

## Egyensúlyfejlesztés a TRX Suspension Trainer használatával fiatal felnőttek körében

### ABSZTRAKT

A koordináció és az egyensúly fenntartása kulcsfontosságú a mindennapi funkciók ellátásában. Kutatásunk célja a TRX Suspension Trainerrel végzett egyensúlyfejlesztő tréning hatásának vizsgálata volt. A TRX rendszer sajátossága, hogy a felhasználó testsúlyát több mozgássíkban és ízületi mozgásban kell kontrollálnia, miközben fokozatosan növekvő instabilitással dolgozik. Vizsgálatunkban 15 fő ( $22,5 \pm 1,5$  év) vett részt egy 8 hetes edzésprogramban. Fizikai aktivitás kérdőívvel történő felmérését követően, állapotfelmérés után az egyensúlyi paramétereket a Neurocom Basic Balance Master és a Star Excursion Balance Test segítségével értékeltük. További tesztekkel végeztünk TRX-szel és anélkül, funkcionális törzsizomerő vizsgálatára. A tréning végére az alanyok szubjektív egyensúlyérzete javult, aktivitásuk nőtt. Szignifikáns ( $p \leq 0,05$ ) javulást tapasztaltunk a TRX-szel kivitelezett tesztben, a plank pozíció megtartásában. Eredményeink megerősítik, hogy a TRX alapú edzés hatékonyan fejleszti az egyensúlyt és a törzsizmok erejét, így alkalmazása különböző korcsoportokban is indokolt lehet.

10.14232/ACTASANA.2025.1.5-16

### KULCSSZAVAK

törzsstabilitás,  
egyensúlyfejlesztés, TRX

### ABSTRACT

Maintaining coordination and balance is essential to perform everyday functions. Our study aimed to examine the effects of a balance training program using the TRX Suspension Trainer. This system requires users to control their body weight across multiple planes of motion and joints while gradually increasing instability during the exercises. Fifteen participants (mean age  $22.5 \pm 1.5$  years) completed an 8-week training program. Following baseline assessments and a physical activity questionnaire, balance-related parameters were measured using the NeuroCom Basic Balance Master and the Star Excursion Balance Test. Additional tests, both with and without the TRX system, were used to evaluate functional core strength. By the end of the training program, participants reported an improved subjective sense of balance and increased physical activity levels. Statistically significant improvements ( $p \leq 0.05$ ) were observed in TRX-based tests, as well as in the ability to hold the plank position. Our findings support the efficacy of TRX-based training in improving balance and core strength, making it a justified tool for application across various age groups.

### SZERZŐI INFORMÁCIÓ

**Kasza Blanka Bernadett<sup>1</sup>, Kégl Anna<sup>2</sup>, Kinga Nákity<sup>3</sup>, Kovács Zita<sup>4</sup>, Dr. Finta Regina<sup>5</sup>, Dr. Domján Andrea<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>tanársegéd, gyógytornász  
Szegedi Tudományegyetem -  
Egészségtudományi és Szociális  
Képzési Kar - Fizioterápiás  
Tanszék, Szeged  
kasza.blanka.bernadett@szte.hu

<sup>2</sup>Gyógytornász

<sup>3</sup>Gyógytornász  
Központi Fizioterápiás és  
Rehabilitációs Részleg és Oktatási  
Csoport

<sup>4</sup>Szakmai tanár  
Szegedi Tudományegyetem -  
Egészségtudományi és Szociális  
Képzési Kar - Fizioterápiás  
Tanszék, Szeged

<sup>5</sup>főiskolai docens, gyógytornász  
Szegedi Tudományegyetem -  
Egészségtudományi és Szociális  
Képzési Kar - Fizioterápiás  
Tanszék, Szeged

<sup>6</sup>főiskolai docens, gyógytornász  
Szegedi Tudományegyetem -  
Egészségtudományi és Szociális  
Képzési Kar - Fizioterápiás  
Tanszék, Szeged

## Bevezetés

A test funkcionális képességeinek megőrzése és fejlesztése – mint az izomerő, ízületi mobilitás, törzsstabilitás és egyensúly – kiemelten fontos, mind a sportolók, mind a hétköznapi emberek életében. A megfelelő orientáció és poszturális kontroll elengedhetetlen a mindennapi mozgásformák biztonságos kivitelezéséhez, hiánya pedig számos sérülés, esés és mozgáskoordinációs probléma forrása lehet (Sherrington és Tiedemann, 2015; Rátgéber és mtsai, 2015; Shumway-Cook és Woollacott, 1995).

Az esések világszerte komoly közegészségügyi problémát jelentenek: évente 684 000 ember hal meg esés vagy annak következményei miatt, és több mint 37 millió nem halálos, de kórházi ellátást igénylő eset fordul elő (World Health Organization, 2022). Magyarországon 1995 és 2014 között több mint 51 ezer közvetlenül vagy közvetett módon halált okozó esést regisztráltak, ezek túlnyomó többsége a 60 év feletti lakosságot érintette (Lantos és mtsai, 2019). A fiatalabb korosztályban sem elhanyagolható a kockázat: egy vizsgálat szerint a 20–45 év közötti fiatal felnőttek 18,5%-a esett el két éven belül, melynek leggyakoribb következménye csukló, kéz, térd és bokasérülés volt (Talbot és mtsai, 2005). Sportolóknál az alsóvégtagi sérülések és az ezekből fakadó egyensúlyvesztés komoly kockázatot jelent az újrasérülés szempontjából (Hrysomallis, 2007).

Az egyensúly dinamikus és statikus komponensekből áll, fenntartását pedig az idegrendszer, az izmok, az ízületi receptorok és az érzékszervek összehangolt működése biztosítja (Yim-Chiplis és Talbot, 2000). A proprioceptív információk kulcsszerepet játszanak a mozgáskoordinációban és az ízületek stabilitásában, így fejlesztésük alapvető mind a prevencióban, mind a rehabilitációban (Rátgéber és mtsai, 2015). A propriocepció célzott fejlesztése révén csökkenthető a sérülésveszély és növelhető a testtudat (Allum és Honegger, 1998; Iqbal és Pai, 2000).

Az instabil felszínek, a stabilitást csökkentő, instabil helyzetben végzett feladatok – mint amelyeket a TRX is lehetővé tesz – komplex kihívást jelentenek a szenzomotoros rendszer számára. Ezek során a test folyamatosan adaptálódik a változó alátámasztási feltételekhez, amely fokozott működésre készíteti a proprioceptív rendszert és a fejmozgások révén a vesztibuláris rendszert is (Allum és Honegger, 1998; Yaggie és Campbell, 2006; Khorjahani és mtsai, 2021; Blasco és mtsai, 2024; Behm és Colado, 2012). A különböző instabilitási szintek nemcsak a törzsizmok aktivációját fokozzák, hanem javítják az idegrendszeri szabályozást és a neuromuszkuláris kontrollt is (Snarr és Esco, 2014). A testtömegközéppont (TTK) kitérésének mértéke a tréninget követően eltérő változást mutat különböző irodalmakban. Az értelmezés szerint a TTK stabilométeren mért kitérésének csökkenése utalhat a fokozott stabilitásra (Geldhof et al., 2006; Springer et al., 2007), vagy a kilengés növekedése jelezheti az aktív korrekciós mozgások, a poszturális kontroll fejlődését (Pierle és mtsai, 2022).

A TRX Suspension Trainer (Total Resistance Exercise) olyan funkcionális eszköz, amely a saját testsúllyal végzett gyakorlatokat instabil környezetbe helyezi. Egyik jellemzője, hogy az instabilitás mértéke testhelyezettel és alátámasztási pont nagyságának mértékével szabályozható, így különböző nehézségű feladatok biztonságosan végezhetők (Rátgéber és mtsai, 2015). A TRX használata során több mozgássíkban történik az izomműködés, a felhasználó folyamatosan aktívan korrigálja pozícióját, amely fokozza a proprioceptív ingereket és fejleszti a törzsizomzatot is (Melrose és Dawes, 2015). Számos kutatás igazolta, hogy a TRX hatékonyan fejleszti az egyensúlyt, koordinációt és a core izmok erejét különböző életkorú és állapotú egyének esetében (Barzegari és mtsai, 2019; Kiani és Fattahi, 2021; Gaedtke és Morat, 2016).

A TRX nem kizárólag funkcionális tréningeszközként, hanem prevenció, illetve rehabilitációs célú intervencióként is alkalmazható. A fiatal felnőtt populáció esetében a rendszeresen végzett fizikai aktivitás ellenére indokolt lehet a preventív célú egyensúlyfejlesztés, melynek hatékony eszköze a TRX (Demirarar és mtsai, 2021).

## Célkitűzés

Kutatásunk célja, hogy bemutassuk, milyen hatással van egy 8 hetes, TRX eszközzel végzett edzésprogram a fiatal, egészséges, aktív felnőttek egyensúlyi paramétereire és törzsizomzatára. Célunk volt, hogy összehasonlítsuk az intervenció előtti és utáni eredményeket különböző egyensúlyi és stabilitási tesztek, illetve stabilométer segítségével. Feltételeztük, hogy a TRX-szel végzett tréning pozitív hatással lesz a mért paraméterekre, továbbá, hogy javítja a résztvevők szubjektív egyensúlyérzetét és fizikai aktivitását.

## Anyag és módszer

### 1. Résztvevők

Kutatásunkban 15 egészséges, fiatal felnőtt nő vett részt, átlagéletkoruk  $22 \pm 1,5$  év volt, BMI  $22,23 \pm 2,94$ . A résztvevőket egyetemi évfolyamcsoportokból toboroztuk, közösségi médiafelületeken keresztül. A kiválasztási folyamat során kizárási kritériumként szerepelt bármilyen, az elmúlt egy évben történt, az alsó végtagot érintő, illetve egyensúlyt befolyásoló sérülés. A részvételhez minden résztvevő írásos, önkéntes beleegyező nyilatkozatot töltött ki, kutatásetikai engedély száma: BMEÜ/304-1/2022/EKU. A felmérések és tréningek dokumentálása a résztvevők beleegyezésével történt.

### 2. Vizsgálati és terápiás módszerek

A vizsgálatokra a 8 hetes tréningprogram előtt és után került sor, azonos sorrendben és azonos környezetben, a Szegedi Tudományegyetem Egészségtudományi és Szociális Képzési Karának „A” épületében, így minimalizálva a külső zavaró tényezőket. A kiinduló fizikai aktivitási szint meghatározásához az International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (Ács és mtsai, 2020) validált kérdőívet –és egy saját, általunk összeállított, egyensúlyspecifikus paraméterekre, kórtörténetre vonatkozó kérdőívet alkalmaztunk (Susánszky és mtsai, 2006).

A fizikai vizsgálatok során alkalmazott tesztek között szerepelt a Star Excursion Balance Test (SEBT), amely a stabilitás, a mozgásterjedelem, az izomerő és a propiocepció felmérésére szolgál. A teszt az egyensúlyi paraméterek nyolc irányban történő felmérését teszi lehetővé (Kinzey és Armstrong, 1998). A teszt kivitelezése során a résztvevők egy lábon álltak, és a másik lábukkal a lehető legmesszebbre kellett nyújtóznuk nyolc különböző, előre meghatározott, szalaggal megjelölt irányba (anterior, anteromedialis, medialis, posteromedialis, posterior, posterolaterális, laterális és anterolaterális) a testhelyzet és a stabilitás

megtartása mellett. Az elért távolságot centiméterben mértük.

A Suspended Lunge teszt, mely a támaszkodó alsó végtag egyensúlyozó képességét méri 1 perc alatt kivitelezett – TRX segítségével félig függesztett – szabályos kitörések során (Aguilera-Castells és mtsai, 2020).

A statikus egyensúlyt – TRX-es eszközhasználatával kiegészítve – tree position tartásával mértük, mely a single limb stance teszt egy általunk módosított, TRX használatával kiegészített változata. A single limb stance teszt valid és megbízható eszköz az egyensúlyi képességek értékelésére, alkalmas a változások nyomon követésére, így prevenciós vagy rehabilitációs beavatkozások hatékonyságának mérésére is (Springer és mtsai, 2007). A core izmok izomerejét a szabályos plank helyzet megtartásának idejével (Saporito és mtsai, 2015), míg a mobilitást és hajlékonyságot a Fingertip-to-floor teszt segítségével vizsgáltuk, mely során zárt lábakkal álló helyzetből indítva, csigolyáról csigolyára történő, lassú előrehajlást kérünk. Fontos, hogy a térdek végig nyújtva maradjanak. Lemérjük a talaj és a III-as ujjhegy távolságát, melyet centiméterben (cm) adunk meg. Amennyiben a résztvevő ujjja/keze/tenyere leér a talajra, akkor ezt jegyezzük fel, pontosan megjelölve a leérő testrészt, vagy a könyökök hajlításának mértékét (Perret és mtsai, 2001).

Műszeres vizsgálatokat a NeuroCom Basic Balance Master® rendszerrel végeztünk, amely egy fix erőmérő platform segítségével a TTK elmozdulását rögzíti. Különböző szenzoros kondíciók mellett a mCTSIB (modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance) teszt segítségével mértük fel az egyensúlyi paramétereket. A mCTSIB program jól használható annak vizsgálatára, hogy hogyan befolyásolják a különböző szenzoros kondíciók a statikus egyensúly fenntartását, a TTK kitérését. A teszt négy vizsgálati helyzetet tartalmaz, ezek a nyitott szem, kemény felszín; csukott szem, kemény felszín; nyitott szem, instabil felszín; csukott szem, instabil felszín. A Neurocom Balance Master a CoM erőmérő platformra vetített, horizontális síkú kitérését méri, antero-posterior (AP) és medio-laterális (ML) irányokban (Geldhof és mtsai, 2006).

### 3. Intervenció

A tréningprogram nyolc héten át tartott, heti két alkalommal, alkalmanként 60 perc időtartamban. Minden edzés 10 perces közös bemelegítéssel indult, majd 40 perces köredzés következett, végül 10 perces egyéni nyújtással zárult. Az edzések köredzéses struktúrában zajlottak: 5 állomáson dolgoztak a résztvevők, 3 fős csoportokban, 2 TRX-es és 3 egyensúlyfejlesztő állomást tartalmazó feladattal. Az állomásokon 2 percet töltöttek a résztvevők, 2x45 másodperc munka, 2x15 másodperc pihenő formájában, az állomások között 1 perc pihenőt kaptak. A TRX-es feladatok progresszív felépítésűek voltak: kezdetben stabilabb testhelyzetben kézzel történő felfüggesztéssel végezték a gyakorlatokat, majd egy, illetve két alsó végtag felfüggesztésével növelték az instabilitást. A későbbi hetekben a vizuális kontroll korlátozásával tovább nehezítettük a feladatokat. A gyakorlatok célzottan fejlesztették a törzsizmokat, az alsó végtagok stabilitását, valamint a koordinációt és az egyensúlyt (Smith és mtsai, 2016; Rátgéber és mtsai, 2015; Barzegari és mtsai, 2019). A program során a TRX-es feladatokon kívül minden edzésen szerepelt három, nem TRX-es, de egyensúlyi paramétereket vagy core izomerőt fejlesztő feladat. Ezeket kezdetben stabil testhelyzetekben, később instabil alátámasztással, egy lábon, vagy vizuális kontroll nélkül végeztettük (Rátgéber és mtsai, 2015). A gyakorlatok között szerepeltek labdás feladatok, gumiszalagos ellenállásos

gyakorlatok, egyensúlypárnán végzett mozgások. A tréningen minden alkalommal szakszerű, folyamatos felügyelet volt valamennyi feladat elvégzése során.

#### 4. Adatfeldolgozási módszerek

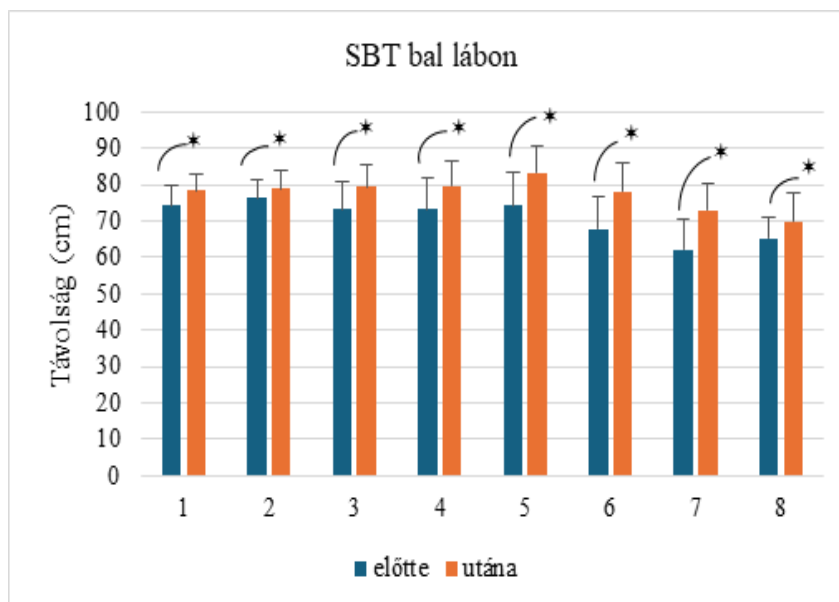
Az adatok rögzítését és feldolgozását Microsoft Excel és STATISTICA 13.5 szoftver segítségével végeztük. Leíró statisztikai mutatóként átlagot és szórást számoltunk. Eredményeink feldolgozásához és értékeléséhez párosított T-próbát és varianciaanalízist alkalmaztunk, mely során a statisztikai szignifikancia mértékét  $p \leq 0,05$ -ben határoztuk meg.

### Eredmények

A 8 hetes tréningprogramot követően az IPAQ validált kérdőív segítségével megállapítottuk, hogy alanyaink fizikai aktivitása nőtt. A tréninget követően 40%-kal nőtt a magas aktivitású kategóriába tartozó résztvevők száma.

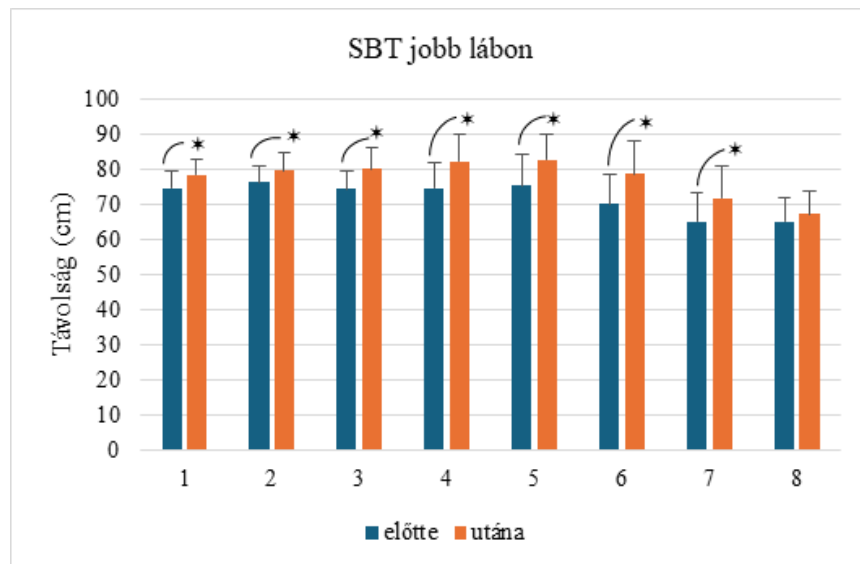
A visszaméréskor kapott válaszok alapján megállapíthatjuk, hogy a résztvevők szubjektív egyensúlyérzete javult, a TRX használatát elsajátították és a későbbiekben szívesen építik bele a hétköznapi sporttevékenységükbe.

Szignifikáns javulást tapasztaltunk a több irányba történő egyensúlyi paramétereket vizsgáló SEBT-en. A tréning előtt és után mért adatok átlagait összehasonlítva megállapítottuk, hogy a bal alsó végtag esetén minden irányban (1. számú ábra), a jobb alsó végtag esetén (2. számú ábra) az anteromediális (8) irányt kivéve minden irányban szignifikáns fejlődést értünk el.



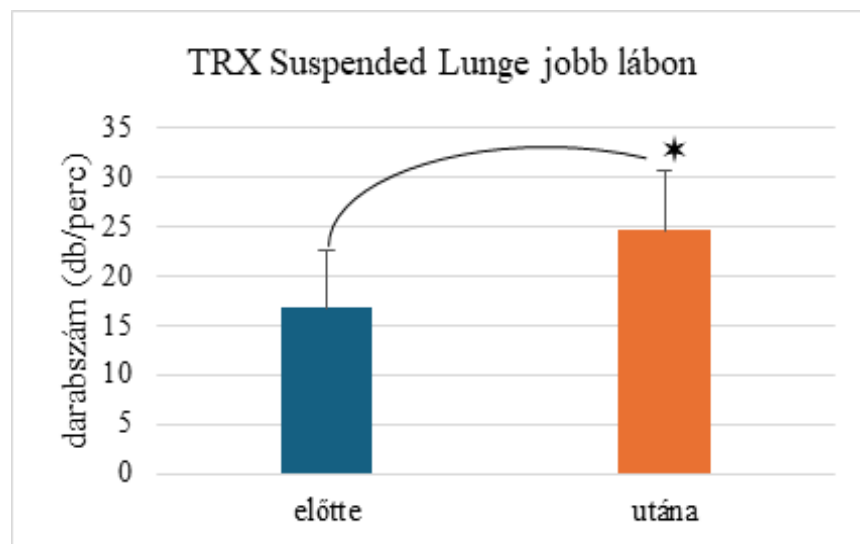
1. sz. ábra

SBT bal láb (\* $p \leq 0,05$ )

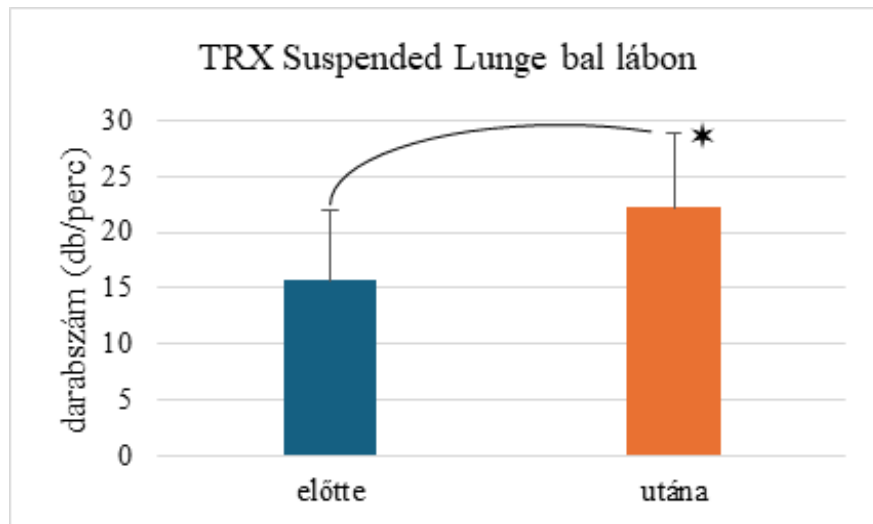


2. sz. ábra  
SBT jobb láb (\* $p \leq 0,05$ )

Erősen szignifikáns javulást ( $p < 0,01$ ) tapasztaltunk mindkét alsó végtag esetében a TRX-szel végzett suspended lunge gyakorlat alapján (3. és 4. számú ábra). Az előmérés átlaga a jobb láb esetében  $16,73 \pm 5,78$  darab (db), bal láb esetében  $15,67 \pm 6,29$  db. Jelentősen több felfüggesztett kitörést tudtak végezni egy perc alatt alanyaink a visszamérés alkalmával, a jobb láb átlaga  $24,53 \pm 6,80$  db, a bal láb átlaga  $22,2 \pm 6,64$  db.



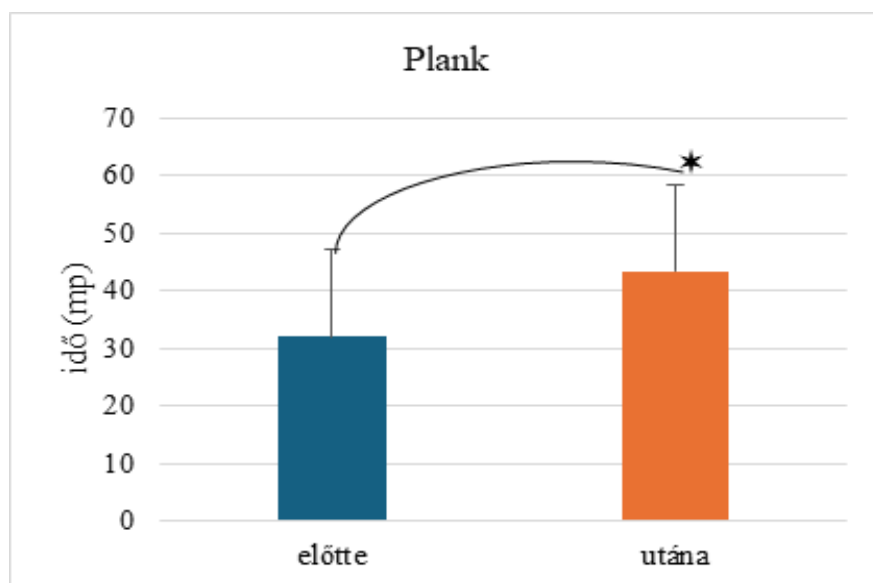
3. sz. ábra  
TRX Suspended Lunge jobb láb (\* $\leq 0,01$ )



4. sz. ábra

TRX Suspended Lunge bal lábon ( $*\leq 0,01$ )

Szignifikáns javulást tapasztaltunk a plank helyzet megtartásának idejében ( $p < 0,01$ ), tehát alanyaink törzsizomereje jelentős mértékben fejlődött. Az előmérés átlaga 31,99 mp  $\pm 15,18$ , az utómérése 43,49 mp  $\pm 14,96$  (5. sz. ábra).



5. sz. ábra

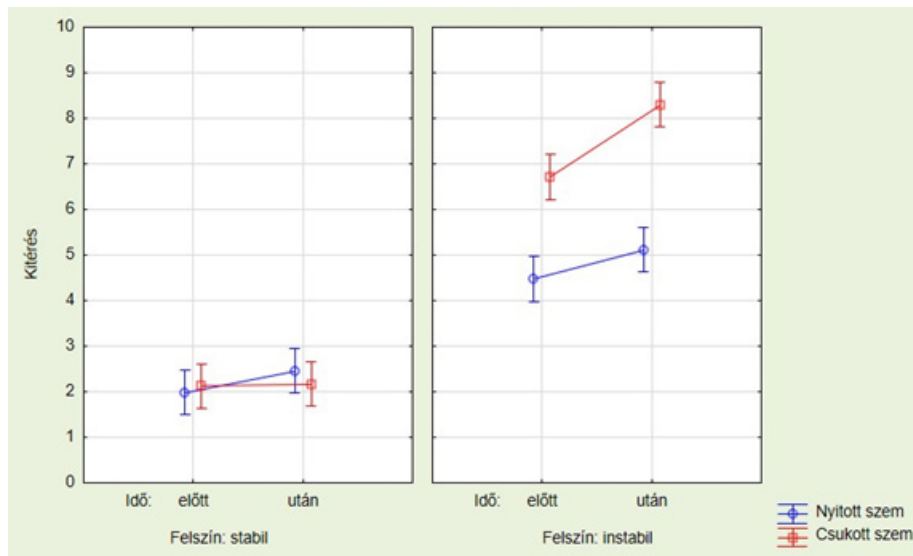
Plank helyzet megtartása ( $*\leq 0,01$ )

A résztvevőknél a mobilitás és hajlékonyság fejlődött, de nem szignifikáns mértékben ( $p = 0,09$ ) a fingertip-to-floor teszt alapján.

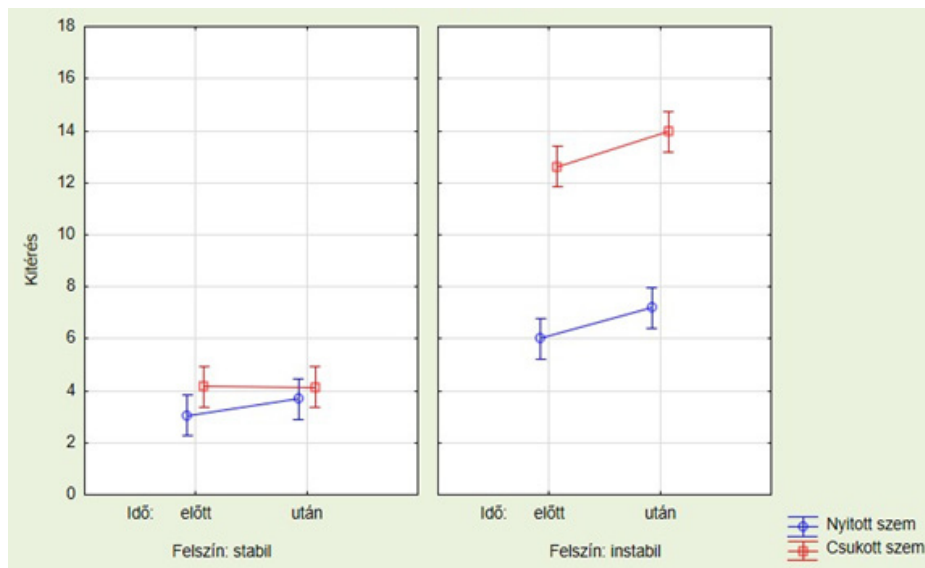
A NeuroCom Basic Balance Master tesztjei által mért adatok is jelentős fejlődést mutattak.

A mCTSIB eredményeiben jelentős mértékű változást tapasztaltunk, ML és AP irányban – stabil és

instabil talajon is – nőtt a TTK kitérése, X tengely mentén (6. sz. ábra) csukott szem esetén szignifikáns ( $p \leq 0,05$ ) változást tapasztaltunk, Y tengely mentén szignifikánshoz közelít (7. sz. ábra).



6. sz. ábra  
mCTSIB X tengely ( $*p \leq 0,05$ )



7. sz. ábra  
mCTSIB Y tengely ( $*p \leq 0,05$ )

## Megbeszélés

Vizsgálatunkban egy nyolchetes TRX tréning hatását vizsgáltuk fiatal felnőttek egyensúlyi paramétereire. A vizsgálat eredményei alátámasztják, hogy az egyensúlyfejlesztő tréningprogram szignifikáns javulást eredményezett a fiatal felnőttek egyensúlyi paramétereiben. Az egyensúlyi paramétereket értékelő tesztekben pozitív változást értünk el.

Az IPAQ kérdőív és az egyensúlyspecifikus skálák alapján – hasonlóan más kutatások eredményeihez – résztvevőink szubjektív egyensúlyérzete javult és általános fizikai aktivitás mértéke nőtt, ami megerősíti kezdeti hipotézisünket (Ács és mtsai, 2020; Susánszky és mtsai, 2006). A Star Excursion Balance Test (SEBT) eredményei szignifikáns fejlődést mutattak, mely összhangban áll Barzegari és mtsai (2019), valamint Demirarar és mtsai (2021) eredményeivel. Bár Barzegari és mtsai (2019) kutatásában az Y Balance Testet alkalmazták, mely csak három irányt vizsgál a SEBT által is alkalmazott nyolc irányból.

A törzsstabilitásra irányuló plank tesztben tapasztalt javulás Harris és mtsai (2017) eredményeit támasztja alá, mely szerint a plank helyzet hatékonyan aktiválja a mély törzsizmokat. Mivel ezek az izmok elengedhetetlenek a megfelelő egyensúly fenntartásához, javulásuk kulcsszerepet játszott az általános egyensúlyi képességek fejlődésében (Akuthota és mtsai, 2008; Ma és mtsai, 2017).

A mobilitás és hajlékonyság fejlődése kevésbé volt egyértelmű. A fingertip-to-floor teszt nem mutatott szignifikáns változást, valószínűsíthetően azért, mert a tréning fókusza inkább az egyensúly és a core izomerő fejlesztésére irányult (Perret és mtsai, 2001).

A tree position teszt nem bizonyult kellően objektív mérési módszernek, alkalmazásával nem tudtuk a statikus egyensúlyi paraméterekben bekövetkezett változásokat megfelelően nyomon követni. Ezzel szemben a NeuroCom Basic Balance Master mCTSIB tesztje pontos és szignifikáns eredményt szolgáltatott. Az mCTSIB esetében hasonlóan kedvező eredményekről számolt be Pierle és mtsai (2022) idős korosztályban végzett kutatásukban. Bár kevés kutatás használta ezt a tesztet TRX programhoz kapcsolva, eredményeink alapján érzékeny mutatóként volt alkalmazható. A TTK elmozdulásának mértéke gyakran alkalmazott mutató az egyensúlyvizsgálatokban, ugyanakkor a változások értelmezése nem egységes a szakirodalomban. Egyes kutatások a kisebb kitérést a stabilabb állás és fejlettebb poszturális kontroll jeleként értelmezik, különösen statikus helyzetekben vagy hiányzó vizuális ingerek mellett végzett mérések során (Geldhof et al., 2006; Springer et al., 2007).

Más tanulmányok ugyanakkor arra hívják fel a figyelmet, hogy bizonyos esetekben a CoM kitérésének növekedése – amennyiben az kontrollált formában történik – éppen a funkcionális tartomány bővülését és a mozgásbiztonság növekedését jelezheti, még statikus helyzetek során is (Pierle et al., 2022). A CoM elmozdulásának változásai önmagukban nem mindig értelmezhetők javulásként vagy romlásként: a környezet, a résztvevők jellemzői, valamint az alkalmazott tréningtípus egyaránt befolyásolhatja az eredmények interpretációját. Éppen ezért az egyensúlyi képességek komplex értékeléséhez többféle paraméter együttes figyelembevételére van szükség. Vizsgálatunkban kapott eredmények a vesztibuláris rendszer hatékonyabb működésére utalnak, hiszen résztvevőink instabil felszínen megnövekedett kitérést is tudtak egyensúlyvesztés nélkül kontrollálni csukott szemmel, melyhez megfelelő mennyiségű és minőségű ingert kaptak a tréning során.

Kutatásunk prevenció célú megközelítést alkalmazott, de eredményeink, valamint nemzetközi szakirodalmi adatok alapján a TRX tréning rehabilitációs kontextusban is jól hasznosítható. A szakirodalom igazolja alkalmazhatóságát különféle célcsoportoknál: idősek (Gaedtker és Morat, 2016), gyermekek

(Barzegari és mtsai, 2019), sportolók esetén (Demirarar és mtsai, 2021), traumás agysérülést követően (Andrejeva és mtsai, 2020), bokaízületi instabilitás esetén (Khorjahani és mtsai, 2021) valamint szklerózis multiplexben szenvedők (Moghadasi és mtsai, 2019) esetében is.

## Következtetések

A kutatás eredményei alapján megállapítható, hogy a TRX-szel végzett, nyolchetes egyensúlyfejlesztő tréningprogram hatékony eszköz lehet fiatal felnőttek körében az egyensúlyi paraméterek, a propiocepció, vesztibuláris rendszer, valamint core izomerő fejlesztésére. Bár a statikus paraméterekben kisebb mértékű változás mutatkozott, a program jelentős fejlődést idézett elő a legtöbb vizsgált egyensúlyi jellemző tekintetében.

A TRX nagy előnye, hogy egyszerűen alkalmazható, könnyen hozzáférhető és sokoldalúan adaptálható eszköz. Kiválóan alkalmas különböző korosztály számára és különféle mozgásszervi vagy neurológiai állapotok kezelésére. A feladatok variálhatósága lehetővé teszi a progresszív terhelés kialakítását, az egyéni igényekhez igazodva, ezért használata ajánlott lehet az iskolai testnevelésbe, sportedzésekbe, valamint rehabilitációs programokba is.

Ugyanakkor kutatásunknak több limitációja is van, amelyeket figyelembe kell venni az eredmények értelmezésekor. A mintanagyság viszonylag alacsony volt, így az eredmények általánosíthatósága korlátozott lehet. Emellett kizárólag női résztvevőket vontunk be, ami nem teszi lehetővé a nemek közötti különbségek vizsgálatát. A mérések során alkalmazott szubjektív kérdőívek és néhány egyszerűsített teszt (például a tree position) érzékenysége korlátozott lehetett, ezért jövőbeni kutatásokban érdemes lenne többdimenziós, validált mérőeszközöket alkalmazni. További korlátozó tényező, hogy a vizsgálat nem tartalmazott hosszútávú utánkövetést, így nem tudjuk, hogy az elért pozitív hatások milyen hosszán maradnak fenn.

## Irodalomjegyzék

Sherrington, C., Tiedemann, A. (2015). Physiotherapy in the prevention of falls in older people. *Journal of Physiotherapy*, 61(2), 54–60.

Rátgéber, L., Imreh, A., Molics, B. (2015). Sportsérülések primer prevenciója. Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar.

Shumway-Cook, A., Woollacott, M. (1995). *Motor Control: theory and practical applications*. Williams and Wilkins.

World Health Organization. (2022). European Health Information Gateway. <https://gateway.euro.who.int/en/hfa-explorer/>

Lantos, T., Nyári, T. A., McNally, R. J. Q. (2019). Seasonal variation of mortality from external causes in Hungary between 1995 and 2014. *PLOS ONE*, 14(6), e0217979.

Talbot, L. A., Musiol, R. J., Witham, E. K., Metter, E. J. (2005). Falls in young, middle-aged and older community dwelling adults: Perceived cause, environmental factors and injury. *BMC Public Health*, 5(86).

Hrysomallis, C. (2007). Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports Medicine*, 37(6), 547–556.

Yim-Chiplis, P. K., Talbot, P. K. (2000). Defining and Measuring Balance in Adults. *Biological Research for Nursing*, 1(4), 321–331.

Allum J., Honegger F. (1998). Interactions between vestibular and proprioceptive inputs triggering and modulating human balance-correcting responses differ across muscles, *Experimental Brain Research*, Aug;121(4):478-94. doi: 10.1007/s002210050484.

Iqbal, K., Pai, Y. C. (2000). Predicted region of stability for balance recovery. *Journal of Biomechanics*, 33(12), 1619–1627.

Yaggie, J. A., Campbell, B. M. (2006). Effects of balance training on selected skills. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 422–428.

Khorjahani, A., Mirmoezzi, M., Bagheri, M., Kalantariyan, M. (2021). Effects of TRX Suspension Training on Proprioception and Muscle Strength in Female Athletes with Functional Ankle Instability. *Asian Journal of Sports Medicine*, 12(2)

Blasco, J.-M., Domínguez-Navarro, F., Tolsada-Velasco, C., et al. (2024). The Effects of Suspension Training on Dynamic, Static Balance, and Stability: An Interventional Study. *Medicina*, 60(1), 47.

Behm, D. G., Colado, J. C. (2012). Instability resistance training across the exercise continuum. *Sports Health*, 4(6), 500–503.

Snarr, R. L., Esco, M. R. (2014). Electromyographical comparison of plank variations performed with and without instability devices. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3298–3305.

Geldhof, E., et al. (2006). Static and dynamic standing balance: test-retest reliability and reference values in 9 to 10 year old children. *European Journal of Pediatrics*, 165(11), 779–786.

Németh, A. R., Jambrik, M., Franczia, N., John, B., Horváth, J., Hámornik, B. P., Illés, E., Pintér, G. M. Springer, B. A., et al. (2007). Normative values for the unipedal stance test. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 30(1), 8–15.

Pierle, C., et al. (2022). Efficacy of a 6-week Suspension Training Exercise Program on Fitness in Older Adults. *International Journal of Exercise Science*, 15(3), 1168–1178.

Melrose, D., Dawes, J. (2015). Resistance Characteristics of the TRX Suspension Training System at Different Angles and Distances from the Hanging Point. *Journal of Athletic Enhancement*, 4(1).

Barzegari, M., Shojaedin, S., Karimi, Z. (2019). The effect of a 4-week suspension training with total resistance exercises on performance and balance in healthy children. *Physical Treatments*, 9(4), 235–242.

Rodé, M. (2024). *Védőoltásokról – másként: Korkép – korkép – kórkép*. Budapest: SpringMed Kiadó.

Kiani, R., Fattahi, H. (2021). Effects of Eight Weeks of TRX and CXWORX Exercises on Trunk Muscle Strength, Core Endurance, and Dynamic Balance of Female College Students. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*, 10(2), 186–201.

Gaedtke, A., Morat, T. (2016). Effects of two 12-week strengthening programmes on functional mobility, strength and balance of older adults: TRX vs. elastic bands. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 13(1), 49–64.

Demirarar, O., Özcaldıran, B., Cin, M., Coban, C. (2021). The effects of functional resistance TRX suspension trainings on dynamic balance, jump and agility in youth basketball players. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 13(1), 75–84.

Ács, P., et al. (2020). Measurement of public health benefits of physical activity: validity and reliability study of the international physical activity questionnaire in Hungary. *BMC Public Health*, 20(1), 1198.

Susánszky, É., et al. (2006). A WHO jól-lét kérdőív rövidített (WBI-5) magyar változatának validálása. *Mentálhigiéné és Pszichoszomatika*, 7(3), 247–255.

Kinzey, S. J., Armstrong, C. W. (1998). The Reliability of the Star-Excursion Test in Assessing Dynamic Balance. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 27(5), 356–360.

Aguilera-Castells, J., et al. (2020). Correlational data during a suspended lunge under different stability conditions. *Data in Brief*, Volume 28, February

Saporito, G., et al. (2015). Test-Retest Reliability and Validity of the Plank Exercise. *Linfield University Symposium*.

Perret, C., et al. (2001). Validity, reliability, and responsiveness of the fingertip-to-floor test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(11), 1566–1570.

Smith, L. E., et al. (2016). The acute and chronic health benefits of TRX suspension training in healthy adults. *International Journal of Research in Exercise Physiology*, 11(2), 1–15.

Harris, S., et al. (2017). Muscle activation patterns during suspension training exercises. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(1), 42–52.

Akuthota, V., et al. (2008). Core Stability Exercise Principles. *Current Sports Medicine Reports*, 7(1), 39–44.

Ma, X., et al. (2017). Improvement of suspension training for trunk muscle power in Sanda athletes. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 15(2), 81–88.

Allum J., Honegger F. (1998). Interactions between vestibular and proprioceptive inputs triggering and modulating human balance-correcting responses differ across muscles, *Experimental Brain Research*, Aug;121(4):478-94. doi: 10.1007/s002210050484.

Iqbal, K., Pai, Y. C. (2000). Predicted region of stability for balance recovery. *Journal of Biomechanics*, 33(12), 1619–1627.

Andrejeva, J., et al. (2020). Impact of TRX Suspension Training after Traumatic Brain Injury. *Georgian Medical News*, (298), 119–122.

Moghadası, A., et al. (2019). Effect of TRX Suspension Training on Functional Balance in MS Patients. *Journal of Ilam University of Medical Sciences*, 27(2), 51–63.