

**Eszterházy Károly
Katolikus Egyetem**

Mozgáselemzés, mozgásjellemzők SNI és többségi diákoknál

Témavezető:

Dr. Révész-Kiszela Kinga
egyetemi adjunktus

Készítette:

Házy Tamás
gyógypedagógia BSC
Neptun kód: HMLKQK

2023

Mozgáselemzés, mozgásjellemzők SNI és többségi diákoknál

Tartalom

1	Bevezetés.....	4
1.1	Problémakör bemutatása, témaválasztás indoklása	4
2	Irodalmi áttekintés.....	5
2.1	Poszturális kontroll.....	5
2.2	Érzékszervek szerepe és egyensúlyi rendszer	6
2.3	Az egyensúlyozás érzékszerve	6
2.4	Járás, futás jellege és izomműködése	7
2.5	Járás, futás jellemzése tipikusan fejlődő populációban	8
2.6	Járás, futás jellemzése atipikusan fejlődő populációban	8
2.7	Mozgási energia.....	9
3	Célok, kérdések, hipotézisek.....	9
3.1	Vizsgálat célja, kutatási kérdések	9
3.2	Hipotézisek	9
4	Anyag és módszer	10
4.1	Vizsgálati minta	10
4.2	Előzetes vizsgálatok, szűrések.....	11
4.2.1	Romberg teszt.....	11
4.2.2	Trendelemburg teszt talajon	11
4.3	Mérőműszer és rendszer	12
4.4	Mérés menete.....	13
4.5	Statisztikai módszerek	14

5	Eredmények.....	14
5.1	Vertikális irányú mozgási energiák 4 km/h sebességnél.....	14
5.2	Sagittális irányú mozgási energiák 4 km/h sebességnél	15
5.3	Medio-laterális irányú mozgási energiák 4 km/h sebességnél	15
5.4	Összesített mozgási energiák 4 km/h sebességnél.....	15
5.5	Vertikális irányú mozgási energiák 8 km/h sebességnél.....	16
5.6	Sagittális irányú mozgási energiák 8 km/h sebességnél	16
5.7	Medio-laterális irányú mozgási energiák 8 km/h sebességnél	17
5.8	Összesített mozgási energiák 8 km/h sebességnél.....	17
6	Hipotézisek bevalásának vizsgálata	17
7	Összefoglalás.....	18
8	Felhasznált irodalom	18

1 Bevezetés

1.1 Problémakör bemutatása, témaválasztás indoklása

A hazai környezetet tekintve, évről – évre nő a Sajátos Nevelési Igényű tanulók száma. (https://www.ksh.hu/stadat_files/okt/hu/okt0006.html, dátum nélk.) Szintén sajnálatos tény, hogy nagy valószínűséggel több fogyatékossgal élő személy él Magyarországon, mint amennyien a statisztikákban megjelennek (Dunás-Varga Ildikó, 2021). A modern műszaki – diagnosztizáló berendezések és az orvostechika fejlődésével a XX - XXI. század folyamán az atipikus fejlődések egyre pontosabb és korábbi diagnosztizálására vált lehetőség. Ezek a korai felismerések korábbi kezeléseket és sikeresebb terápiákat tesznek lehetővé, melyek segítségével a fejlesztések irányai pontosabban meghatározhatóak, ezáltal az oktatás és a későbbi, esetleges munkaerőpiaci szereplése sikeresebbé válhat a gyermekeknek. (Benczúr Miklósné, 2011)

Számos tanulmány rámutatott arra is, hogy a gyermekek, így az SNI (sajátos nevelési igényű) gyermekek fejlesztésének egyik iránya a mozgásterápiákon keresztül hatékonyan történhet, valamint, hogy a mozgási rendellenességek súlyosságát csökkenteni, illetve a következményeit korrigálni szükséges. (Révész, 2018)

Szintén fontos tényező vizsgálatunkban, hogy sok gyermek nem képes elmondani, szavakba önteni felmerülő problémáit, vagy mozgásszervi problémáit. A mérések során betekintést nyerhetünk egyes járás – futás közbeni aszimmetriába, következtetést vonhatunk le a mozgásszervi probléma eredetére is.

Kutatási eredmények igazolták, hogy a mozgásfejlődés elmaradása meghatározott tanulási elmaradásokat és az idegrendszer fejletlenségét okozhatja (www.katped.hu,). Mindezekből következik, hogy már fiatal korban nagyobb hangsúlyt kell fektetni a mozgásállapot egzakt méréseire, ahol a vizsgálatok számszerűsíthető, objektíven összehasonlítható adatokat adnak a szakemberek részére egy állapotról. További előnye lehet ezen vizsgálatoknak, hogy ideális esetben korai információt adhat különböző atipikus mozgás és állapotjellemzőkről egyaránt (Révész, 2018). A korai információ, diagnózis birtokában nagyobb eséllyel folytatható le a megfelelő habilitáció, rehabilitáció, amely a modern gyógyászat és kezelések körében nem csak lehetőség, hanem kíváncsi is (Egészségügyi Szakmai Kollégium Rehabilitáció, 2018).

Fontos megemlíteni, hogy az ADHD rendellenességgel élő gyerekeknél és fiataloknál motoros rendellenességet és az egyensúly változásában is szignifikáns eltéréseket tapasztaltak,

melyek kisagy eredetűek lehetnek (Matteo Zago, 2020).

Már a XX. században is számos megfigyelés és vizsgálat rámutatott arra, hogy az idegpályák működése, illetve a motoros eltérések hatással bírnak a kognitív fejlődésre is. Az agy - fejlődése során - jelentős mennyiségű tapasztalati tényezőt használ és dolgoz fel, melyek a külvilágból és a szervezetünkben származnak. Ebből következik, hogy a kognitív fejlődéshez elengedhetetlen a mozgás fejlesztése is (Förhécz_Noémi, 2021. április–szeptember).

A sajátos nevelési igény diagnosztikájában számos, már jól körül határolt tünet és jellemző lett meghatározva, azok egyéb idegrendszeri kapcsolatával. Mint arról számos szakértő is beszámolt, a technológia és az orvostudomány fejlődésével a diagnózisok egyre pontosabbak és számos ok-okozati összefüggést tárnak fel. A mozgási képességek és az idegrendszer jellegzetességei, fejlettsége szoros kapcsolatban vannak, így logikus következtetésnek tartom a sajátos nevelési igényű diákok egyes mozgási jellemzőinek műszeres méréseit összehasonlítani az egészséges, tipikusan fejlődő populációval.

2 Irodalmi áttekintés

2.1 Poszturális kontroll

A poszturális kontroll a test helyzetének térbeli kontrollálását jelenti, ahol a két legfontosabb szempont a stabilitás és az orientáció. Koordinálását a kisagy végzi azáltal, hogy a tervezett és a tényleges motoros aktivitást összehasonlítja és szükség esetén módosítja (Nagy, 2017), továbbá járás - futás során az izomtónus megtartásában és kialakításban szabályozó szerepe van. (Pavlik, 2013) A poszturális kontroll feladata, hogy a COM-t, azaz a tömegközéppontot az alátámasztási felület felett tartsa állás és mozgás közben egyaránt. Ezt a motoros folyamatot az emberi szervezet tanulás útján sajátítja el és szerepet játszik benne a helyzet és mozgásérzékelés, a vizuális, vestibuláris és szomatoszenzoros rendszerekben. A bejövő, szenzoros információkra feldolgozást követően motoros választ ad, mely hatására a megbomlott egyensúlyi helyzetet visszaállítja, vagy éppen fenntartja azt. A poszturális kontroll befolyásoló tényezői közé soroljuk továbbá a fáradtságot, a testmagasságot, a várandósságot, lecsökkent ízületi mozgástartományt, megváltozott tónusú izmokat és a fizikai aktivitást (Nagy, 2008). Figyelembe kell venni, hogy különböző mozgásszervi és neurológiai problémákkal küszködő betegek testlengése nagyobb lehet anterior-posterior, illetve medio-laterális irányban egyaránt.

2.2 Érzékszervek szerepe és egyensúlyi rendszer

Állás és járás – futás során egyaránt szükségünk van az egyensúlyi helyzet fenntartására. A legtöbb ember számára egy könnyű, automatizált folyamat. A newtoni fizika törvényei szerint, statikus helyzetben a testünk egy stabil, egyetlen – állandó tömegközépponttal rendelkező testnek tekinthető. Ez a pont az S2 csigolya magasságában az os sacrum promontorium előtt – alatt található. Férfiak esetében ez a testmagasság kb. 56-57 %-ára esik, míg nőknél ez az érték alacsonyabb. A gyermekek esetében szintén alacsonyabban helyezkedik el, mint a felnőtteknél. Ebben a látszólagos statikus helyzetben minimális változások hatnak a testünkre, mint pl. a szívverés, lélegzés, így ezen belső mozgások következtében már álló helyzetben is szükséges a folyamatos szabályozás egyensúlyunk megőrzése érdekében. Abban a pillanatban, hogy helyet változtatunk, megnövekszik a bejövő és változó információk mennyisége, amely változások lényegesen nagyobb eltéréseket okoznak.

Idegrendszerünk érzékeli és feldolgozza az izmokból, ízületekből, szemünkből és a vesztibuláris rendszerből érkező ingereket. Normál esetben ezek a folyamatok automatikusak, nem igényelnek erőfeszítést sem az testünktől, sem pedig az idegrendszerünktől. Testünk statikus és dinamikus környezetben is képes fenntartani egyensúlyunkat, tehát megingás, illetve testhelyzet-változás következtében korrigálja pozícióját, és visszatéríti izomerejének segítségével az egyensúlyi helyzetbe (Tihanyiné Hős, 2004). Ebben az igen komplex folyamatban részt vesz a vizuális bemenet, a vesztibuláris apparátus, a proprioceptív bemenet, valamint a neuromuszkuláris rendszer egyaránt. Ezen apparátusok együttműködése határozza meg együttesen a mindennapi életben is kiemelkedő fontossággal bíró állás- és járásbiztonságot. Amennyiben bármely rendszerből beérkező információ hiányos, ez esetben egy másik alrendszerből származó bemenetből próbálja kompenzálni azt a központi idegrendszer (Friedrich M, 2008).

Az egyensúlyozó képességek az életkorral csökkennek, így szintén lényeges tényező, hogy már fiatal korban a lehető legmagasabb képességeket éadjuk el ezeken a területeken is. A csökkenés oka - vizsgálatok szerint - főként az izomrendszer és az idegrendszer negatív változásaiban keresendő (Mayer, 2011).

2.3 Az egyensúlyozás érzékszerve

Az egyensúlyozás a hallással anatómiai kapcsolatban áll, érzékszerve a belső fülben található. A részét képező csontos labirintus a halántékcsonthban található bonyolult szerkezetű üregrendszer, melynek részei: előcsarok (vestibulum), az abból kiinduló cochleából és három

félkörös ívjáratból áll. Az ívjáratok a tér három síkjában helyezkednek el, egy vízszintesen és kettő –egymásra merőlegesen -függőlegesen. A hártvás labirintus részei a tömlőcske, a három hártvás ívjárat, zsákocska és a hártvás csiga. A tömlőcske és a zsákocska falában található a foltocska, mely érzőhámot tartalmaz.

Az egyensúlyozó érzékszerv tulajdonképpen a foltocska, amely szőrsejtekből, támasztósejtekből és érzéksejtekből áll. A szőrsejtek felett elhelyezkedő otolitmembránba ágyazva otolitkristályok vannak. Ezek a fej helyzetének megváltozására elmozdulnak, és a szőrsejtekre húzó, illetve nyomóingert fejtenek ki, érzékelve a lineális gyorsulást is.

Az inger, mint mechanikai inger továbbítódik. A foltocska, statikus és dinamikus elemeket egyaránt tartalmaz. A félkörös ívjáratok a fej elfordításának következtében fellépő szöggyorsulást érzékelik. A vesztibuláris rendszer érzéksejtjeiből induló neuronok az agytörzs vesztibuláris magjaiban végződnek - Nucleus vestibularis lateralis, superior, medialis, illetve inferior. (Pavlik, 2013).

2.4 Járás, futás jellege és izomműködése

Járás és futás során az emberi test nem egy ideálisnak tekinthető egyenes vonalban mozog, hanem ezen mozgások sokkal összetettebb rendszert képeznek, melyek összessége egyszerre szimmetrikus és ciklikus. Megkülönböztethetünk vertikális, sagittális és medio-laterális irányt (Kopper, 2017).

A vertikális irány fontossága abban rejlik, hogy talpunkkal egy súrlódási erőt kell létrehoznunk a tapadás megszerzéséhez és ha ez megtörténik, akkor jöhet létre az előrehaladást csökkentő, illetve növelő erőhatás.

A sagittális irányú vektorösszetevő kétirányú: lehet fékező -előre irányuló, mely a súrlódási erővel akadályozza meg, hogy ne csússzon meg a talpunk - és haladást eredményező – hátraható – erő. Ezek nagysága és időtartama határozza meg a sebességünket.

A medio-laterális irányú erőhatások szintén összetett erők és ízületi elmozdulások eredménye. Alapvető célja, hogy az oldalirányú kitéréseket kontrollált erőhatások által egyensúlyban, a szándékozott haladás irányával megegyezően tartsa.

A vizsgálhatóság szempontjából alapvető fontosságú, hogy járás, futás során az ízületek szögelfordulása, valamint az izomműködés a két oldal között közel szimmetrikus (Kopper, 2017).

2.5 Járás, futás jellemzése tipikusan fejlődő populációban

A járás egyik alapja elemzési szempontból a lépésciklus, mely a sarok talajra érkezésétől a következő, azonos oldali sarokérintésig tart. Ezen ciklusban, amikor mindkét láb érintkezik a talajjal, ezt a fázist kettős támasznak nevezzük. Az ezt követő szakaszt - mikor az egyik láb emelkedik a talajtól – egylábás támasznak, vagy lendítőfázisnak hívjuk. (Magyar, 2014)

A járáselemzésben megkülönböztetünk még lépést, mely az ellentétes végtagok azonos helyzete közötti szakaszt jelöli. A lépés az egyik sarokérintéstől az ellentétes láb sarokérintéséig tart. A járás átlagos sebessége 4,5 – 5,5 km/h, mely kortól fizikai állapottól egészségi állapottól, nemtől is függ. Tipikusan fejlődő személyek járásának jellemzője, hogy az egyik láb minden esetben a talajon van, fázisai 60:40 arányban támasz és lendítőfázis. A támaszfázis jellegzetessége, hogy kb. 22%-ban tartamaz kettős támaszt is, amikor mindkét láb érinti a talajt (Kopper, 2017).

A járás során a legszembetűnőbb mozgás az alsó végtagoké, de a járásban részt vesz az egész testünk, harmonikusságát és takarékoságát befolyásolja a fej, a törzs és a karok mozgása. Harmonikus járásnak nevezzük, ha a szakaszaiban jelentős eltérés nem tapasztalható és szerkezeti összetevőinek nincs szignifikáns eltérése sem az időbeni, sem térbeli, sem dinamikai jellemzőiben (Magyar, 2014).

A futás során történő helyváltoztatásban a haladási sebesség miatt már nem kivitelezhető a járásképp fenntartása. Ellentétben a járás kétlábás és lendítő fáziséhoz a lépésciklusban egylábás fázis és repülés fázis -mikor egyik láb sem érintkezik a talajjal - váltogatja egymást, mely megköveteli a jobb egyensúlyozóképességet, magasabb izmóerőt, és nagyobb mozgásterjedelmet. A futás elemzésének alapjai a járáshoz hasonlóan szintén a lépés és a lépésciklus. A legalább 30%-ra lecsökkent támasz és 70%-ra növekedett lendítőfázis kiegészül egy repülési fázissal, mikor egyik láb sem érintkezik a talajjal (Kopper, 2017)

2.6 Járás, futás jellemzése atipikusan fejlődő populációban

Számos vizsgálat rámutatott, hogy a tipikus és atipikus fejlődésű populáció eltérő mozgásmintát mutat állás, járás, futás során. (C.H. Geurts, 2013) Ezek a mozgási eltérések egyik legszembetűnőbb jellemzője lehet a helyváltoztatás sebességének eltérése. (Stamatis Agiovlasitis, 2013)

Kutatások szerint a Down-szindrómás emberek mozgási energiái különböznek a tipikusan fejlődést mutatókétól. Ezen a sportmozgások végzése sem hoz változást (Cristina

Ferrario, 2022).

A járás stabilitásának szignifikáns csökkenése tapasztalható autizmus spektrumzavarral élő gyerekeknél, mely a járási sebességet nem befolyásolta (C. Z. C. Hasan, 2018).

2.7 Mozgási energia

A fizikában a munkavégzőképességet energiának nevezzük. Amennyiben ez a képesség a test mozgásából adódik, így mozgási energiáról beszélünk. Az emberi test a mozgási energiát a harántcsíkolt izmok munkavégzésével állítja elő, melyek segítségével forgatónyomatékokat fejt ki a kapcsolódó ízületekre. A járás és a futás egyaránt energiaigényes folyamat, mivel helyváltoztatás közben a végtagok lassító és gyorsító mozgása energiaigényes folyamat. Nagysága függ a test tömegétől és a sebességétől.

Általánosságban elmondhatjuk, hogy a sebesség növelésével a mozgási energia is értelemszerűen növekszik, hiszen kiszámítási képlete: $E_c = 1/2 m \cdot v^2$. Mértékegysége a Joule (J) (Kopper B. D., 2021).

3 Célok, kérdések, hipotézisek

3.1 Vizsgálat célja, kutatási kérdések

A kutatás a tipikusan és atipikusan fejlődő, 12-25 éves korú személyek járás és futás közbeni mozgási energiáit vizsgálja.

Célunk annak vizsgálata volt, hogy feltérképezzük, van-e különbség a két csoport helyváltoztatás során létrejött mozgási energiáinak - jobb – bal oldalankénti - megoszlása között.

A szakirodalomban található egyensúlyi és mozgásbeli eltérések sajátos nevelési igényű diákoknál megjelennek-e mért eredményekben is.

3.2 Hipotézisek

1. Feltételezésünk szerint a vertikális irányú mozgási energiák mindkét oldalon szignifikáns eltérést mutatnak az atipikusan fejlődőek vizsgálati csoportjában, a tipikus fejlődést mutató csoport mintájához képest.
2. Feltételezésünk szerint a sagittális irányú mozgási energiák mindkét oldalon szignifikáns eltérést mutatnak az atipikusan fejlődőek vizsgálati csoportjában, a tipikus fejlődést mutató csoport mintájához képest.

3. Feltételezésünk szerint a horizontális irányú mozgási energiák mindkét oldalon szignifikáns eltérést mutatnak az atipikusan fejlődőek vizsgálati csoportjában, a tipikus fejlődést mutató csoport mintájához képest.
4. Feltételezésünk szerint az összesített mozgási energiák mindkét oldalon szignifikáns eltérést mutatnak az atipikusan fejlődőek vizsgálati csoportjában, mint a tipikus fejlődést mutató csoport mintájához képest.

4 Anyag és módszer

4.1 Vizsgálati minta

A mérések során mindösszesen 79 alanyt vizsgáltunk, ebből 24 nőt és 55 férfit. A vizsgálat során 50 fő volt sajátos nevelési igényű, míg 29-en tipikus fejlődésűek voltak, összességében az alábbi megoszlással:

Sajátos nevelési igény kategória	12-18 éves életkor	19-25 éves életkor	Összesen
Beilleszkedési, tanulási, magatartási nehézség	23	4	27
ADHD, Figyelemhiányos hiperaktivitás-zavar	9	0	9
Autizmus spektrumzavar	8	4	12
Down szindróma	1	1	2
SNI diagnózis nélkül	11	18	29
Összesen	52	27	79

Az átlagéletkor $17,46 \pm 3,06$ év volt, az átlag testsúlyuk $66,12 \pm 20,74$ kg, átlag testmagasságuk $168,66 \pm 14,18$ cm. A vizsgálat során feltétel volt az együttműködési készség, illetve a kiskorú gyermekek részéről a szülői hozzájárulás a vizsgálatához. A részvétel önkéntes volt, felkérés alapján. Kizáró okok között szerepelt a többszörös mozgásszervi műtét, illetve a diagnosztizált mozgássérültség.

A műszeres mérést előzetes vizsgálat előzte meg, melynek célja a futópadon történő balesetek elkerülése és a főbb mozgásszervi eltérések feltérképezése, szűrése. A vizsgálatokban részt vettek mozgásszervi deformitásokkal rendelkező és nem rendelkező személyek, mindkét csoportban. A főbb mozgásszervi deformitások a scoliosis, lúdtalp, tartáshibák, genu varum,

genu valgum voltak.

A vizsgálatok során a sajátos nevelési igényű diákok köréből kizártunk 7 főt az alábbi okokból:

- többszörös mozgásszervi műtét, születési rendellenességből fakadóan
- többszörös mozgásszervi műtét, baleset okán
- együttműködés hiánya, mely kognitív eltérésekre vezethető vissza
- Romberg teszt elvégzésének teljes sikertelensége
- Trendelemburg teszt elvégzésének teljes sikertelensége

4.2 Előzetes vizsgálatok, szűrések

Ezekre a vizsgálatokra a mérések megkezdése előtt került sor. A tesztek kivitelezését minden esetben magyarázat és bemutatás előzte meg. Amennyiben a vizsgálati személy nem értette meg a feladatot, az újra magyarázatra és bemutatásra került. Célja, hogy kiszűrjessük:

- azokat a mozgásszervi rendellenességeket, melyek balesetveszélyt okozhatnak,
- mozgásszervi fogyatékkal élőket.

4.2.1 Romberg teszt

A vizsgálat során a tesztalany 20 sec időtartamig a lehető legstabilabb pozícióban, álló helyzetben, karjait előre nyújtva áll. A teszten - Romberg szerint -, amennyiben nyitott szemmel túl nagy mértékű a vizsgált személy kilengése jelentheti, hogy a cerebellum működésének zavarával állunk szemben.

A teszt során a vizsgálatvezető ingermentes környezetet biztosít. Amennyiben a vizsgálati személyt bármi megzavarja és a teszt megszakad, így újra kell indítani. Fontos, hogy a vizsgált személy figyelmét semmi körülmény nem vonhatja el. Ügyelni kell, hogy amennyiben elszédül, elesés közeli helyzetbe kerül a tesztalany, a tesztet meg kell szakítani.

Mivel kutatások szerint egyes mentális betegségek megnövelhetik az elesés kockázatát, ezért amennyiben a teszt kivitelezése nem sikerül az alanynak, a további vizsgálatokban nem vehetett részt (Chiba, és mtsai., 2009).

4.2.2 Trendelemburg teszt talajon

A teszt során a vizsgált személyt megkérjük, hogy hajlítsa be térdét, emelje fel egyik lábát és álljon így 30 másodpercig. Amennyiben nem volt képes a gyakorlatot végrehajtani, vagy

pozitív, nagymértékű Trendelemburg- tünetet mutatott, a mérésből kizártuk a személyt a sérülésveszély minimalizálása végett.

A teszt, mint általános egyensúly és izomerő teszt elvégzését azért tartottuk fontosnak, mert pozitív, nagymértékű Trendelemburg-tünet esetén -, ha a vizsgált személy az abduktor gyengesége miatt nem képes megőrizni egyensúlyát - valós veszély lehet, hogy nem tudja majd egy esetleges egyensúlyvesztés esetén korrigálni testhelyzetét a futópadon (Gogu & Gandbhir., 2022).

4.3 Mérőműszer és rendszer

Az eljárási protokoll és szoftver a Mobile Motion Lab Kft. tulajdona, melyet a Váci Tankerületi Központhoz tartozó Cházár András Egységes Gyógypedagógiai Módszertani Intézmény, Óvoda, Általános Iskola, Szakiskola, Készségfejlesztő Iskola, Kollégium, Fejlesztő Nevelést-Oktatást Végző Iskola Pivár Ignác Tagintézménye használ a cég együttműködésével és támogatásával. A mérőműszer rendszerben működik, melynek részei és jellemzői:

- a) Laptop, Lenovo ThinkPad L15, Windows 10 operációs rendszerrel és Mobile Motion Lab mozgáselemző szoftverrel telepítve
- b) Mobiltelefon, Xiaomi Redmi Note 8T, gyorsulásmérő szenzorral, Mobile Motion Lab applikációval telepítve
- c) SportsArt 6300 futópád, 4 LE teljesítményű villanymotorral
- d) Magasságmérő
- e) Testsúly mérleg

A mérések elvégzéséhez stabil internet kapcsolat szükséges, ezt az iskolában található kódolt wifi hálózattal oldottuk meg. A mobiltelefon alkalmasságát a Mobile Motion Kft. által biztosított szoftverrel vizsgáltuk, mely a vizsgálati program alapján a mérések elvégzésére alkalmasnak bizonyult.

A mérés során a szoftver mozgási energiákkal számol, ezen adatok a programból kerülnek kinyerésre, értékei abszolút összegként szerepelnek egy lépésre kivetítve. Az értékében a lassító és gyorsító fázis egyaránt szerepel, összegük adja az energia nagyságát Joule-ban kifejezve.

A program kiszámolja a vertikális, sagittális, horizontális és az összesített mozgási energiák átlagértékét, ezeket adatbázisban rögzíti. (<https://mml.science/>, 2022) A szoftver mérési adatai szerint a tipikus mozgásnak megfelelő mozgási-energiaértékek 4 km/h sebességnél:

- Vertikális irányban: bal oldalon 63.51 - 169.69, jobb oldalon 63.13 - 163.91 J
- Saggitalis irányban: bal oldalon 54.71 - 129.68 J, jobb oldalon 53.58 - 127.8 J
- Horizontális irányban: bal oldalon 17.42 - 82.77 J, jobb oldalon 13.43 - 80.74 J
- Összesített mozgási energia: bal oldalon: 164.13 - 353.4 J, jobb oldalon 163.10 - 339.49 J

A szoftverben 8 km/h sebességre nincs megadva és kalkulálva tipikus mozgásnak megfelelő mozgási-energiaérték. (<https://mml.science/>, 2022)

4.4 Mérés menete

A teljes vizsgálati protokoll kialakítása a Mobile Motion Lab. Kft. mérési folyamata szerint történt, mely alapján minden esetben előzetes felmérés előzte meg a vizsgálatot, ahol a résztvevőket előszűrtük a balesetek és sérülések elkerülése érdekében. Mivel a futópad használata fokozott figyelmet igényel és a mérések során sajátos nevelési igényű gyermekekkel is dolgozunk, ennek szükségét éreztük.

Az előzetes egyeztetések alapján minden, mérésben résztvevő személy kipihent állapotban jelent meg, minimum 24 órája nem vehettek be fájdalomcsillapító gyógyszereket sem. A mérések a Pivár Ignác Iskola gyógytestnevelés termében felállított laborban folytak.

Amennyiben a vizsgálati alany megfelelt a szűrésen, a méréseket elvégeztük. A méréshez szükséges testsúly és magasságmérés is, melyeket közvetlenül a mozgáselemzés elvégzése előtt valósítottunk meg.

A teljes mérési procedura lefolytatásához a laptopon és a mobiltelefonon is elindítottuk a mozgásdiagnosztikai programot. A szoftverben regisztráltuk a testmagasságot és a testsúlyt, melyek a programon belüli számításokhoz szükségesek. Ezt követően a vizsgálati alany derekára a gerincoszlopon, az os sacrum magasságában felerősített deréktáskában elhelyeztük a mobiltelefont az elindított mérési szoftverrel. Ezt a pontot, az aszimmetriák vizsgálatához, megfeleltetése okán jelöltük ki (Cristina Ferrario, 2022).

A mozgáselemzés indítása előtt minden esetben lehetőséget biztosítottunk a futópadon történő járás és futás kipróbálásához. A mérési procedura azután indult, amikor a vizsgált személy ehhez hozzájárulását adta.

A mérések két sebességen történtek. Egyrészt 4 km/h sebességű járást, másrészt pedig 8 km/h sebességen történő futást vizsgáltuk, egymás utáni, folyamatos mérésekkel és

sebességváltoztatással. A sebesség növelése előtt ezt jeleztük a vizsgálati alanyak, az elemzésben csak a stabil sebességen történt mozgást elemeztük, a gyorsítási fázisokat nem. Mindkét sebességtartományban a minimálisan elemezhető idő 30 másodperc, ezt figyelembe véve a vizsgálati idő - járásban és futásban egyaránt - egy – egy perc volt. A minimálisat meghaladó mérési idő esetleges változásai és különbségei a mérési eredményeket nem befolyásolják.

Amennyiben bárki nem tudta teljesíteni 8 km/h sebességű futást, vagy bármilyen okból a megszakítását kérte a vizsgálatnak csak az addig felvett eredményeivel dolgoztunk tovább az adatok kiértékelésekor.

A vizsgálat megszakítását kérhette a vizsgálati személy szóban, karjelzéssel, illetve saját maga is leállíthatta a futópád vészgombjával. Ezen felül a vizsgálatvezetőnek is fontos feladata volt, hogy amennyiben problémát, vagy veszélyt észlelt a mérést szintén beszüntethette.

A mérési procedúrát követően a mobiltelefonos szenzor leszerelésre, az adatok szinkronizálásra kerültek. Az adatok a zárt rendszer és az adatvédelem miatt nem nyerhetők ki sem adatbáziskezelő által, sem SQL lekérdezéssel, tehát minden esetben manuális módszerrel kerültek rögzítésre, többszörös ellenőrzéssel.

4.5 Statisztikai módszerek

A mérések során vizsgált adatokból átlag értéket, gyakoriságot, leíróstatisztikai elemzést, kereszttáblaelemzést, valamint kvantitatív különбözőségvizsgálatot végeztünk. A szignifikancia vizsgálatához független mintás t-próbát alkalmaztunk. A szignifikancia-szint minden esetben $p < 0.05$. Az adatok kiértékelését SPSS 22.0 elemző szoftverrel végeztük.

5 Eredmények

5.1 Vertikális irányú mozgási energiák 4 km/h sebességnél

A mozgási energiák átlag értéke az atipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $230,36 \pm 35,38$ J, míg a jobb oldalon $216,5 \pm 28,25$ J nagyságú volt.

A mozgási energiák átlag értéke a tipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $139,64 \pm 15,85$ J, míg a jobb oldalon $141,62 \pm 18,26$ J nagyságú volt.

Bal oldalon $p = 0,003$, míg jobb oldalon $p = 0,021$ tehát a különbség mindkét oldalon szignifikáns. Vertikális irányban a mozgási energiák aszimmetriája szignifikánsan nagyobb az atipikusan fejlődő csoportban, mint a tipikusan fejlődő csoportban.

Az adatokból látható, hogy míg a tipikusan fejlődő csoport átlagolt mozgási energiái a szoftver szerinti megfelelő értéken belül vannak, addig az atipikus fejlődésű vizsgálati csoport ezen kívül esik.

5.2 Sagittális irányú mozgási energiák 4 km/h sebességnél

A mozgási energiák átlag értéke az atipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $77,02 \pm 9,2$ J, míg a jobb oldalon $67,62 \pm 7,72$ J nagyságú volt.

A mozgási energiák átlag értéke a tipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $96,82 \pm 9,68$ J, míg a jobb oldalon $98,17 \pm 11,85$ J nagyságú volt.

Bal oldalon $p=0,326$, míg jobb oldalon $p=0,974$ tehát a különbség egyik oldalon sem szignifikáns. Sagittális irányban a mozgási energiák aszimmetriája nem szignifikáns.

Az adatokból látható, hogy a tipikusan és az atipikusan fejlődő csoport átlagolt mozgási energiái egyaránt a szoftver szerinti megfelelő értéken belül vannak. Az atipikusan fejlődő csoport alacsonyabb értékeket ért el.

5.3 Medio-laterális irányú mozgási energiák 4 km/h sebességnél

A mozgási energiák átlag értéke az atipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $69,95 \pm 13,91$ J, míg a jobb oldalon $68,98 \pm 11,15$ J nagyságú volt.

A mozgási energiák átlag értéke a tipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $54,25 \pm 6,71$ J, míg a jobb oldalon $51,6 \pm 6,81$ J nagyságú volt.

Bal oldalon $p=0,055$, míg jobb oldalon $p=0,052$ tehát a különbség egyik oldalon sem szignifikáns. Medio-laterális irányban a mozgási energiák aszimmetriája nem szignifikáns.

Az adatokból látható, hogy a tipikusan és az atipikusan fejlődő csoport átlagolt mozgási energiái egyaránt a szoftver szerinti megfelelő értéken belül vannak. Az atipikusan fejlődő csoport oldalirányú testlengése magasabb volt a tipikusan fejlődő csoport testlengéséhez képest.

5.4 Összesített mozgási energiák 4 km/h sebességnél

A mozgási energiák átlag értéke az atipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $377,36 \pm 52,49$ J, míg a jobb oldalon $350,45 \pm 39,71$ J nagyságú volt.

A mozgási energiák átlag értéke a tipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $281,54 \pm 22,88$ J, míg a jobb oldalon $296,96 \pm 23,63$ J nagyságú volt.

Bal oldalon $p=0,004$, míg jobb oldalon $p=0,023$ tehát a különbség mindkét oldalon szignifikáns.

Az összesített mozgási energiák aszimmetriája szignifikánsan nagyobb az atipikusan fejlődő csoportban, mint a tipikusan fejlődő csoportban.

Az adatokból látható, hogy míg a tipikusan fejlődő csoport átlagolt mozgási energiái a szoftver szerinti megfelelő értéken belül vannak, addig az atipikus fejlődésű vizsgálati csoport ezen kívül esik, értékeik magasabbak.

5.5 Vertikális irányú mozgási energiák 8 km/h sebességnél

A mozgási energiák átlag értéke az atipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $2137,33 \pm 307,95$ J, míg a jobb oldalon $2210,61 \pm 321,62$ J nagyságú volt.

A mozgási energiák átlag értéke a tipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $2620,95 \pm 183,54$ J, míg a jobb oldalon $2372,79 \pm 167,76$ J nagyságú volt.

Bal oldalon $p=0,03$, míg jobb oldalon $p=0,01$ tehát a különbség mindkét oldalon szignifikáns. Vertikális irányban a mozgási energiák aszimmetriája szignifikánsan nagyobb az atipikusan fejlődő csoportban, mint a tipikusan fejlődő csoportban.

Mindkét csoport mozgási energiáinak átlaga vertikális irányban bal oldalon 2344,6 J, míg jobb oldalon 2280,11 J értékű volt. A mérések során az atipikusan fejlődő csoport ezen átlag alatti átlagértéket ért el, míg a tipikusan fejlődő csoport átlagérték feletti mozgási energiát ért el mindkét oldalon.

5.6 Sagittális irányú mozgási energiák 8 km/h sebességnél

A mozgási energiák átlag értéke az atipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $432,65 \pm 72,71$ J, míg a jobb oldalon $408,78 \pm 81,86$ J nagyságú volt.

A mozgási energiák átlag értéke a tipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $288,97 \pm 27,5$ J, míg a jobb oldalon $243,28 \pm 29,39$ J nagyságú volt.

Bal oldalon $p=0,000$, míg jobb oldalon $p=0,002$ tehát a különbség mindkét oldalon szignifikáns. Sagittális irányban a mozgási energiák aszimmetriája szignifikánsan nagyobb az atipikusan fejlődő csoportban, mint a tipikusan fejlődő csoportban.

Mindkét csoport mozgási energiáinak átlaga sagittális irányban bal oldalon 371,07 J, míg jobb oldalon 337,85 J értékű volt. A mérések során az atipikusan fejlődő csoport ezen átlag feletti átlagértéket ért el, míg a tipikusan fejlődő csoport átlagérték alatti mozgási energiát ért el mindkét oldalon.

5.7 Medio-laterális irányú mozgási energiák 8 km/h sebességnél

A mozgási energiák átlag értéke az atipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $197,95 \pm 49,76$ J, míg a jobb oldalon $193,56 \pm 34,52$ J nagyságú volt.

A mozgási energiák átlag értéke a tipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $248,34 \pm 41,71$ J, míg a jobb oldalon $241,27 \pm 31$ J nagyságú volt.

Bal oldalon $p=0,61$, míg jobb oldalon $p=0,573$ tehát a különbség egyik oldalon sem szignifikáns. Medio-laterális irányban a mozgási energiák aszimmetriája nem szignifikáns.

Mindkét csoport mozgási energiáinak átlaga medio-laterális irányban bal oldalon $219,55$ J, míg jobb oldalon $214,01$ J értékű volt. A mérések során az atipikusan fejlődő csoport ezen átlag alatti átlagértéket ért el, míg a tipikusan fejlődő csoport átlagérték feletti mozgási energiát ért el mindkét oldalon.

5.8 Összesített mozgási energiák 8 km/h sebességnél

A mozgási energiák átlag értéke az atipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $2768,06 \pm 403,01$ J, míg a jobb oldalon $2812,97 \pm 409,2$ J nagyságú volt.

A mozgási energiák átlag értéke a tipikusan fejlődő csoportban bal oldalon $3166,19 \pm 208,77$ J, míg a jobb oldalon $2861,26 \pm 185,74$ J nagyságú volt.

Bal oldalon $p=0,009$, míg jobb oldalon $p=0,003$ tehát a különbség mindkét oldalon szignifikáns. Az összesített mozgási energiák aszimmetriája szignifikánsan nagyobb az atipikusan fejlődő csoportban, mint a tipikusan fejlődő csoportban.

Mindkét csoport összesített mozgási energiáinak átlaga bal oldalon $2938,69$ J, míg jobb oldalon $2833,67$ J értékű volt. A mérések során az atipikusan fejlődő csoport ezen átlag feletti átlagértéket ért el mindkét oldalon, míg a tipikusan fejlődő csoport bal oldalon átlagérték feletti, jobb oldalon pedig átlagérték alatti mozgási energiát ért el.

6 Hipotézisek bevalásának vizsgálata

Az első hipotézisünk helytálló, a tipikus és atipikus fejlődésű vizsgálati alanyok vertikális irányú mozgási energiái 4 km/h és 8 km/h sebességnél is szignifikánsan eltérő értékeket mutattak.

A második hipotézisünk részben helytálló, a tipikus és atipikus fejlődésű vizsgálati alanyok sagittális irányú mozgási energiái 4 km/h sebességnél nem mutattak szignifikáns eltérést,

ellenben 8 km/h sebességnél szignifikáns eltérést tapasztaltunk.

A harmadik hipotézisünket elvetjük, mert a tipikus és atipikus fejlődésű vizsgálati alanyok medio-laterális irányú mozgási energiái 4 km/h és 8 km/h sebességnél nem mutattak szignifikáns eltérést.

A negyedik hipotézisünk helytálló, a tipikus és atipikus fejlődésű vizsgálati alanyok összesített mozgási energiái 4 km/h és 8 km/h sebességnél is szignifikánsan eltérő értékeket mutattak.

7 Összefoglalás

Szakirodalmi áttekintés és szubjektív tapasztalatok során azt érzékeltük, hogy a tipikusan és atipikusan fejlődő populáció járásának jellemzői között eltérés lehet. A vizsgálat célja az volt, hogy feltételezésünket objektíven mérhető adatokkal tudjuk alátámasztani. A vizsgálat során 4 km/h és 8 km/h sebességnél, a sacrumra erősített szenzorral mértük a vertikális, sagittális, horizontális irányú és az összesített mozgási energiákat. A mérés során a tipikus és atipikus fejlődésű vizsgálati alanyok mozgási energiáit elemeztük. A vizsgálat elvégzésére Mobile Motion Lab mérési rendszert alkalmaztunk, futópados felméréssel. A statisztikai adatelemzések során bizonyossá vált, hogy a két vizsgálati csoport járása és futása között különbség van. Következtetésünk szerint a vizsgálatokat célszerű lenne kiterjeszteni az egyes tünetcsoportokra is, különös tekintettel az autizmus spektrumzavarra és a Down szindrómára. Ezen eredmények feltételezésünk szerint segítségre lehetnek az egyes rendellenességekre kialakított mozgásterápiák tovább gondolásában is.

8 Felhasznált irodalom

2011. évi CXCV. törvény 25. bekezdés (2011).

Atalay, K. G. (2018). *Static and Dynamic Balance in Children With Dyslexia*. Marmara University.

Benczúr Miklósné. (2011). A szomatopedagógia kapcsolata a gyógypedagógia speciális pedagógiáival. *Gyógypedagógiai Szemle*.

C. Z. C. Hasan, R. J. (2018). Vertical Ground Reaction Force Gait Patterns During Walking in Children with ASD. *International Journal of Engineering*.

C.H. Geurts, L. S.-d. (2013). Clinical measures are feasible and sensitive to assess balance and gait capacities in older persons with mild to moderate Intellectual Disabilities. *ScienceDirect*.

- Catherine J Stoodley 1, A. J. (2005). *Impaired balancing ability in dyslexic children* .
- Chiba, Y., Shimada, A., Yoshida, F., Keino, H., Hasegawa, M., Ikari, H., . . . Hosokawa, M. (2009). Risk of Fall for Individuals With Intellectual Disability.
- Cristina Ferrario, C. C. (2022). Energy analysis of gait in patients with down syndrome.
- Dunás-Varga Ildikó, B. B. (2021). Az értelmi akadályozottság változó interdiszciplináris értelmezése és kontextusa. *Gyógypedagógiai szemle*.
- Egészségügyi Szakmai Kollégium Rehabilitáció, F. m. (2018). *REHABILITÁCIÓS ELLÁTÁSI PROGRAMOK SZABÁLYKÖNYV*.
- Emck, J. F. (2018). Balance Performance in Autism.
- Finlayson, D. J. (2016). *Injury and Fall Prevention for People with Learning Disabilities*. Glasgow Caledonian University.
- Förhécz_Noémi, K. B.–C. (2021. április–szeptember). *Használható és hatékony? –Az Alapozó Terápia evidenciái és alkalmazásának lehetősége értelmileg akadályozott gyermekek fejlesztésében*. Gyógypedagógiai Szemle.
- Friedrich M, G. H. (2008). Influence of pathologic and simulated visual dysfunctions on the postural system. *Exp Brain Res*.
- Gogu, S., & Gandbhir., V. N. (2022). Trendelenburg Sign. *National Library of Medicine*.
- Hee-Kyoung Jung, E. C.-H. (2017). *A comparison of the balance and gait function between children with Down syndrome and typically developing children* .
<https://demoszthenesz.hu/magazin/mi-is-az-a-diszlexia/>. (.).
<https://mml.science/>. (2022).
https://www.ksh.hu/stadat_files/okt/hu/okt0006.html. (dátum nélk.).
- Karin Gepp, P. —B. (2022). *Postural Sway: How ADHD and Anxiety May Manifest in the Body*.
- Kopper. (2017). Mozgástanulás és szabályozás.
- Kopper, B. D. (2021). Biomechanika, Munka - Energia.
- Lívájk_Emília. (2021). *A gyermekek rabszolgái, vagy urai a reflexeiknek?* Tokaj Hegyalja Egyetem Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Neveléstudományi Doktori Iskola.

- Magyar, O. M. (2014). *Járásvizsgálat fiatal egészséges személyeken, valamint meniscectomia pre- és posztoperatív időszakában*. Budapest: Semmelweis Egyetem Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola.
- Matteo Zago, N. A. (2020). Gait and postural control patterns and rehabilitation in Down syndrome. *The Journal of Physical Therapy Science*.
- Mayer. (2011). AMPUTÁLTAK TESTTUDATA ÉS ÁLLÁSBIZTONSÁGA.
- Nagy, E. (2008). *A poszturális kontroll és a fizikai aktivitás kapcsolata*. Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar Élettani Intézet.
- Nagy, E. (2017). *Neuroverzsum: a motoros kontroll, mint a rehabilitáció alapja*. Szegedi Tudományegyetem.
- Pavlik. (2013). *Dr. Pavlik Gabor: Elettan-Sportelettan. Medicina*. Budapest: Medicina.
- Révész, K. K. (2018). *Révész-Kiszela Kinga: Intervenciós program hatása az iskolaérettségre a tanulási- és motoros képességek tükrében*. Eger.
- Stamatis Agiovlasitis, J. Y.-Y. (2013). Gait Transitions of Persons With and Without Intellectual Disability.
- Tihanyiné Hős, A. B. (2004). Statikus és dinamikus egyensúlyérzék középkorú nőknél. *Sporttudományi Szemle*.
- www.katped.hu. (). *Katped*. Forrás: Katolikus Pedagógiai Intézet:
<https://www.katped.hu/sajtofigyelo-pedagogia-pszichologia/a-siker-es-iras-olvasas-szamolastanulas-alapja-a-nagymozgasok-meglete>