

A gyermekkori gerincdeformitások vizsgálata kisiskolások körében: a gerinc alakjának meghatározása és állásstabilitás vizsgálatok

Doktori tézisek

Takács Mária

Testnevelési Egyetem
Sporttudományok Doktori Iskola



Témavezető: Dr. Kiss Rita M. egyetemi tanár, DSc

Hivatalos bírálók: Lángné Dr. Lázi Márta egyetemi docens

Dr. Viola Sándor Az orvostudomány kandidátusa

Szigorlati bizottság elnöke: Dr. Tretter László egyetemi tanár, DSc

Szigorlati bizottság tagjai: Dr. Tihanyi József rector emeritus, DSc

Dr. Szőke György egyetemi tanár, DSc

Budapest

2019

1. BEVEZETÉS

A gyermekortopédia egyik fontos területe a tartási rendellenességgel és a gerincdeformitással élő gyermekek gondozása, kezelése. A prevencióban fontos szerepe van az egyénre szabott gyógytestnevelésnek, gyógytornának, de az iskolai testnevelés során is meghatározó az életkori sajátosságok figyelembevétele. Ehhez elengedhetetlen a gerinc alakjának numerikus rögzítése. A röntgenfelvételek csak strukturális elváltozások (pl. scoliosis, Scheuermann-kór) gyanúja esetén készíthetők, tartási rendellenesség esetén ez nem elfogadott. A Scoliosis Ortopédiai és Rehabilitációs kezelésével foglalkozó Nemzetközi Tudományos Társaság (SOSORT) ajánlása alapján a noninvazív mérőrendszereknek fontos szerepük van scoliosisban szenvedő gyermekek utánkövetésében is, így a sugárterheléssel nem járó alternatív eszközök használatát előtérbe kell helyezni. Az ismert noninvazív vizsgálóeszközök sugárterhelés nélkül a bőrön keresztül képesek a gerinc görbületeinek meghatározására. A Zebris ultrahangalapú mozgásvizsgáló rendszer (Zebris Medizintechnik GmbH, Isny, Németország) elterjedt mérőeszköz, amely nemcsak alsó és felső végtag mozgásait leíró jellemzők meghatározására, hanem a WinSpine programcsomag segítségével képes a processus spinosusok térbeli helyzetének meghatározására, amelyből a gerincgörbületek értékei számíthatók.

2. CÉLKITŰZÉSEK

A kutatásom fő célja annak megállapítása, hogy a gyermekkori hanyag testtartás hogyan befolyásolja a gerinc görbületeit és az egyensúlyozó képességet. A kutatás része a Zebris noninvazív gerincvizsgáló módszer hitelesítése helyes testtartású és gerincferdüléssel kezelt gyermekek esetén, valamint a gerincgörbületek normálértékeinek meghatározása. A kutatás megkezdésekor az alábbi célokat tűztem ki a vizsgálatba bevont gyermekek esetében:

1. A Zebris ultrahangalapú gerincvizsgáló módszer megbízhatóságának és a mérések megismétlési pontosságának vizsgálata helyes testtartású és scoliosisban szenvedő gyermekek esetén.

2. A Zebris ultrahangalapú gerincvizsgáló módszer validálása tradicionális röntgenfelvételeken Cobb-módszerrel meghatározott gerincgörbületi értékekkel.
3. Iskoláskorú gyermekek sagittalis síkú gerincgörbületi értékeinek meghatározása Zebris ultrahangalapú gerincvizsgáló módszerrel (az életkor és a testmagasság hatásának elemzése a gerinc sagittalis síkú görbületeire).
4. Gyermekkori hanyag testtartás hatásának elemzése az állásstabilitásra.

3. VIZSGÁLT SZEMÉLYEK, MÓDSZEREK

Vizsgálatainkat több csoporton végeztük el.

- A Zebris ultrahangalapú gerincvizsgáló módszer megbízhatóságának és a mérések megismétlési pontosságának vizsgálata 20 helyes testtartású gyermek és 23 scoliosisban szenvedő lány részvételével történt.
- A Zebris ultrahangalapú gerincvizsgáló módszer validálása tradicionális röntgenfelvételeken Cobb módszerrel meghatározott gerincgörbületi értékekkel 19 scoliosissal kezelt gyermek részvételével történt.
- Iskoláskorú gyermekek sagittalis síkú gerincgörbületi értékeinek meghatározása Zebris ultrahangalapú gerincvizsgáló módszerrel 129 alsó tagozatos gyermek részvételével történt.
- Gyermekkori hanyag testtartás hatása az állásstabilitásra 113 helyes testtartású és 68 hanyag testtartású gyermek részvételével történt.

A komplex vizsgálathoz szükséges mérőberendezések a mozgásszervi szakkórházként működő, Szolnoki MÁV Kórház és Rendelőintézet Biomechanikai Laboratóriumában álltak rendelkezésre.

3.1. Fizikális ortopédiai vizsgálat

A klinikai fizikális vizsgálatokat ortopéd szakorvos vezetésével a Biomechanikai Laboratóriumban végeztük. A szakorvosi lelet minden esetben kitért a testtartás

jellemzőire és a láb állapotára: Az ortopéd szakorvosi fizikális vizsgálat minden esetben a Zebris ultrahangalapú gerincvizsgáló módszerrel végzett vizsgálat előtt történt.

3.2. Radiológiai vizsgálat (csak scoliosissal kezelt gyermekeknél)

A teljes gerincről tradicionális kétirányú, álló helyzetű (posterior-anterior és lateralis) digitális röntgenfelvételek készültek a szolnoki MÁV Kórházban Siemens Luminous Fusion Digital X-ray (2015/31030) eszközzel. Posterior-anterior (PA) sugárirányú röntgenfelvétel elkészítése alkalmával a gyermekeket megkértük, hogy a vizsgálat alatt természetes egyenes testtartást vegyenek fel, a karjukat lazán a törzsük mellett tartsák.

A sagittalis síkú görbületek értékeléséhez a röntgenfelvételek készítése során az oldalirányú röntgensugár balról jobbra irányult. A vizsgált gyermeket megkértük, hogy a karjait sagittalis síkban 45°-ban emelje előre, majd az ellentétes oldali könyökét a kezével fogja meg. A röntgenfelvételek kiértékelése során a Cobb-módszert használtuk.

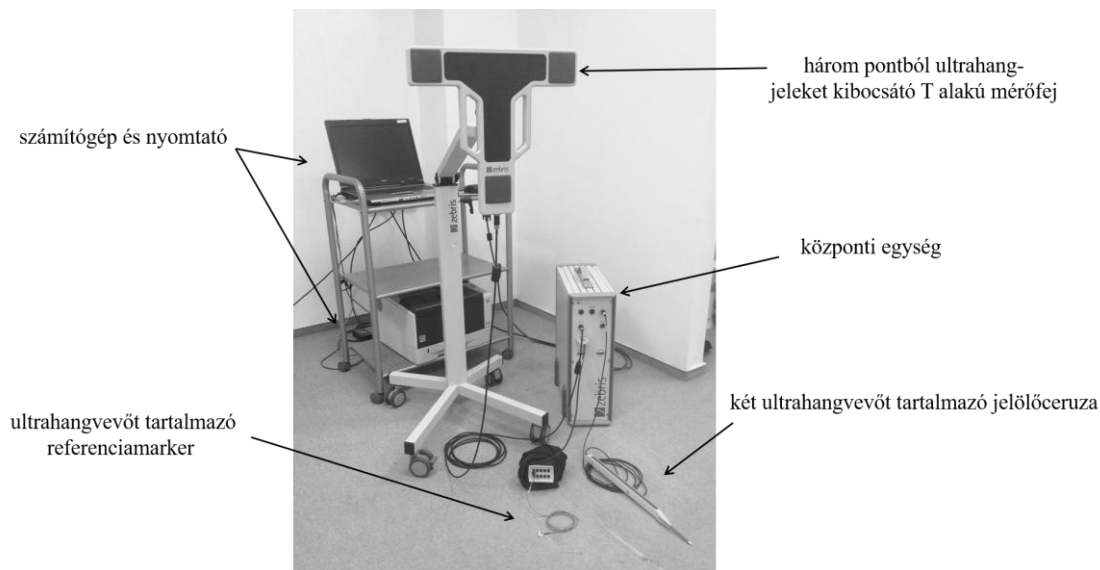
3.3. A gerinc alakját jellemző sagittalis és frontalis síkú gerincgörbületek értékének meghatározása Zebris ultrahangalapú gerincvizsgáló módszerrel.

3.3.1. A méréshez használt eszközök bemutatása

A gerinc alakját jellemző szögértékek meghatározásához a processus spinosusok térbeli helyzetét, természetes, egyenes állás közben ultrahangalapú, Zebris CMS-HS mozgásvizsgáló rendszerrel (Zebris Medizintechnik GmbH, Isny, Németország) rögzítettük, amelynek részei: három pontból ultrahangjeleket kibocsátó T alakú mérőfej, központi egység az ultrahang előállításához, ultrahangalapú vevőt tartalmazó referenciamarker a medence mozgásainak kiszűrésére, két ultrahangalapú vevőt tartalmazó jelölőceruza a processus spinosus térbeli helyzetének megadásához, számítógép és nyomtató az adatok feldolgozásához és nyomtatásához (1. ábra).

A mérőfejben lévő érzékelők meghatározott időközönként ultrahangjeleket bocsátanak ki, amelyeket a vevők rögzítenek. A mérés frekvenciája 100 Hz. Az adott hőmérsékletnek megfelelő, ismert ultrahangsebességből és a mért terjedési időből

minden egyes érzékelő és a mérőfej adói közötti távolság számítható. A vevők térbeli koordinátája a mérés minden időpillanatában a mérőfej három adójának térbeli koordinátaiból, valamint a vevők és a mérőfej három érzékelője közötti távolságból a háromszögelés módszerével számítható. A számítási módszer az összes érzékelő esetén elvégezhető. Az érzékelők térbeli helyzetét és ebből a csigolyák tövisnyúlványának (processus spinosus) térbeli helyzetét a WinSpine mérésvezérlő program (Zebris Medizintechnik GmbH, Isny, Németország) rögzíti és numerikusan tárolja.



1. ábra

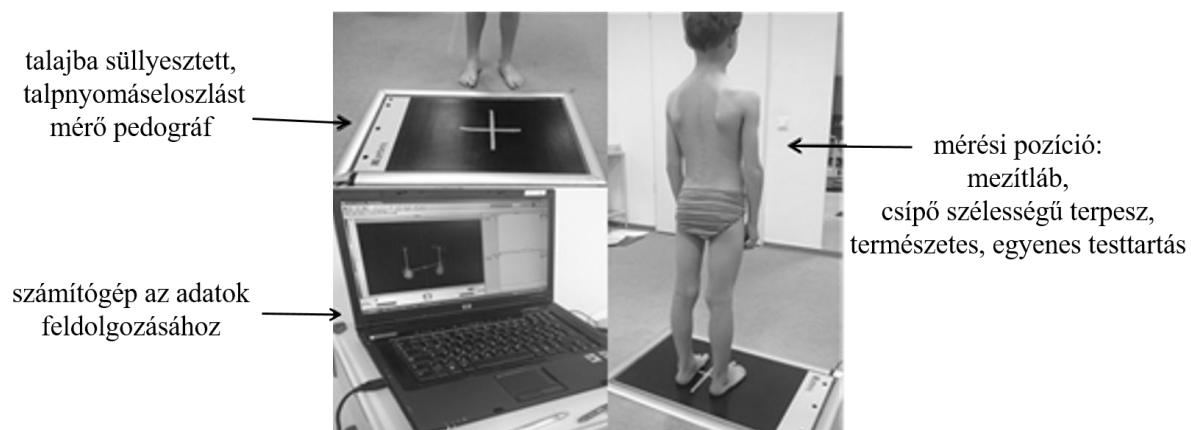
A Zebris CMS-HS ultrahangalapú mozgásvizsgáló rendszer részei

3.4. A gyermekkorú hanyag testtartás hatásvizsgálata az állástabilitásra

3.4.1. A méréshez használt eszközök bemutatása

A statikus állás során a testsúly a két alsó végtag között oszlik meg, és egy lábon belül is mérhető a testsúly megoszlása. A talaj-reakcióerő az emberi testsúly által talajra kifejtett erővel ellentétes irányú, de azonos nagyságú erő, amelynek a mérésére erőplatót (pedográf) használtunk (Newton III. törvénye alapján). A talp alatti nyomás eloszlása az erőplatóba épített kapacitív erőmérő érzékelőkkel határozható meg, amely a

talp egyes pontjainak az érzékelőkre kifejtett nyomását elektromos jellé alakítja. Az általunk használt Zebris PDM-S (Zebris GmbH, Isny, Germany) nyomáseloszlást mérő lap felülete 320x470 mm és összesen 1504 db kapacitív szenzort tartalmaz. A mérés frekvenciája a statikus vizsgálatnál 100 Hz. A vizsgálatot csak nyitott szemmel és két lábon állás közben végeztük el (2. ábra).



2. ábra

Talpnyomáseloszlás mérése

4. EREDMÉNYEK

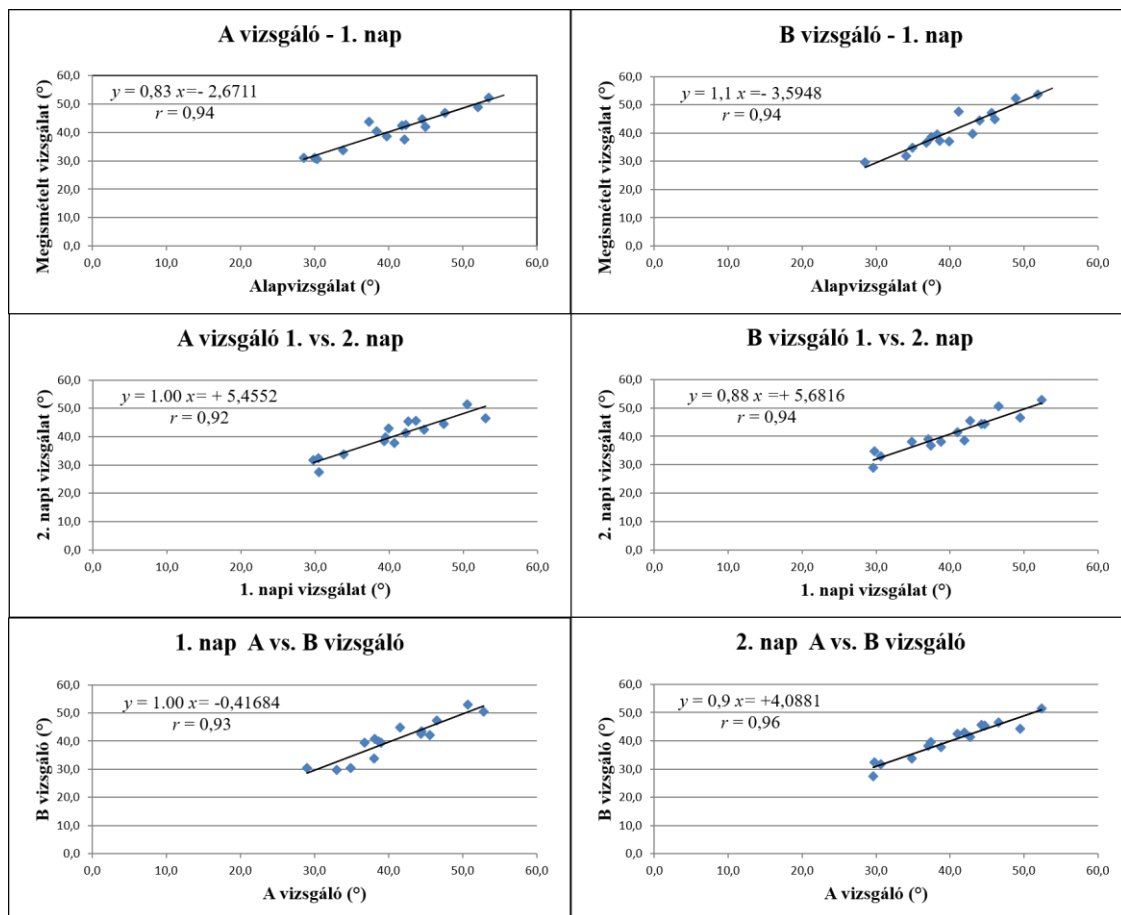
4.1. A Zebris ultrahangalapú gerincvizsgáló módszer megbízhatóságának és a mérések megismétlési pontosságának vizsgálata helyes testtartású és scoliosisban szenvedő gyermekek esetén

4.1.1. Helyes testtartású gyermekek

A regressziós vizsgálat eredményei alapján a korreláció mind a *TK* (0,90-0,97) (3. ábra), mind a *LL* esetén (0,96-0,99) kiváló, amelyet az egyhez közeli meredekség is alátámaszt (háti kyphosis: 0,83–1,11; ágyéki lordosis: 0,89–1,06). Szignifikáns különbséget az *LL* esetén az A vizsgáló 1. napi két vizsgálata között találtunk ($p=0,01$). Együttesen ez azt mutatja, hogy az ultrahangalapú gerincvizsgálat a gerinc alakját leíró háti kyphosis és ágyéki lordosis szögérték meghatározásához megbízható.

Ugyanazon vizsgáló által mért értékekből és a két vizsgáló által mért értékekből számított *TK* és *LL* paraméter megismétlési pontossága kiváló ($ICC \geq 0,934$). A *SEM* értékek is alacsonyak ($SEM \leq 1,743^\circ$), amelyek szintén a megismétlési pontosság kiválóságát mutatják.

A legrosszabb megismétlési pontosságot a lateralis inclinatio értékének meghatározásánál találtuk ($ICC \geq 0,204$, $SEM \leq 0,655$). A *TTI* esetén közepes (0,37–0,74), míg a *LI* esetén a gyenge korreláció (0,005–0,66), ami arra enged következtetni, hogy a gyermekek súlypontjuk állandó pozícióban tartása nem megfelelő. A *TTI* és *LI* esetén tapasztalt közepes és gyenge korreláció a regressziós egyenesek meredekségében (*TTI*: 0,52–0,99, *LI*: 0,004–0,69) szintén megmutatkozik. Ez alapján a *TTI* és *LI* értékeit mindig kritikusan kell szemlélni, különösen oda kell figyelni a helyes testtartás felvételének ellenőrzésére.



1. ábra

A TK szög megbízhatóságelemzése helyes testtartású gyermekek esetén (adattárak regressziós egyenesekkel és azok jellemzőivel)

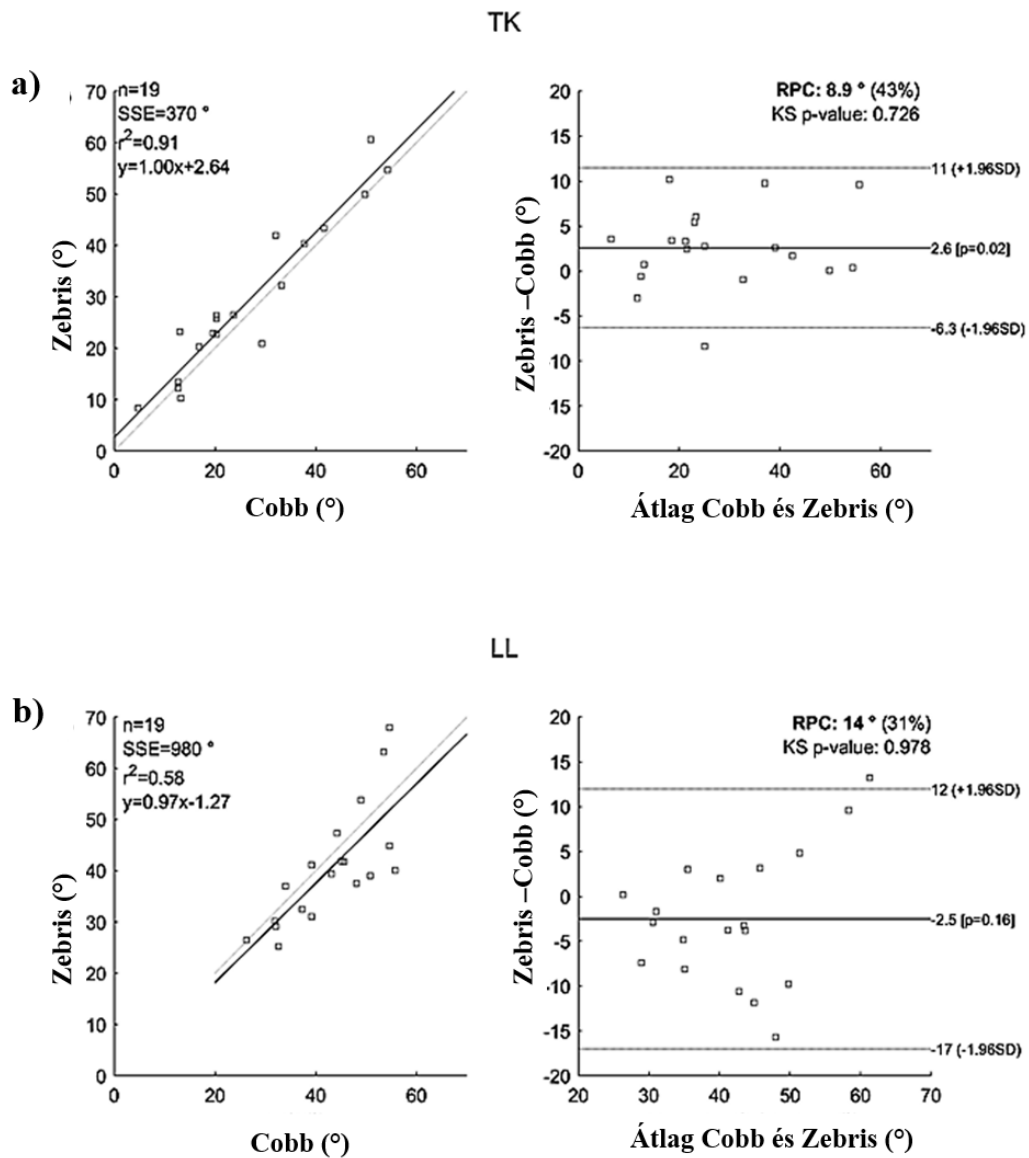
4.1.2. Scoliosisban szenvedő gyermekek

Az ugyanazon vizsgáló által mért értékekből és a két vizsgáló által mért értékekből számított TK, LL, TTI és LI paraméter megismétlési pontossága kiváló ($ICC \geq 0,793$). A SEM értékek is alacsonyak ($SEM \leq 3,865^\circ$), amelyek szintén a megismétlési pontosság kiválóságát mutatják. A legrosszabb megismétlési pontosságot a lumbalis lordosis értékének meghatározásánál találtuk ($ICC \geq 0,793$, $SEM \leq 2,127^\circ$).

4.2. A Zebris ultrahangalapú gerincvizsgáló módszer validálása tradicionális röntgenfelvételeken Cobb-módszerrel meghatározott gerincgörbületi értékekkel

Szignifikáns különbség mutatkozott a *TK* ($-2,6^\circ$, $p= 0.02$) és a *LSC* ($3,2^\circ$, $p= 0,02$) paraméterek esetén, ugyanakkor a különbség nem volt szignifikáns az *LL* ($2,5^\circ$, $p=0,16$) és *TSC* ($3,0^\circ$, $p= 0,05$) esetén. A Bland–Altman-módszerrel való összehasonlítás eredményeit külön elemeztük a sagittális (*TK*, *LL*) és a frontális síkban (*TSC*, *LSC*). A *TK* esetén a regressziós egyenes meredeksége $1,00$ és a regressziós egyenes tengelymetszet-értéke 5° alatti. A két módszerrel meghatározott *TK* értékek közötti korreláció szignifikáns ($p=0,000$) és kiváló ($r_{TK}= 0,95$) (4. ábra). Az *LL* paraméterhez illesztett regressziós egyenes tengelymetszet értéke azonban szignifikánsan nem nulla ($1,27^\circ$, $p= 0,002$), meredeksége egyhez közeli ($0,97$), és a korreláció szignifikánsan nagyon jó ($r_{LL}=0,76$, $p= 0,000$) (4. ábra).

A két módszerrel meghatározott *TSC* és *LSC* értékek közötti korreláció szignifikáns ($p=0,000$) és kiváló ($r_{TSC}= 0,85$, $r_{LSC}= 0,84$) a meredekség 1 alatt marad ($0,79$ és $0,71$), a regressziós egyenes tengelymetszet-értéke 5° alatti.



4. ábra

A két mérési módszerrel meghatározott sagittális síkú gerincgörbületek
Bland-Altman ábrája a) *TK*: thoracalis kyphosis, b) *LL*: lumbalis lordosis

4.3. Iskoláskorú gyermekek sagittalis síkú gerincgörbületi értékeinek meghatározása Zebris ultrahangalapú gerincvizsgáló módszerrel

4.3.1. A nemek szerinti vizsgálat eredményei

A testtartástól, kortól és magasságtól függetlenül a nemek hatását vizsgálva megállapítható, hogy a fiúk és lányok esetén a négy vizsgált szög (*TK*, *LL*, *TTI* és *LI*) átlaga szignifikánsan eltér. Ennek alapján a következőkben a fiúkat és a lányokat már külön-külön csoportként kezeljük.

4.3.2. A helyes testtartású és a hanyag testtartású csoport vizsgálati eredményei közötti különbség

A két csoport vizsgálatánál a fiúkat és a lányokat külön-külön csoportként kezeltük, de még kortól és magasságtól függetlenül.

A helyes- és hanyag testtartású *lányok* esetében *TK* ($F(1,563)= 4,794, p<0,05$) és *LL* ($F(1,563)= 5,50, p< 0,05$) értékek esetén az eltérés szignifikáns. A hanyag testtartású csoportban a *TK* értéke ($41,188\pm0,566$) szignifikánsan magasabb a helyes testtartású gyermekek átlagértékénél ($39,58\pm0,469$). *LL* esetén a helyes testtartású csoport átlaga ($34,157\pm0,582$) szignifikánsan magasabb, mint a hanyag testtartású csoport átlaga ($32,017\pm0,703$). A *TTI* ($F(1,563)= 0,022, p=0,881$) és *LI* ($F(1,563)= 0,002, p=0,964$) értékek esetén nincs szignifikáns eltérés a két csoport között.

A helyes - és hanyag testtartású *fiúk* esetében a lányokhoz nagyon hasonló eredményeket kapunk: *TK* ($F(1,356)= 6,773, p< 0,05$) és *LL* értékek esetén ($F(1,356)= 14,323, p< 0,05$) a különbség szignifikáns. A hanyag testtartású csoportban a *TK* értéke ($43,846\pm0,669$) szignifikánsan nagyobb a helyes testtartású csoport átlagértékénél ($41,479\pm0,616$). *LL* szög esetén a helyes testtartású csoport átlaga ($30,084\pm0,847$) szignifikánsan nagyobb, mint a hanyag testtartású csoport átlag értéke ($25,346\pm0,922$). A *TTI* ($F(1,356)= 0,035, p= 0,853$) az *LI* ($F(1,356)= 0,454, p= 0,501$) értékek esetén nincs szignifikáns eltérés.

4.3.3. Az életkor szerinti vizsgálat eredményei

Az életkor szerinti vizsgálatához a 6 és 15 év közötti gyermekekből 6 életkori csoportot alakítottunk ki. A 7 éves és annál fiatalabbak alkották az első csoportot, míg a 12 évesek és annál idősebbek alkották az utolsó csoportot, a közöttük lévő életkorokat évenként csoportosítottuk.

A lányok esetén mind a helyes testtartású csoportban, mind a hanyag testtartású csoportban az életkor a *TK* és *LI* szögek értékeit szignifikánsan, míg a *TTI* és *LL* szögértékeket szignifikánsan nem befolyásolta. Mind a helyes testtartás, mind a hanyag testtartás esetén a *TK* és *LI* szög értékét az életkor szignifikánsan befolyásolja: a *TK* szög értéke az életkor előrehaladtával szignifikánsan csökken, míg az *LI* szög értéke az életkor előrehaladtával szignifikánsan nő. A *TTI* szögértéket (helyes testtartású: $p=0,446$, hanyag testtartású: $p=0,284$) és *LL* szögértéket (helyes testtartású: $p=0,290$, hanyag testtartású: $p=0,917$) az életkor szignifikánsan nem befolyásolja.

A fiúk esetén a *TK* szög értékét (helyes testtartású: $p=0,815$, hanyag testtartású: $p=0,678$,) és *LL* szögértéket (helyes testtartású: $p=0,196$, hanyag testtartású: $p=0,114$) az életkor szignifikánsan nem befolyásolja. A helyes testtartású gyermekek csoportjában a *TTI* és *LI* szög az életkor előrehaladtával szignifikánsan nő, míg a hanyag testtartású gyermekek csoportjában e két szögértéket az életkor szignifikánsan nem befolyásolja (*TTI*: $p=0,065$, *LI*: $p=0,978$).

4.3.4. A magassági adatok vizsgálata nemenként és diagnózisonként, életkortól függetlenül

Helyes testtartású lányok esetén a *TTI* ($F(7,327)=0,971$, $p=0,452$) szög értékét a testmagasság szignifikánsan nem befolyásolja. A *TK* szög értéke a magasság növekedésével csökkenő tendenciát mutat, de ez nem szignifikáns ($F(7,327)=1,949$, $p=0,061$). Az *LL* ($F(7,327)=2,857$, $p<0,05$) és *LI* ($F(7,327)=2,128$, $p<0,05$) szögek értékei szignifikánsan függenek a testmagasságtól. A 130 cm-nél alacsonyabb gyermekek *LL* szög értéke szignifikánsan eltér a többi magassági csoport értékétől. Az *LI* szögérték a magasság növekedésével emelkedik, két homogén, egymástól szignifikánsan eltérő

csoport alakítható ki: a 150 cm és annál alacsonyabb és 150 cm-nél magasabb gyermekek csoportja.

Helyes testtartású fiúk esetében a vizsgálat mindezeknek ellentmond: a *TK* ($F(7,186)=2,764$, $p<0,05$) szög értékét a testmagasság szignifikánsan befolyásolja. A *TK* szög értéke a magasság növekedésével szignifikánsan nő, kivéve a 160 cm magasabb csoportot, amely szignifikánsan alacsonyabb a többi értékénél. Az *LL* ($F(7,186)=1,143$, $p=0,338$) és *LI* ($F(7,186)=1,867$, $p=0,077$) értékeket a testmagasság szignifikánsan nem befolyásolja. A *TTI* szög értéke ($F(7,186)=6,042$, $p<0,05$) a magasság növekedésével nő, de a változás nem szignifikáns.

Hanyag testtartású lányok esetén a *TK* szög értéke a magasság növekedésével csökken, de a változás nem szignifikáns *TK* ($F(7,222)=1,795$, $p=0,089$). Az *LL* ($F(7,222)=0,817$, $p=0,574$) szög esetén sem szignifikáns a különbség a magasságcsoportokban. Az *LI* szög értéke a testmagasság növekedésével növekszik, de a változás nem szignifikáns *LI* ($F(7,222)=1,294$). A *TTI* ($F(7,222)=2,091$, $p<0,05$) szög az egyetlen, amelyet a testmagasság szignifikánsan befolyásol a hanyag testtartású lányok esetén. A testmagasság növekedésével a *TTI* szög értéke nő, szignifikáns különbség a 135 cm-nél alacsonyabb és 160 cm-nél magasabb gyermekek esetén figyelhető meg.

4.4. A gyermekkori hanyag testtartás hatása az állásstabilitásra

A helyes testtartású és a hanyag testtartású csoport COP paraméterei közül szignifikáns különbségeket találtunk a két láb közötti terheléseloszlási különbség (*LDD*) ($p=0,021$) és a mediolateralis irányú közepes-magas frekvencia-teljesítmény arányban (*ML MHR*) ($p=0,002$). A többi paraméter esetén a különbség nem volt szignifikáns ($p\geq 0,108$). A nemek összehasonlításából látható, hogy kevés paraméter mutat különbséget, a COP-pálya hossza azonban szignifikánsan nagyobb a hanyag testtartású lányok esetében ($p=0,041$).

5. KÖVETKEZTETÉSEK, A KUTATÁS HASZNOSÍTÁSA A SPORTTUDOMÁNY TERÜLETÉN

Az elvégzett vizsgálatssorozat eredményei és azok értékelése alapján a következő új tudományos megállapítások tehetők a célkitűzések figyelembevételével:

1. A helyes testtartású és scoliosisban szenvedő gyermekek esetén a Zebris ultrahangalapú gerincvizsgáló módszerrel meghatározott, statikus testtartást jellemző gerincgörbületi szögek megismétlési pontossága kiváló. Ez alapján a módszer megbízható, az utánkövetésre megfelelő pontossággal használható. A *TTI* és *LI* megismétlési pontossága rosszabb, ennek oka vélhetően az, hogy gyermekek még nem képesek a súlypontjuk elmozdulását minimálisra csökkenteni, így a vizsgálatok végzésekor a helyes testtartás megtartására oda kell figyelni.
2. A Zebris ultrahangalapú gerincvizsgáló módszer validálása AIS-ben szenvedő gyermekeken statikus állásban, kétirányú gerinc röntgenfelvételeken Cobb módszerrel meghatározott sagittalis és frontalis síkú gerincgörbületek összehasonlításával történt. Az eredmények alapján a Zebris gerincvizsgáló módszer mint noninvazív módszer alkalmas a terápia hatékonyságának megítélésére és a változások utánkövetésére. Ezt a röntgenfelvételekkel mint gold-standard módszerrel történő összehasonlítás során kapott (sagittalis és frontalis görbületek esetént) kis eltérés ($\leq 3,5^\circ$) alátámasztja. A sagittalis síkú lumbalis lordosis kevésbé pontos meghatározása alapján javasolható, hogy a Zebris gerincvizsgáló módszert nem abszolút fokok mérésére, hanem a tartásbeli változások értékeléséhez célszerű használni. A frontalis síkban lévő thoracolumbalis/lumbalis görbület nagysága szisztematikusan alábecsült, elsősorban a scoliosisos csigolyák rotációs és csontos deformitása miatt.
3. A hanyag testtartás a sagittalis gerincgörbületek értékeit (*TK* és *LL*) szignifikánsan befolyásolja. A normáltartományokat nemenkénti és testmagasság szerinti csoportbontásban célszerű megadni, mivel mind a négy

szög (*TK*, *LL*, *TTI* és *LI*) értékét mind a gyermek neme, mind a testmagassága befolyásolja.

4. A hanyag testtartás következtében a testtartás kontrolljában bizonyos különbségek már megfigyelhetők, de szignifikáns eltérést csak az *LDD* és az *ML-MHR* paraméterek mutatnak. Az eredmények alapján az állásstabilitást jellemző távolság-idő paraméterek a hanyag testtartás következtében nem szignifikánsan romlanak. A megváltozott testtartás hatását a központi idegrendszer folyamatosan korrigálja, amelyet a frekvenciaalapú *ML MHR* paraméter szignifikáns változása jelez. A helytelen pozíció miatt a két oldal közötti aszimmetrikus terhelés, amelyet a *LDD* szignifikáns különbsége is mutat, az izomegyensúly tovább romlik. A hanyag testtartás korrekciója a fizioterápia fontos feladata, amely a testtartást és az egyensúlyt egyaránt javítja.

A Zebris ultrahangalapú gerincvizsgáló módszer megbízhatóságának és a mérések megismétlési pontosságának vizsgálatai helyes testtartású és scoliosisban szenvedő gyermekek esetén egyértelműsítették, hogy a vizsgálati módszer megfelelő pontossággal használható gyermekkorban a testtartást jellemző gerincgörbületi értékek meghatározására.

Az ultrahangalapú eszköz használata nem jelent sugárterhelést, nincs daganatkeltő hatása, így a mérések a gyermekek, sportolók körében teszőleges időközönként megismételhetők. Ez lehetővé teszi, hogy a noninvazív vizsgálati módszerrel évente többször is állapotfelmérést végezzünk. Segítséget nyújthat a gyógytestnevelés és a gyógytorna indikációját jelentő állapotok felderítésében. A testnevelés, gyógytestnevelés és a gyógytorna hatása folyamatosan utánkövethető, továbbá segítséget ad az egyéni gyakorlatok kialakításában is.

A helyes testtartású gyermekek esetén is a vizsgált gyermek neme szignifikánsan befolyásolja a sagittalis gerincgörbületi értékeket (*TK*, *LL*). Helyes testtartású lányok esetén a *TK* szög értéke a magasság növekedésével csökkenő tendenciát mutat, de sem a *TK*, sem a *TTI* szög esetén nem szignifikáns a különbség a magasságcsoportokban. Az *LL* szögek értékei szignifikánsan függenek a testmagasságtól, 130 cm és az alatti, valamint attól különböző magasságú csoportot lehet elkülöníteni. Az *LI* szögek értékei szintén szignifikánsan függenek a testmagasságtól, itt 150 cm-nél alacsonyabb és 150

cm-nél magasabb magasságcsoporthoz lehet kialakítani. A helyes testtartású fiúknál a *TK* szög értéke a magasság növekedésével szignifikánsan nő. Az *LL*, *TTI* és *LI* szögek esetén nincs szignifikáns különbség a magasságcsoporthoz. Ez rávilágít arra, hogy a helyes testtartású, egészséges gyermekek esetén is differenciálni kell a testnevelési szempontokat a nem és a testmagasság függvényében. A testnevelési, gyógytestnevelési és gyógytornacsoportok kialakítását nem az életkor szerint, hanem a testmagasság alapján kell kialakítani, és lehetőleg nem szerinti bontásban. A hanyag testtartású gyermekek esetén is a vizsgált gyermek neme szignifikánsan befolyásolja a gerinc alakját leíró sagittális gerincgörcbületet (*TK* és *LL*) és a testtartást jellemző szögértékeket (*TTI* és *LI*) egyaránt. Mindkét nemben látunk növekvő tendenciát a magasság növekedésével a testtartást jellemző szögértékek (*TTI*, *LI*) esetén, azonban ezek nem szignifikánsak. Csak a hanyag testtartású lányok esetén figyelhető meg szignifikáns különbség a 135 cm-nél alacsonyabb és a 160 cm-nél magasabb magasságcsoporthoz között. A nem és a testmagasság ez esetben is csoportosítási szempontként szerepel az életkorral szemben. A hanyag testtartás esetén a gyógytestnevelés és a gyógytorna hatásának elemzése során mind a fiúknál, mind a lányoknál a testtartást jellemző szögértékek (*TTI* és *LI*) a legérzékenyebbek, amelyek jelzik a testtartásbeli változásokat. A konzervatív kezelés hatásának ellenőrzéséhez a vizsgálataink eredményeként nemenként és testmagasságoként megadott 95% *CI* mint normáltartomány használható és a változás elemezhető.

A hanyag testtartás az állásstabilitást is megváltoztatja. Egyes paraméterek szignifikáns változást mutatnak. A hanyag testtartású gyermekek esetén az egyensúlyozó képesség fejlesztése is fontos és elengedhetetlen.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a rendszeres noninvazív gerinc alakját meghatározó és egyensúlyozó képességet leíró vizsgálatok eredményei jól használhatók az egyénre szabott gyógytorna, gyógytestnevelés kialakításánál, utánkövetésénél. Ez különösen fontos a sportolók esetén.

6. SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

6.1 Az értekezés témájában megjelent eredeti közlemények

- Takács M**, Kocsis L, Nagymáté G, Kiss RM. (2018a). The reliability of Zebris ultrasound-based spine examination in patients with scoliosis. *Biomech Hung*, 11(1): 69–75.
- Takács M**, Orlovits Z, Jáger B, Kiss RM. (2018b). Comparison of spinal curvature parameters as determined by the ZEBRIS spine examination method and the Cobb method in children with scoliosis. *PloS One*, 13(7): e0200245.
- Takács M**, Rudner E, Kovács A, Kiss RM. (2013). Ultrahang-alapú gerincvizsgáló eszköz megbízhatóságának vizsgálata gyermekek körében. *Magy Reum*, (54): 90–97.
- Takács M**, Rudner E, Kovács A, Orlovits Z, Kiss RM. (2015a). Gyermekek sagittális síkú gerincgörbületének felmérése ultrahangalapú mozgásvizsgáló eszközzel. *Biomech Hung*, 8: 31–48.
- Takács M**, Rudner E, Kovács A, Orlovits Z, Kiss RM. (2015b). The assessment of the spinal curvatures in the sagittal plane of children using an ultrasound-based motion analysing system. *Ann Biomed Eng*, 43(2): 348–362.
- Jáger B, Jáger D, Kristóf T, **Takács M**, Tamás P, Kiss RM. (2018). Validation of a Generally Applicable Method for the Characterization of Scoliotic Deformities and Sagittal Spinal Curvatures. *Period. Polytech. Civ. Eng*, 10531(62 (4): 1021–1029.
- Jáger B, Kristóf T, **Takács M**, Tamás P, Kiss RM. (2015). Gerincalak matematikai leírása in-vivo elektromágnes- és ultrahang-alapú mérési eredmények felhasználásával. *Biomech Hung*, 8(2): 49–58.
- Nagymáté G, **Takács M**, Kiss RM. (2018). Does bad posture affect the standing balance. *Cogent Medicine* 5, 5: 1–12.

Takács M, Rudner E, Kiss RM. Gyermek gerincvizsgálata ultrahangalapú mozgásvizsgáló rendszerrel Kiss R M (szerk.) BIOMECHANIKAI MODELLEZÉS: Monográfia. 242 p. Budapest: TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., 226-242. ISBN:978 963 9968 40 0

6.2 Egyéb – nem az értekezés témájában megjelent – eredeti közlemények

Kovács A, Siminichi A, Baksay B, **Takács M**, Szekanecz Z. (2015). Successful etanercept treatment for primary biliary cirrhosis associated with rheumatoid arthritis. Isr Med Assoc J, 17: 114-116.

Kovács A, Baksay B, Cserenyecz A, **Takács M**, Szekanecz Z. (2015). Occurrence of pulmonary rheumatoid nodules following biological therapies. Clin Rheumatol, 34: 1639-1642.

Kovács A, **Takács M**. (2017). A primer Sjögren szindróma és modern therapias lehetőségei Medicus Universalis, 50: 199-203

Rác K, Pálya Zs, **Takács M**, Nagymáté G, Kiss RM. (2018) Optikai-alapú mozgásvizsgáló módszer kalibrációs pontosságának vizsgálata anatómiai pontok kijelölése esetén Biomech Hung, 11: 47-55

Rác K, Pálya Zs, **Takács M**, Nagymáté G, Kiss RM. (2018) Evaluation of anatomical landmark calibration accuracy of a motion capture based analysis protocol DAS 2017 Proceedings 5, 26538–26543