezzel a tréningtípussal visszafordíthatók a sarcopenia negatív hatásai, javítható a testtartás, az egyensúly és a fizikai állóképesség. Egy áttekintő közlemény bemutatta, hogy az egyensúlyfejlesztő tréningek hatékonyak a statikus, dinamikus, a proaktív és a reaktív egyensúly fejlesztésében idős korban.

Kim és munkatársai (2020) áttekintő közleményükben a vízben, valamint a szárazföldön végzett torna dinamikus egyensúlyra gyakorolt hatását hasonlították össze. Az eredmények alapján a vízben végzett tréning a szárazföldön végzett torna megfelelő kiegészítője lehet, ezáltal pedig az egyensúlyban klinikailag jelentős javulás érhető el.

Az utóbbi időben egyre nagyobb népszerűségnek örvendenek a rehabilitáció különböző területein használt úgynevezett exergame-ek, amelyek virtuális, realisztikus környezetben, testmozgásokkal irányított videójátékok. Számos vizsgálatban igazolódott a Kinect exergame-ek egyensúlyfejlesztő hatása az idősebb korosztály esetén is. Egy áttekintő közleményben 12 olyan randomizált kontrollos vizsgálatot elemeztek, amelyben az exergame-ek mobilitásra és egyensúlyra kifejtett hatását hasonlították össze tréningben nem részesülő kontroll csoporttal neurológiai betegségben nem szenvedő idősebb alanyoknál. A tanulmány eredménye alapján az exergame-ek jelentős mértékben javították mind a mobilitást, mind az egyensúlyi paramétereket.

Yang és munkatársai (2020) a Kinect exergame-ek hatását egy általános tréningprogram hatásaival hasonlították össze idősödő korosztályt vizsgálva. Eredményeik alapján az egyensúlyi paraméterekben és a törzsstabilitásban a Kinect mozgásprogram ért el kedvezőbb hatást az általános egyensúlyfejlesztő tréningprogrammal szemben.

2. CÉLKITŰZÉSEK

Kevés olyan vizsgálatot találtunk, amely a kereskedelmi forgalomban kapható videójátékok és az általános egyensúlyfejlesztő tréning poszturális kontrollra gyakorolt hatását hasonlította össze az idősödő korosztályban.

2.1 I. CÉLKITŰZÉS

Bevezető vizsgálatunk célja annak igazolása, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható Kinect játékokkal végzett mozgásprogram eredményes, illetve az általános egyensúlyfejlesztő tréninggel összehasonlítva hatékonyabb módszer az idősödő korosztály egyensúlyfejlesztésében. Első vizsgálatunkban az általános egyensúlyfejlesztő tréning és a Kinect program által elérhető, mozgással irányított játékok hatását poszturográfiával és funkcionális egyensúlyvizsgáló tesztekkel mértük fel.

2.2 II. CÉLKITŰZÉS

Klinikai jelentősége ellenére az elmúlt 3 év során kevés vizsgálatban elemezték az exergame-ek hatását az ML irányú stabilitásra és a szenzoros újrasúlyozásra. Második, alkalmazhatósági vizsgálatunkban felmértük, hogy a Kinect exergame-tréning fejleszti-e a poszturális kontrollt a kritikus, ML irányban a 60 év feletti nőknél.

2.3 III. CÉLKITŰZÉS

Alkalmazhatósági vizsgálatunkban értékeltük, hogy igazolható-e a Kinect tréning pozitív hatása a szenzoros újrasúlyozásra a 60 év feletti nőknél.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1 Etikai vonatkozások

Az alkalmazott egyensúlyfejlesztő tréningprotokollokat a Szegedi Tudományegyetem Egészségügyi Tudományos Tanács Tudományos és Kutatásetikai Bizottsága hagyta jóvá (regisztrációs szám: 125/2015 SZTE). A vizsgálatba való belépés előtt minden résztvevőtől begyűjtöttük a tájékoztatáson alapuló, írásos beleegyező nyilatkozatokat. A vizsgálatokban szereplő tréningekhez az SZTE Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ I. sz. szakorvosi rendelőjének tornatermét használtuk a Központi Fizioterápiás részleg vezetőjének hozzájárulásával. A résztvevők felmérését a Szegedi Tudományegyetem Egészségtudományi és Szociális Képzési Karán hajtottuk végre. Vizsgálataink során minden eljárás, felmérés megfelelt az orvosi vizsgálatok etikai elveiről szóló Helsinkii nyilatkozatnak. Vizsgálataink 2015. júliusától 2015. novemberéig tartottak.

3.2 Az általános egyensúlyfejlesztő tréninget a Kinect exergame programmal összehasonlító vizsgálatban résztvevők demográfiai adatai

A Kinect programban 30 fő (29 nő és 1 férfi, átlagéletkor: $69,57 \pm 4,66$ BMI: $26,21 \pm 2,60$), az általános egyensúlyfejlesztő tréningen 23 fő (22 nő és 1 férfi, átlagéletkor: $69,12 \pm 4,19$ BMI: $25,95 \pm 2,60$) vett részt és 22 résztvevő (18 nő és 4 férfi, átlagéletkor: $67,18 \pm 5,56$ BMI: $27,09 \pm 5,45$) került a beavatkozás nélküli kontroll csoportba.

3.3 A Kinect exergame alkalmazhatósági vizsgálat demográfiai adatai

Összesen 14 nő vett részt (átlagéletkor: $67,87 \pm 4,96$ év, BMI: $25,21 \pm 2,3$) a vizsgálatban lemorzsolódás nélkül.

3.4 Az általános egyensúlyfejlesztő tréninget a Kinect exergame programmal összehasonlító vizsgálat elrendezése és a résztvevők bevonása

Egészséges (csont- és izomrendszeri, neurológiai és kardiorespiratorikus betegségben nem szenvedő), önellátó, 60 év feletti idős felnőtteket toboroztunk egyensúlyfejlesztő vizsgálatunkba, Szegeden. A kizáró kritériumok közé tartoztak a következő önbevalláson alapuló állapotok: kognitív betegség, károsodás, a szív, a tüdő és a keringési rendszer betegségei, csont- és izomrendszer betegségei, autoimmun vagy egyéb neurológiai betegség, hallás- és/vagy látáskárosodás, végtagprotézisek, a lábon elhelyezkedő fájdalmas seb, az egyensúlyt befolyásoló gyógyszerek alkalmazásának szükségessége. Programunkra összesen 117 önkéntes jelentkezett, akik közül a kizáró kritériumok valamelyikének teljesülése miatt 24 fő nem volt a vizsgálatba besorolható, 3 érdeklődő pedig lemondta a részvételt. A beválasztható 90 főt érkezési sorrendjük alapján egyenlő arányban soroltuk a Kinect, az általános egyensúlyfejlesztő és a kontroll csoportba. A Kinect csoportban egyetlen résztvevőt sem, míg a hagyományos egyensúlyfejlesztő és a kontroll csoport önkéntesei közül 7, illetve 8 főt időbeosztás miatti problémáik, valamint az érdeklődésük elvesztése miatt ki kellett zárunk a vizsgálatból.

3.5 A Kinect exergame alkalmazhatósági vizsgálat elrendezése és a résztvevők bevonása

60 év feletti önállóan élő nőket toboroztunk helyi nyugdíjasklubokban Szegeden. A vizsgálatban való részvételt kizáró kritériumok közé tartoztak az önbevalláson alapuló alábbi állapotok: kognitív betegség, károsodás, a szív, a tüdő és a keringési rendszer betegségei, csont- és izomrendszer betegségei, autoimmun vagy egyéb neurológiai betegség, hallás- és/vagy látáskárosodás, végtagprotézisek, a lábon elhelyezkedő fájdalmas seb, az egyensúlyt befolyásoló gyógyszerek alkalmazásának szükségessége. Húsz aktív önkéntes jelentkezett a programra, az előbbi kritériumok miatt azonban csak 14 fő vehetett részt a vizsgálatban.

3.6 Az általános egyensúlyfejlesztő tréninget a Kinect exergame programmal összehasonlító vizsgálat tréningcsoportjai

3.6.1 Kinect tréning

A 6 hetes program összesen 18 tréninget foglalt magába, alkalmanként 30 percen át. Ehhez a Microsoft Xbox 360 Kinect (Redmond, WA) videójátékait használtuk. A foglalkozások első felében a résztvevők olyan játékokkal játszottak, amelyek egyszerűbb mozgássorokat tartalmaztak (például tánc, bowling, foci, síelés). A tréning második felében került sor azokra a játékokra, amelyek előre kevésbé megjósolható, váratlan mozdulatokat igényeltek, amelyek nagyobb koncentrációt, több figyelmet és gyorsabb reagálást követeltek meg (például 20.000 Leaks, Space Pop, Reflex Ridge, River Rush).

3.6.2 Általános egyensúlyfejlesztő tréning

Ebben a csoportban az önkéntesek hat héten át, hetente háromszor, összesen 18 alkalommal általános egyensúlyfejlesztő tréningen vettek részt. Az egyes tréningek három részből épültek fel: az első rész könnyű bemelegítésből állt, a második részben statikus és dinamikus egyensúlyfejlesztő gyakorlatok következtek, amelyek során különböző irányokba történő nyújtásokat tartalmazó gyakorlatokat, testsúlyáthelyezést, előre, hátra és oldal irányba történő kilépéseket tartalmazó, legalább saját testsúlyterheléssel járó feladatokat, például guggolást, kitörést végeztek a résztvevők. A tréning utolsó részében levezető, nyújtó gyakorlatok szerepeltek.

3.6.3 Kontroll csoport

A kontroll csoport tagjai nem részesültek mozgásprogramban, az alanyok kizárólag egy első és egy hat héttel ezt követő felmérésen vettek részt.

3.7 A Kinect exergame alkalmazhatósági vizsgálat tréningjének bemutatása

A vizsgálatban a Microsoft Xbox 360 konzolt és mozgásérzékelő Kinect kameráját, valamint az ehhez tartozó mozgással irányítható játékprogramokat használtuk. A tréning 6 hétig tartott, hetente 3-szor, összesen 18 alkalommal. A játékok kiválasztásának fő szempontja az volt, hogy azok a mindennapi mozgásminták elemeit tartalmazzák, olyan mozgásokat, amelyeket a leggyakrabban hajtunk végre napi tevékenységeink során. A résztvevők olyan játékokkal játszottak, amelyek gyakori testsúlyáthelyezést, a törzs oldalirányú mozgását, oldalra és előre lépéseket tartalmaztak. A foglalkozások első felében a résztvevők a kevésbé

összetett mozgásokat igénylő játékokat gyakorolták (például tánc, bowling, foci, síelés), majd a bonyolultabb, nehezebben kivitelezhető, gyorsabb mozdulatokat megkövetelő feladatok (például 20.000 Leaks, Space Pop, Reflex Ridge, River Rush) következtek. A tréning végét egy-egy könnyebb, levezető játék zárta, például a síelés vagy a táncgyakorlat.

3.8 Az általános egyensúlyfejlesztő tréninget a Kinect exergame programmal összehasonlító vizsgálat vizsgáló módszerei

A méréseket a tréning előtt és az utolsó tréningalkalom után hajtottuk végre. A vizsgálati módszerek közé tartoztak a következő funkcionális egyensúlyvizsgáló tesztek: Four-Square Step Test (FSST), Functional Reach Test (FRT), Timed Up and Go Test (TUG), Timed Up and Go dual-task (TUG-cog), valamint a Limits of Stability (LOS); reakcióidő (LOS-RT) és sebesség (LOS-V) vizsgálata, amelyet a NeuroCom Basic Balance Masterrel végeztünk el. A készülék egy rögzített erőmérő platformot használva, a poszturális stabilitást a testtömegközéppont vertikális vetületének kitérésén keresztül méri.

3.9 A Kinect exergame alkalmazhatósági vizsgálat vizsgáló módszerei

A poszturális stabilitást különböző szenzoros kondíciókban a NeuroCom Balance Master készülékkel mértük, a modified clinical test of sensory interaction in balance (m-CTSIB) vizsgálatot használtuk. Az m-CTSIB alkalmas a poszturális kontrollt befolyásoló szenzoros (szomatoszenzoros, vizuális és vesztibuláris) információk feldolgozásának értékelésére, stabil és instabil alátámasztási felszínen, vizuális információ mellett és anélkül. Minden szenzoros kondícióban 3×10 másodpercen keresztül történik a testtömegközéppont kitérésének rögzítése. A poszturográfias vizsgálatot 3 különböző időpontban végeztük el: a tréning előtt, a tréning után, illetve hat héttel az utolsó tréningidőpontot követően (utánkövetés).

3.10 Az általános egyensúlyfejlesztő tréninget a Kinect exergame programmal összehasonlító vizsgálat adatgyűjtése és elemzése

Az adatrögzítést a Microsoft Excel, az adatfeldolgozást a Statistica 13 programmal végeztük. Az adatok normál eloszlását a Kolmogorov–Smirnov teszttel vizsgáltuk. A különböző tréningcsoportok egyensúlyi paramétereinek kiinduláskori eltéréseit egyutas varianciaanalízissel (ANOVA) vizsgáltuk.

A különböző tréningprogramok egyensúlyi paraméterekre gyakorolt hatását (FSST, FRT, TUG and TUGcog, LOS-RT, and LOS-V tesztek) ANOVA mixed kétutas

varianciaanalízissel értékeltük. Az ismételt mérés faktor (tréning előtt és után) és a független faktor (Kinect tréning, általános egyensúlyfejlesztő tréning, kontroll) hatását és ezek interakcióját vizsgáltuk. Az eredményeket átlagokkal és a standard deviáció értékkel adtuk meg. Post-hoc tesztként a Newman–Keuls tesztet használtuk. A szignifikanciaszintet $p < 0,05$ értéknél állapítottuk meg.

3.11 A Kinect exergame alkalmazhatósági vizsgálat adatgyűjtése és elemzése

A testtömegközéppont kitéréséből az alábbi képletekkel számítottuk ki a lengési utat ML és AP irányokban:

$$s_x = \sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2}$$

$$s_y = \sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(y_{i+1} - y_i)^2}$$

ahol n a minták összességét jelöli; i a mintaszám; s_x az ML irányú lengési út; és s_y a testtömegközéppont AP irányú lengési útja.

Az adatelemzéshez a Statistica 13 szoftvert alkalmaztuk. Az adatok normál eloszlását a Kolmogorov–Smirnov tesztel vizsgáltuk. ANOVA mixed kétutas varianciaanalízissel értékeltük az m-CTSIB tesztel a kemény és szivacs felszínen felvett lengési út adatokat, az ismételt mérés faktor (tréning előtt, tréning után és utánkövetés) valamint a két különböző vizuális kondíció (nyitott és csukott szem) mint független faktor hatását és ezek interakcióját vizsgáltuk. Az eredményeket átlagokkal és a standard deviáció értékkel adtuk meg. Post-hoc tesztként a Newman–Keuls tesztet használtuk. A szignifikanciaszintet $p < 0,05$ értéknél állapítottuk meg.

4. EREDMÉNYEK

4.1 Az I. célkitűzést alátámasztó eredmények

A funkcionális egyensúlytesztek eredményei mindkét csoport esetén javultak a tréningeket követően, azonban a Kinect csoport eredményei esetén találtunk több szignifikáns változást, ezek a Timed Up and Go teszt ($p < 0,05$), a Timed Up and Go cognitive dual-task teszt ($p < 0,05$), a Four-Square Step teszt ($p < 0,05$) és a Functional Reach teszt ($p < 0,05$).

A LOS-RT teszt a Kinect tréning szignifikáns hatását igazolta (idő-tréningtípus interakció, $F(2;146) = 6,75$; $p < 0,05$). Mind a Kinect ($p < 0,05$), mind az általános egyensúlyfejlesztő tréning ($p < 0,05$) hatására szignifikánsan nőtt a LOS teszt során a mozgás sebessége (LOS-V) a kontrollcsoport adataihoz hasonlítva, ugyanakkor csak a Kinect csoport esetén tapasztaltuk a mozgás sebességének szignifikáns növekedését a tréninget követően a tréning előtt mért adatokhoz képest (idő-tréningtípus interakció, $F(2,146) = 5.02$, $p < 0,05$).

4.2 A II. és a III. célkitűzést alátámasztó eredmények

A Kinect tréning hatására, a tréning előtt mért adatokhoz képest, a tréning után szignifikánsan csökkent a lengési út ML irányban, kemény felszínen, nyitott szemmel ($p < 0,001$) és csukott szemmel ($p = 0,001$), valamint szivacs felszínen nyitott ($p = 0,001$) és csukott szemmel ($p < 0,001$) vizsgálva. Az utánkövetéskor mért lengési út minden szenzoros kondícióban szignifikánsan csökkent a tréning előtt mért adatokhoz képest, kemény felszín nyitott szem ($p < 0,001$), csukott szem ($p < 0,001$), szivacs felszín nyitott szem $p = 0,003$, csukott szem ($p < 0,001$).

Kemény felszínen nem találtunk szignifikáns eltérést a különböző vizuális kondíciókban mért lengési utak között sem a tréning előtt ($p = 0,81$), sem a tréning után ($p = 0,30$), sem az utánkövetéskor ($p = 0,48$). Ugyanakkor a szivacs felszínen szignifikáns interakciót ($F(2;246) = 3,70$, $p = 0,02$) találtunk, az idő és a vizuális kondíciók, mint független faktorok lengési útra gyakorolt hatásában. Míg a tréningprogram előtt, szivacs felszínen, a szem becsukása szignifikánsan ($p < 0,001$) megnövelte a lengési utat, a tréningprogramot követően a vizuális információ hiánya már nem okozta a lengési út szignifikáns növekedését ($p = 0,16$).

Ugyanakkor nem találtunk szignifikáns változást az AP irányú lengési útban egyik szenzoros kondícióban sem.

5. MEGBESZÉLÉS

5.1 Az általános egyensúlyfejlesztő tréninget a Kinect exergame programmal összehasonlító vizsgálat

Vizsgálatunkban feltételeztük, hogy a Kinect videojátékaival végzett tréning eredményesebb az egészséges idős felnőttek egyensúlyának javításában, mint a hagyományos egyensúlyfejlesztő mozgásprogram. Eredményeink alapján mindkét tréningcsoport egyensúlyi paraméterei javultak, ugyanakkor a Kinect program hatékonyabbnak bizonyult és a kontrollcsoport poszturális kontrolljában nem történt változás.

Kevés, a Kinect tréning hatását funkcionális egyensúlyi tesztekkel vizsgáló előzetes tanulmányt találtunk. Vizsgálatunkban az FSST teszt eredménye a Kinect csoportban mutatott szignifikáns javulást. Az eredmény háttérében feltételezhető a játékok által igényelt mozgások hatása, mivel a teszt előre, oldalra, hátra történő lépéseit a résztvevők által játszott játékok nagy része tartalmazta (pl. 20 000 leaks, Space pop).

A Kinect tréninget követően a FRT teszt eredményei is szignifikánsan javultak, míg az általános egyensúlyfejlesztő tréningcsoport és a kontroll csoport eredményei nem változtak. Eredményeink hasonlóak Sato és munkatársai (2015), valamint Chen (2020) által közöltekkel.

A kontrollcsoport eredményével összehasonlítva mindkét tréningcsoportban szignifikánsan javult a TUG teszt eredménye, ugyanakkor csak a Kinect tréninget követően tapasztaltuk a feladat végrehajtásához szükséges idő szignifikáns csökkenését.

Vizsgálatunkban a TUG tesztet kognitív feladattal kiegészítve is alkalmaztuk, amely kiegészítő feladat mindhárom csoportban megnövelte a feladat végrehajtásához szükséges időt. Mindkét tréningcsoport esetén csökkent a kettős feladat végrehajtásához szükséges idő a tréningek hatására, ugyanakkor csak a Kinect csoportban mértünk szignifikáns változást. Pichierri és munkatársai (2012) szerint az exergame-ek kettős feladatként értelmezhetők, ugyanis a játék az ember-vidéójáték interfész módon működik, ez a folyamat a résztvevő szimultán kognitív és motoros funkcióját igényli. A kognitív feladattal kiegészített TUG teszt is egy kettős feladat, így eredményeink felvetik, hogy a Kinect tréning, a jelentős kognitív és motoros elvárások eredményeként, kiemelkedően hat a használó teljesítményére.

Monteiro-Junior és munkatársai (2016) vizsgálatukban leírták, hogy az exergame játékok alatt a résztvevők egy szimulált, virtuális környezetben véletlenszerűen, folyamatosan változó mozgásokat hajtanak végre. A Kinect tréning javítja a kognitív funkciókat, mivel a játékosoknak meg kell érteniük a virtuális kontextusba helyezett feladatokat és reagálniuk kell a kihívásokra. A mozgás és a kognitív stimuláció együttese új stratégiát kínálhat a neuroplaszticitás serkentéséhez és a kognitív funkciók javításához. Az exergame-ek fejleszthetik a vizuomotoros integrációt, mivel virtuális környezetben anticipált vizuális feladatokat, kognitív feldolgozást és azt követő mozgásokat tartalmaznak.

Nem találtunk olyan vizsgálatot, mely a Kinect és az általános egyensúlyfejlesztő tréning stabilitási limitre (LOS) gyakorolt hatását a NeuroCom Basic Balance Masterrel mérte fel. Bourelle és munkatársai (2014) szerint a LOS teszt összefügg a kognitív funkcióval, továbbá egy vizuális stimulusra indított, meghatározott irányú mozgáshoz, mint komplex feladathoz szükséges motoros és kognitív képességeket értékeli.

Faraldo-Garcia és munkatársai (2016) leírták, hogy az öregedés befolyásolja a LOS teszt során mért reakcióidőt és mozgás sebességét. Vizsgálatunkban mindkét tréning javította a reakcióidőt és a testsúlyáthelyezés sebességét, ugyanakkor csak a Kinect tréning hatására tapasztaltunk szignifikáns változást.

5.2 A Kinect exergame alkalmazhatósági vizsgálat

Számos korábbi vizsgálat igazolta az exergame-ek poszturális kontrollra kifejtett jótékony hatását idősödő felnőttek esetén. Alkalmazhatósági vizsgálatunk eredményei alapján az egyszerű Kinect játékokkal végzett tréning fejleszti az idősödő nők ML irányú stabilitását. Vizsgálatunk eredményei rámutatnak, hogy az exergame-ek a poszturális kontroll egyik fontos elemét, a szenzoros újrasúlyozás képességét is pozitívan befolyásolják.

Eredményeink szerint, a tréninget követően a résztvevők ML irányú testtömegközéppont kitérése csökkent kemény és szivacs felszínen, vizuális információ mellett. A testtömegközéppont ML irányú kitérésének csökkenése a propiocepció javulásával is magyarázható. Sadeghi és munkatársai (2017) vizsgálata alapján a Kinect exergame tréning a játékosok által észlelt vizuális visszajelzések és koordináció, valamint a motoros képességek aktiválása révén fejleszti a propiocepciót.

Egy vizsgálat szerint a virtuális valóság (virtual reality – VR) terápia lehetővé teszi, hogy a játékosok elmerüljenek egy képzeletbeli világban, amelyben a környezet érzékelését mesterséges stimulusk módosítják, ezáltal szenzoros konfliktus alakul ki, amely befolyásolja a vesztibulo-okuláris reflexet (VOR). A központi idegrendszer reagál a vesztibuláris ingerekre például a VOR segítségével, amely stabilizálja a látást a fej mozgása során, valamint a vesztibulospinális reflex által, amely a test kompenzáló mozgását indítja el a fej és a test stabilizálása és az elesés megelőzése érdekében.

Így azok az exergame-ek, amelyek során a fej helyzete kifejezetten sokszor változik (rotációs, laterálflexiós, flexiós nyakmozgások), mialatt a játékos egy pontba fókuszál, VOR tréningként is szolgálnak. Swanenburg és munkatársai (2018) vizsgálata alapján azok az exergame-ek, amelyek egy mozgó, irányítható figurát vagy alakot tartalmaznak, stimulálják a tekintetfixálást a fejmozgások alatt, amely az idősebb felnőtteknél az egyensúly javulását eredményezte. Vizsgálatunk eredményei alapján az alkalmazott Kinect játékok fejleszthetik a szenzoros újrasúlyozást, különösen előnyös hatást gyakorolva vesztibuláris rendszerre. Az alkalmazott tréning során a résztvevőknek a játék alatt tekintetüket a kivetített képen kellett tartaniuk, miközben fejüket és végtagjaikat folyamatosan mozgatták. A River Rush, a 20 000 leaks, a Reflex Ridge, a Super Saver Football Mini-Game, a Space Pop és a síelés kifejezetten

stimulálják a VOR-t, mivel ezen játékok során a fej helyzete állandóan változik. Ezenkívül fejlesztik az oldal irányú stabilitást a gyakori testsúlyáthelyezések és laterális irányú kilépések miatt.

Vizsgálatunk egyik fontos eredménye, hogy a Kinect exergame tréninget követően a testtömegközéppont ML irányú kitérése instabil, szivacs felszínen, vizuális információ hiányában is csökkent. Az m-CTSIB vizsgálat ezen kondíciójában a központi idegrendszer leginkább a vesztibuláris információkra hagyatkozik.

Cone és munkatársai (2016) következtetései szerint a javult vesztibuláris funkció háttérben az állhat, hogy a játékok során a fej helyzete folyamatosan változott, a testtömegközéppont a játékok során különböző irányokba, gyorsan helyeződhetett át. Vizsgálatunkban a tréning előtt a szivacs felszínen a szemek becsukása szignifikánsan növelte az ML irányú lengési utat, ugyanakkor a tréninget követően ez a növekedés már nem volt észrevehető. Eredményünk háttérben feltételezhető, hogy a vizuális információ hiányában a még elérhető szenzoros információk nagyobb hangsúlyt kaptak, alanyaink főként a vesztibuláris rendszerre hagyatkoztak.

6. LIMITÁCIÓK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

6.1 Az általános egyensúlyfejlesztő tréninget a Kinect exergame programmal összehasonlító vizsgálat limitációi

Vizsgálatunk egyik limitációja, hogy nem határoztuk meg előre a minta méretét és a nemek arányát. Tisztázandó kérdés egy Kinect tréningprotokoll meghatározásához például a tréningalkalmak és a teljes program időtartama, a foglalkozások rendszeressége az elnyújtott egyensúlyfejlesztő hatás érdekében. További utánkötő vizsgálatok tennék lehetővé a tréninghatás időbeli fennmaradásának meghatározását.

6.1.1 Az általános egyensúlyfejlesztő tréninget a Kinect exergame programmal összehasonlító vizsgálat következtetései

Számos vizsgálatban foglalkoztak az idős korosztálynál alkalmazott egyedi Kinect videójátékok egyensúlyfejlesztő hatásának elemzésével. Eredményeink szerint, a kereskedelmi forgalomban kapható Kinect játékok alkalmasak arra, hogy funkcionális egyensúlyfejlesztő szerepet töltsenek be, mivel ezekben a játékokban a résztvevők funkcionális mozgásmintákat hajtanak végre, miközben a programok a problémamegoldó készséget szórakoztató és izgalmas

feladatokon keresztül fejlesztik. Vizsgálatunk során olyan egyensúlyteszteket választottunk ki, amelyekkel objektíven felmérhető a résztvevők egyensúlya, amely tesztek a játékokban és a mindennapokban gyakran végrehajtott mozgásokat értékelik. Ezért eredményeink alapján a Kinect tréning megfelelő eszköz az egészséges idős emberek poszturális kontrolljának fejlesztéséhez.

6.2 A Kinect exergame alkalmazhatósági vizsgálat limitációi

Az alkalmazhatósági vizsgálatunknak számos limitációja van: előzetesen nem végeztük el a résztvevők számának meghatározását, valamint eredményeinket a kontroll csoport hiányának és a kis elemszám figyelembevételével kell értelmezni. Vizsgálatunkban kizárólag idős nők vettek részt, azonban érdemes lenne megvizsgálni, hogy az exergame-tréninget követően a szenzoros újrasúlyozásban van-e a nemeket illetően különbség, így a jövőben további egyensúlyvizsgálatokra lenne szükség férfiak beválasztásával. Ezenkívül hasznos lenne vestibuláris diszfunkcióban szenvedő betegek exergame-tréningbe történő bevonása, mivel ennél a betegcsoportnál különösen magas az elesés kockázata.

6.2.1 A Kinect exergame alkalmazhatósági vizsgálat következtetései

Alkalmazhatósági vizsgálatunkban a Kinect tréninget követően a résztvevők testtömegközéppontjának kitérése ML irányban csökkent nem csak a kemény, hanem a szivacs felszínen nyitott és csukott szemmel egyaránt. Ezen eredmények alátámaszthatják azt a feltételezést, mely szerint noha a Kinect exergame tréning nem tartalmaz közvetlenül szenzorosan kihívást jelentő feladatokat (például billenőpadon vagy instabil felszínen, vagy csukott szemmel végzett gyakorlatokat), mégis a csökkent kitérési eredmények arra utalnak, hogy a mozgással irányított videójátékok stimulálják a szenzoros újrasúlyozást. Ennek hátterében az állhat, hogy a játékok a tekintet folyamatos fixálása mellett a fej helyzetének változását is megkövetelték. Vizsgálatunk során a CoG kitérése ML irányban javult, így arra következtethetünk, hogy tréningünk csökkentheti az idősebb nők elesésének kockázatát.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönöm

Dr. Pintér Sándor és Dr. Domján Andrea

témavezetőimnek a disszertáció elkészítéséhez nyújtott segítségét, iránymutatását, támogatását, türelmét és bátorítását.

Külön köszönettel tartozom Fehérné Kiss Anna vezető gyógytornásznak a kutatásunk támogatásáért.

Köszönöm az önkéntesek részvételét, valamint Borsics Márta és Mészáros Vivien gyógytornászok munkáját a felmérésekben és a tréningprogramokban.

Nagyra értékelem Candace Smith, Balázs Katalin, Keresztes Csilla és Roman Pentsa hasznos megjegyzéseit és nyelvi korrekcióit, amelyekkel hozzájárultak az angol nyelvű közleményeink megjelenéséhez.

Végül, szeretnék köszönetet mondani szüleimnek a tanulmányaim alatt biztosított támogatásukért. Köszönöm nagymamámnak, valamint a családom többi tagjának és a barátaimnak a biztatást a doktori munka alatt.

Nélkületek nem sikerült volna.

A disszertáció alapjául szolgáló tudományos közlemények listája:

- I. **Sápi M**, Domján A, Fehérné Kiss A, Pintér S. Is Kinect Training Superior to Conventional Balance Training for Healthy Older Adults to Improve Postural Control? Games Health J. 2019 Feb;8(1):41-48. doi: 10.1089/g4h.2018.0027. **IF: 1.782**
- II. **Sápi M**, Fehér-Kiss A, Csernák K, Domján A, Pintér S. The Effects of Exergaming on Sensory Reweighting and Mediolateral Stability of Women Aged Over 60 Years: Usability Study JMIR Serious Games 2021;0(0):e0 doi: 10.2196/27884 **IF: 4.143**

A disszertáció alapját jelentő publikációk összegzett impakt faktor értéke: 5.925

A DISSZERTÁCIÓ TÉMÁJÁHOZ KAPCSOLÓDÓ MAGYAR NYELVŰ ELŐADÁS:

Sápi M, Domján A, Fehérné Kiss A, Pintér S: Esésprevenció videójáték-tréninggel hatvan év felettek körében In: Trauma a Dóm árnyékában: 12. Dél-Magyarországi Traumatológus Kongresszus: Részletes program és előadás összefoglalók (2017) 42.p pp. 32-33.

Sápi M, Domján A, Fehérné Kiss A, Pintér S: Fejleszthető-e a hatvan év felettek egyensúlya a Microsoft Xbox 360 Kinect játékprogramokkal? REHABILITÁCIÓ: A MAGYAR REHABILITÁCIÓS TÁRSASÁG FOLYÓIRATA 26:3 pp. 207-207 (2016)

MAGYAR NYELVŰ POSZTER PREZENTÁCIÓ:

Sápi M, Domján A, Fehérné Kiss A, Pintér S: Az aktív videójátékokkal végzett testmozgás hatása az idősödők egyensúlyára In: Magyar Életmód Orvostani Társaság I. Kongresszusa Budapest, 2019. febr. 15-16.

A DISSZERTÁCIÓ TÉMÁJÁHOZ NEM KAPCSOLÓDÓ TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK LISTÁJA:

Domján A, **Sápi M**, Fehér-Kiss A, Mirk B, Kasza B, Pintér S: Improving neuromuscular efficacy by activating the local stabilizers of the cervical spine In 22nd European Congress of Physical and Rehabilitation Medicine: Abstract book (2020) pp. 185-185. 1 p.

Fehér-Kiss A, **Sápi M**, Tagai A, Domján A: Tactile plantar stimulation improves anticipatory postural adjustment in older adults with diabetic neuropathy in 22nd European Congress of Physical and Rehabilitation Medicine: Abstract book (2020) pp. 187-187. 1 p.

Fehér-Kiss A, Varga M, Rónyai E, Sápi O, **Sápi M**: A 2-es típusú diabetes mozgásterápiájára vonatkozó evidenciák áttekintése a fizioterapeuta szempontjából In: A Magyar Gyógytornász-Fizioterapeuták Társasága XI. Kongresszusa és 11. Pre-Kongresszusa (2017)