Kaleidoscope Művelődés-, Tudomány- és Orvostörténeti Folyóirat 2023. Vol. 13. No. 26.
Journal of History of Culture, Science and Medicine ISSN 2062-2597
DOI: 10.17107/KH.2023.26.55

Gerincferdülés kezelések történeti áttekintése

Historical overview of scoliosis treatments

Horváth Andrea Anikó PhD hallgató
Semmelweis Egyetem Ortopédiai Klinika
horviandi95@gmail.com

Initially submitted January 15, 2023; accepted for publication March 11, 2023

Abstract
The care of patients suffering from scoliosis and the effort to alleviate human suffering caused by deformity goes back more than two thousand years. The aim of this study is to provide a historical overview of the treatment of scoliosis from the 5th century BC to the present day, briefly outlining today's current questions and research opportunities.

Kulcsszavak: gerinc, gerincferdülés, gerincgörbület, gerincferdülés kezelés, történeti áttekintés
Keywords: spine, scoliosis, spinal curvation, scoliosis treatments, historical overview

Gerincferdülés alatt leggyakrabban a gerinc laterális, azaz oldalirányú eltérését értik, a valóságban viszont a scoliosis deformitás háromdimenziós természetű. Bár a ma alkalmazott legtöbb kezelés az oldalirányú görbület stabilizálására vagy csökkentésére irányul, a deformáció a függőleges tengely körüli forgási asszimetriában is megnyilvánul, melyet axiális rotációnak nevezünk (Studer, 2013). A gerinc geometriájának változása összefügg a törzs morfológiájának változásával (Rigo, 2011)(Jáger et al, 2018). A hátfelület elfordulásával annak egyik oldala megemelkedik létrehozva az úgynevezett bordapúpot, mely a deformitás egyik legnehezebben korrigálható összetevője (Stokes, 1989).
A gerincferdülésben szenvedő betegek ellátása, a deformitás okozta emberi szenvedés enyhítésére történő törekvés több, mint két évezredes múltra tekint vissza (Fayssoux et al, 2010)(Tarpada et al, 2016).

Az első tudományos felismerés

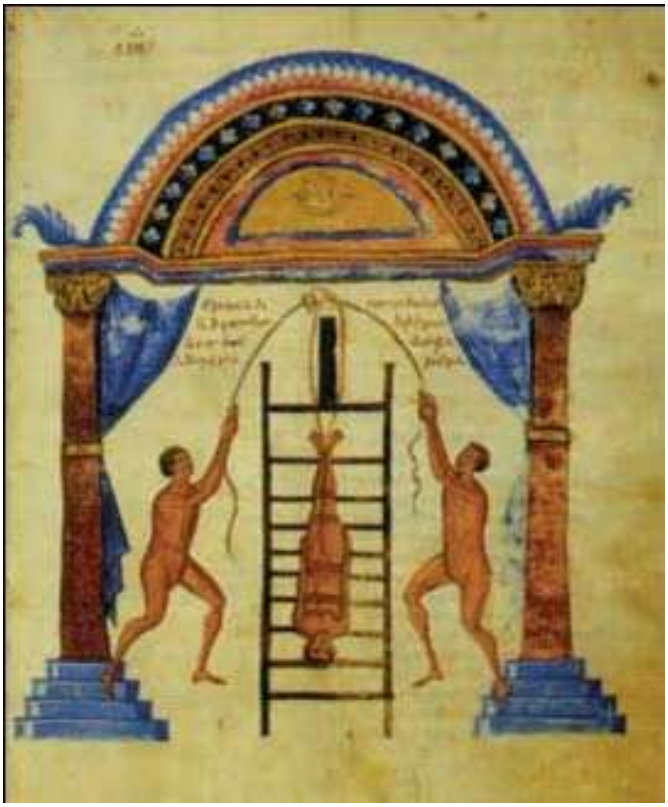
Kr. e. 5. században Empedoklész, orvos és filozófus úgy gondolta, hogy a gerinc egy merev csontoszlop, mely a test mozgása következtében darabokra tört, míg Platón úgy vélte, hogy isteni beavatkozás járult hozzá a rugalmas gerinc létrejöttéhez (Marketos & Skiadas, 1999)(Vasiliadis et al, 2009).
Hippokratész (i.e. 460-370) A csontok természetéről című értekezésében megdöbbentő pontossággal ír a gerinc anatómiájáról, leírva annak szakaszait, melyek a vérellátás kivételével a mai mércével is helytállóak. A gerinccsigolyákat 3 csoportba sorolja. Az első csoportba a kulcscsontok szintje felett elhelyezkedő csigolyák tartoznak. A második csoport, nevezetesen

DOI: 10.17107/KH.2023.26.55

a gerinc mellkasi szakasza, 12 csigolyát foglal magában, amelyek a bordákkal vannak kapcsolatban. A harmadik csoportba a mellkas és a medence közötti 5 csigolya tartozik. Hippokratész nem írja le a keresztcsonti csigolyákat és a farokcsontot a gerinc részeként, azonban Az ízületekről című művében, mikor a gerinc normál íveit írja le, mindkettőre hivatkozik. A gerincoszlop ívelt lefutásának visszaadására az „ithiscolios" kifejezést használja, amely azt jelzi, hogy a gerinc a koronális síkban egyenes, a sagittalis síkban ívelt (Marketos & Skiadas, 1999)(Vasiliadis et al, 2009).

Az ízületekről szóló értekezésében, amely a teljes Hippokratészi Gyűjtemény egyik legfontosabb sebészeti szövege elsőként ad számot a gerincbetegségekről, és néhány figyelemre méltó megállapítást tesz azok etiológiájáról is. Hippokratész leírta a gerincferdüléssel összefüggő deformitásokat és az első feljegyzett kezelést. A hippokratészi munkákban a gerincferdülés kifejezésnek általános jelentése van, és szinte minden gerincgörbületre vonatkozik (Marketos & Skiadas, 1999). Észrevette, hogy az élet kezdeti szakaszaiban, a heves növekedés időszakában alakulnak ki, majd súlyosbodnak ezek a görbületek. Hippokratész az axiális csontváz ilyen feltűnő torzulásait a rossz testtartásnak tulajdonította. Két legkiemelkedőbb eszköze a gerinc torzulásának kezelésére a *hippokratészi létra* (1. ábra), *hippokratészi tábla* és a *hippokratészi pad* volt. Bár a hippokratészi könyvek nem tartalmaznak illusztrációkat, ezeket Kitiumi Apollóniosz (Kr. e. 1. század) biztosítja, aki a Hippokratész által bemutatott technikákat kommentálta az Articulations című könyvében. Ezeket az illusztrációkat egy firenzei sebészeti kézirat őrzi (Laurentianus 74. 7, i.sz. 9. század). A Hippokratész által leírt és alkalmazott kezelés durva volt, fájdalmas és hosszan tartó kezelést jelentett, továbbá a kezelés a beteg fulladását okozhatta (Marketos & Skiadas, 1999)(Tarpada et al, 2016)(Vasiliadis et al, 2009).

Kaleidoscope Művelődés-, Tudomány- és Orvostörténeti Folyóirat 2023. Vol. 13. No. 26.
Journal of History of Culture, Science and Medicine ISSN 2062-2597
DOI: 10.17107/KH.2023.26.55



1. ábra Hippokratészi létra a gerincdeformitások korrekciójára (Vasiliadis et al, 2009)

Csaknem fél évszázadon át alig módosult a hippokratészi technika, egészen a Kr.u. 2. századig, amikor a pergamoni Galenus, a hippokratészi irányzat tanulója közvetlen nyomást és vonóerőt alkalmazott (Marketos & Skiadas, 1999)(Fayssoux et al, 2010). Annak ellenére, hogy Galenus Alexandriában tanult, a gerincbetegségekről szóló beszámolója a hippokratészi elméleteken alapul, azonban már észreveszi, hogy a keresztcsont is csigolyákból áll (Marketos & Skiadas, 1999). Galenus új szókincset hozott létre a gerincferdülésre: a *kyphosisra* és a *lordosisra.* Anatómiai és fiziológiai szakértelmét felhasználva kabátokat tervezett a gerincferdülés görbületének enyhítésére. Ezeken a stabilizáló eszközökön kívül hangos éneklést és légzőgyakorlatokat javasolt a bordaív izomzatának stimulálására. Bár hozzájárulása a modern taktikát tükrözte, keveset javított az eredményeken. Hiányosságai ellenére ezeknek az eszközöknek a változatait egészen a 16. századig használták (Tarpada et al, 2016)(Fayssoux et al, 2010). Fejlesztése és számos könyve évszázadokon át az orvosi referencia alapja maradt, mígnem 1543-ban Andreas Vesalius flamand orvos bemutatta Galénus anatómiai hibáit a De humani corporis fabrica (Az emberi test szövetéről) című monumentális értekezésében, amely mérföldkövet jelent az anatómia történetében (Marketos & Skiadas, 1999)(Tarpada et al, 2016).

DOI: 10.17107/KH.2023.26.55

Reneszansz időszak

A gerincdeformitás kezelésére használt első merevítőt Ambrose Paré (1510–1590), a modern sebészet egyik atyjának tartott francia sebész fejlesztette ki. Paré feltételezése szerint a gerinc deformációja a gerinc diszlokációjából ered. Leírt módszere, a diszlokáció csökkentése irányított nyomással történt. A betegeket több lyukkal ellátott párnázott vasfűzőbe helyezték, melyet időközönként cseréltek, hogy alkalmazkodjanak a növekedéshez. Paré módszere a modern orthotikus gerincmerevítő előfutára volt. Ő az első, aki észrevette, hogy a csontváz érettsége utáni merevítés sikertelen (Fayssoux et al, 2010).

Új fejezet az orthopédiában

1741-ben Nicolas Andry de Bois-Regard (1658- 1742) folytatta az izom-kiegyensúlyozatlanság és a rossz testtartás közötti összefüggés tanulmányozását és egyetértett az előtte lévő szakértőkkel abban, hogy a gerincferdülés mindkettő eredménye. Hírhedt L'orthopedie-t az első olyan műként tartják számon, amely a kisgyermekek deformitásainak korrekciójának és a megelőzés művészetét – az ortopédia művészetét – tárgyalja (Tarpada et al, 2016).

1780-ban Svájcban megalakult az első ortopédiai kórház. Jean-Andre Venel (1740- 1791) azért alapította ezt a központot, hogy környezetet teremtsen a rokkant és deformált betegek számára minden korosztályban, hogy kezelést kérjenek, és ösztönözze a kutatást az ortopédia területén (Tarpada et al, 2016). 1839-ben Jules Guerin (1801- 1886) volt az első, aki megkísérelte a gerincferdülésben szenvedő betegek műtéti korrekcióját. Miután 1349 beteg eredményeit publikálták, vitát váltott ki a technikája miatt szükséges felülvizsgálatok gyakorisága. Guerint eltiltották az orvoslás gyakorlástól, és hazájából, Franciaországból Belgiumba száműzték. A gerincferdülésben szenvedő betegek sebészi beavatkozását csak a 20. században kísérelték meg újra (Tarpada et al, 2016).

Mérföldkövek a betegellátásban

Lewis Albert Sayre (1820-1900), a New York-i Bellevue Kórház személyzeti orvosa volt az első személy, aki Amerikában az ortopédiai sebészet professzora címet viselte (1861-ben nevezték ki), és az ortopédiai sebészet egyik alapító atyjaként tartják számon Egyesült Államok (Zampini & Sherk, 2008). Sayre testgipszet használt a gerincferdülés kezelésére. Öntési technikája egy állványszerű szerkezet volt, amely felfüggesztette a betegeket, miközben a korrekciós gipsz megkeményedik és a páciens testéhez formálódott. Módszeréről 1895-ben a New York Medical Journalban írt, és Sayre dzseki néven vált ismertté (Zampini & Sherk, 2008)(Tarpada et al, 2016). Sayre világszerte ismertté vált a gerincbántalmak nem műtéti kezeléséről szóló írásaival. Ez időben az idiopátiás gerincferdülés tanulmányozása még

DOI: 10.17107/KH.2023.26.55

gyerekcipőben járt, etiológiáját pedig széles körben vitatták, a fűzőhasználatot sokan kritizálták. Sayre úgy vélte, hogy az izom-csontrendszer egyensúlyhiánya volt a gerincferdülés elsődleges oka, és a kezelésnek a „gimnasztikai gyakorlatokra" kell összpontosítania, hogy megerősítsék a deformitás konvex oldalán lévő izmokat. Bizonyítékként megfigyelte, hogy az alacsonyabb társadalmi- gazdasági szintű lányok gerincfejlődése ritkán volt rendellenes, és azt feltételezte, hogy egészséges gerincük a folyamatosan a fejükön hordott fakötegek és azzal történő felállás miatt megerősödött izomzatnak köszönhető (Fayssoux et al, 2010).

Sok ortopéd sebész egyszerre dolgozott a gerincferdülés korrekciós eljárásának kidolgozásán, a sikerekre építve és a kudarcokból tanulva (Tarpada et al, 2016). Amerikában Dr. Berthold Hadra (1842-1903), Európában Dr. Fritz Lange (1864-1952) német sebész volt az első, aki sikeres gerincfúziós műtétet hajtott végre. Dr. Hadra egy töréses diszlokációban szenvedő beteg gerincoszlopa köré drótokat tekert a stabilizálás érdekében. 1909-ben Dr. Lange gerincferdülésben szenvedő betegen végzett műtét során a gerincet acél- és selyemhuzalokkal kiegyenesítette, nagyon hasonlóan a modern stabilizációs technikákhoz (Tarpada et al, 2016).

Új módszerek, lehetőségek

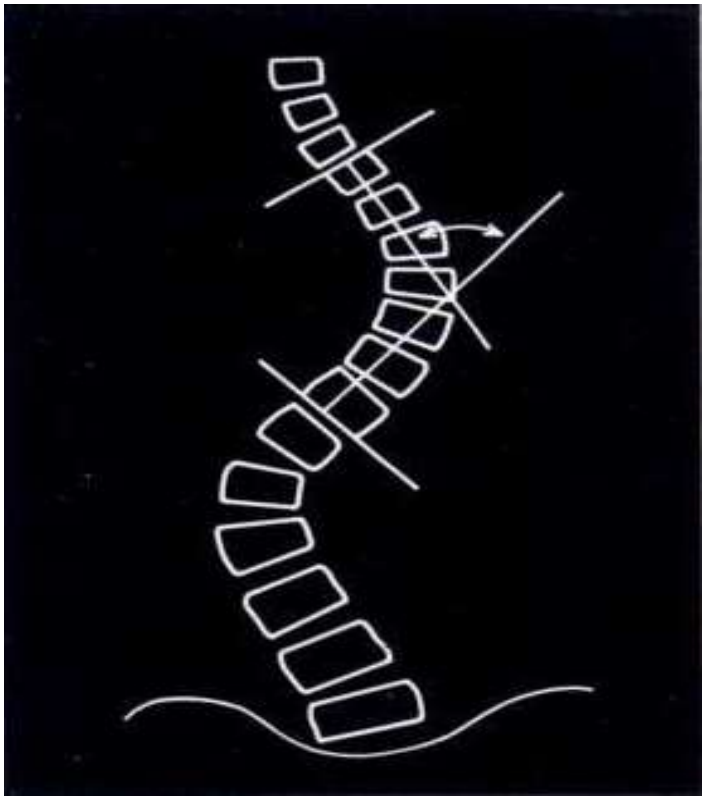
A gerincferdülés tanulmányozásával és kezelésével kapcsolatos korszak legfontosabb fejleménye Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923) 1895-ös felfedezése egy ismeretlen típusú sugárzásról, amelyet „röntgensugárzásnak" nevezett és melyért 1901-ben elsőként kapta meg a fizikai Nobel-díjat. A röntgensugarak segítségével az orvosok a test feldarabolása nélkül tanulmányozhatták a csontváz anatómiáját, forradalmasítva ezzel a gerincferdülés tanulmányozását. Az 1900-as évek elején, Roentgen felfedezését követő időszakban a gerinc röntgenfelvételei hosszú expozíciós időt igényeltek, ami a betegek mozgása miatt rossz minőségű felvételeket eredményezett. Csak a gyorsabb röntgenfilmek kifejlesztésétől (1930 körül) lehetett jó minőségű gerinc röntgenfelvételeket készíteni. Ezeknek a „röntgenogramoknak" az értéke felbecsülhetetlen volt a gerincferdüléssel és más gerincbetegségekkel kapcsolatos kutatások és vizsgálatok megkönnyítésében (Fayssoux et al, 2010)(Tarpada et al, 2016). Ma a röntgen a gerincferdülés mérésének legfontosabb eszköze (Kittleson & Lim, 1970). A gerincferdülés megbízható klinikai értékelése nagymértékben függ a gerincszögek pontos mérésétől. Észak-Amerikában a két goniometrikus technika, Ferguson és Cobb által fejlesztett technikák kapta a legnagyobb figyelmet. A vita csúcsán, az 1960-as évek közepén az Amerikai Ortopéd Sebészek Akadémia és a Scoliosis Research Society formálisan elfogadta a Cobb-módszert, elutasítva ezzel Ferguson módszerét (Robinson & Wade, 1983).

A gerincalak meghatározásának legelterjedtebb és legpontosabb módja, ha teljes, kétoldali röntgenfelvételt készítünk, ahol meghatározhatók a gerinc görbületeit jellemző szögek (Takács et al, 2018)(Studer, 2013)(Knott et al, 2014). A Cobb-módszerben, amelyet "görbe vége"

DOI: 10.17107/KH.2023.26.55

módszernek is nevezik, John Robert Cobb (1903–1967) 1948-ban írt le Outline for the study of scoliosis című művében. Cobb-szög a gerincgörbületek az egyenestől való elhajlás fokban mért nagysága. A Cobb-fok mérési vázlatát az 2. ábra (Kittleson & Lim, 1970) mutatja. Meg kell határozni a görbület felső- és alsó zárócsigolyáját, melyek a legnagyobb nagyságú görbét eredményezik és a felső zárócsigolya felső, majd az alsó zárócsigolya alsó zárólemezére párhuzamosokat fektetni. A két egyenes bezárt szöge adja a görbület Cobb-fokát (Kuklo et al, 2005)(Kittleson & Lim, 1970)(Robinson & Wade, 1983). Egyenes gerincben (nincs gerincferdülés) a szög nulla közelében lesz, és nagyobbnak kell lennie, mint 10°, hogy scoliosisnak minősüljön (Allen et al, 2008). 10–25°-os enyhe gerincferdülés esetén rendszeres időközönként történő megfigyelés javasolt. A merevítő scolioticus betegek 26° és 40° közötti Cobb szög esetén javasolt, míg 40°-nál nagyobb Cobb-szög súlyos scoliosisnak tekinthető, és ezeknél a betegeknél általában gerincfúziós műtétet hajtanak végre (Chung et al, 2018). A Cobb-szög mérésének intraobserver és interobserver megbízhatósága kiváló (Takács et al, 2018). Ennek oka, hogy a szögmérés a reprodukálhatóságát jól definiálták, továbbá, bár a Cobb-szögek potenciális variabilitásának állandó forrása a görbe végcsigolyáinak kiválasztása, ha a szomszédos csigolya véglemezek párhuzamosak vagy majdnem hasonlóak, a hiba nagysága nem lehet szignifikáns. Így ha a megfigyelők különböző végcsigolyákat választanak ki a méréshez, a mérés megbízhatósága kiváló marad (Kuklo et al, 2005)(Chung et al, 2018). A módszer megbízhatósága lehetővé teszi a kezelés deformációra gyakorolt hatásának irányított mérését, azaz a görbe követését (Kittleson & Lim, 1970).

DOI: 10.17107/KH.2023.26.55



2. ábra A Cobb-fok mérési vázlata (Kittleson & Lim, 1970)

A gerincferdülés nyomonkövetése ismétlődő röntgen-expozícióval jár. Ez aggodalomra ad okot, ugyanis az ionizáló sugárzáshoz káros hatások köthetők, különösen a fiatalabb betegek esetében. Minél korábban lép az expozíció a beteg életében, annál károsabb, ezért a késleltetett képalkotás előnyös lehet a sugárterhelés szempontjából, azonban akadályozhatja a scoliosis időbeli kezelését (Knott et al, 2014). Az olyan sugárzásmentes képalkotó módszerek, mint a mágneses rezonancia képalkotás és az ultrahang, a hiányzó gravitáció miatt nemcsak alábecsülik a görbe méretét, de a csontos szerkezetek nagyfelbontású képeinek elkészítéséhez sem megfelelőek. A gyakorlati megoldás ezért a dózis minimalizálása, miközben amennyire lehetséges megőrizni, vagy akár javítani is képminőséget (Studer, 2013)(Knott et al, 2014). A sugárterhelés csökkentésre érdekében tett első nagy lépés digitális röntgentechnikák alkalmazásával valósult meg, a sugárterhelés körülbelül egyharmadára csökkenésével a hagyományos röntgenfelvételhez képest. Az EOS röntgen (EOS, Biospace, Párizs, Franciaország) nemcsak az átlagos bőrdózis újabb 6–9-szeres csökkenését teszi lehetővé, hanem a képminőség javulását is eredményezi. Ezenkívül az EOS rendszer lehetővé teszi a frontális és sagittális nézetek egyidejű leképezését térben kalibrált módon, valamint egy nagyon pontos 3D felületi rekonstrukció megjelenítését sterEOS szoftver segítségével (Studer, 2013)(Illés et al, 2017).

DOI: 10.17107/KH.2023.26.55

Nagyon keveset tudunk a gerincferdülés deformitásának háromdimenziós természetéről. A scoliosis diagnózisa és osztályozása kizárólag a PA röntgenfelvétel alapján történik (Illés et al, 2017)(Stokes et al, 1987). A vízszintes síkváltozásokat figyelmen kívül hagyják, annak ellenére, hogy a gerinc rotációs illetve torziós deformációi a gerincferdülés fontos aspektusai. A torziónak két jelentése van: (1) a gerinc mechanikus torziója és (2) a gerinc geometriai vagy helikoidális torziója. A mechanikus torzió a morfológiához, a geometriai torzió a geometriához kapcsolódik. Bár úgy tűnik, hogy mind az oldalirányú görbület, mind a vízszintes síkbeli változások együtt növekednek progresszív gerincferdülésben, a csigolya rotációját, torzióját vagy oldalirányú transzlációját előidéző mechanizmusok nem jól ismertek. Nem világos, hogy az oldalirányú görbület megelőzi-e vagy csak a vízszintes síkváltozás következménye (Rigo, 2011)(Illés et al, 2017). A gerinc rotációjának értékelése a scoliosisban a háromdimenziós deformitás patomechanikájának fontosságán túl hasznosnak bizonyult a görbe progressziójának előrejelzésében, a műtéti korrekcióban és a dekompenzációban. Noha a CT bizonyult a forgásmérés legpontosabb eszközének, hasznosságát korlátozza a költség, a megvalósíthatóság, a sugárterhelés, és ami a legfontosabb, a forgás és a görbe alakváltozásának kötelező változásai, amelyek a hanyatt fekvés testhelyzethez kapcsolódnak az álló helyzethez képest (Kuklo et al, 2005).

A Cobb-módszer a gerincszögek számításának “arany standard” eljárása, az irodalomban ehhez a méréshez szokás viszonyítani az új módszerek megbízhatóságát, azonban a Cobb-módszer nem a görbét méri, hanem a végcsigolyák véglemezének dőlését (Jáger et al, 2018)(Kittleson & Lim, 1970). Néhány kutató (Stokes et al, 1987)(Jáger et al, 2018)(Takács et al, 2018) vizsgálta a gerincferdülés görbületének matematikai görbével történő modellezésének pontosságát. Matematikai technikákkal, számítógéppel tetszőleges nézetbe vizsgálhatjuk a gerinc görbületét. Normál gerincben a legnagyobb görbület a középsagittális vagy mediális síkban van, míg scoliosisban a maximális görbületi sík elfordul, és szöget zár be a sagittalis síkkal. Ez a szög matematikai úton Cobb-módszerrel számítható és összehasonlítható a Cobb-szög nagyságával (Stokes et al, 1987). Stokes és mtsai (1987) Fourier-analízist alkalmaztak a gerinc alakjának ábrázolására. Úgy találták, hogy öt szinuszhullám: az alap szinuszhullám periódusa megegyezett a gerinckép hosszával és a négy felharmonikusa együtt megfelelő ábrázolást ad a gerinc alakjára. Meghatározták a csúcsokat és inflexiós pontokat. A csúcs a gerinc tengelyétől való maximális oldalirányú eltérés pontja, az inflexiós pont pedig a nulla görbületű pont. Mindegyik csúcshoz kiszámították az inflexiós pontokhoz húzott görbe normálok által bezárt szöget. Megállapították, hogy az így kapott görbületekhez számított szögek értéke szoros korrelációt mutat a hagyományos PA röntgenfilmeken mért Cobb-szögekkel, de a számítógép a klinikai méréshez képest körülbelül 12%-kal túlbecsülte a Cobb-szöget. Stokes és mtsai ezt az eltérést azzal magyarázták, hogy az inflexiós pontok nem feltétlenül esnek egybe a klinikai mérés során használt csigolyavéglemezekkel, és ez által maximalizálják a Cobb-szög mérést. Vizsgálták a maximális görbületi síkot minden koronális

DOI: 10.17107/KH.2023.26.55

síkban azonosított scoliosis görbére. A gerinc háromdimenziós képét kis lépésekben addig forgatták, amíg a görbület el nem érte a maximális értéket. A maximális görbületi sík szagittális síktól való elforgatásának mértéke gyengén korrelált a frontális Cobb-szöggel (Stokes et al, 1987).

A gerincalak meghatározásának legrégebbi és legpontosabb módja, ha két különböző szögből készítenek röntgenfelvételeket, amelyek a magas sugárterhelés miatt súlyos betegségek esetén is évente csak egyszer végezhetők. A folyamatos monitorozásra ezért különböző in vivo módszereket fejlesztenek ki, például optikai (Moiré módszer), és ultrahang alapú (Zebris) mérőeszközök alkalmazásával, amelyek képesek rögzíteni a gerinc alakját sugárterhelés nélkül (Jáger et al, 2018)(Takács et al, 2018)(Studer, 2013)(Chung et al, 2018). A gerinc geometriájának változása összefügg a törzs morfológiájának változásával, ezért az alternatív mérőrendszerek a gerinc külső formáját mérik a törzs hátsó felületen. A gerinc külső görbülete azonban eltér a belső görbületétől (röntgensugárral mérve) (Rigo, 2011)(Jáger et al, 2018). A Stokes és mtsai (1987) által gerinc röntgenfelvételekre alkalmazott módszerét Jáger és mtsai (2018) módosította és érintővonali módszerként Zebris ultrahang alapú mérőműszerrel kapott gerincpontokra alkalmazta (Stokes et al, 1987)(Jáger et al, 2018). Bár a kutatók úgy találták, hogy az in vivo módszerek megbízhatóan közelítik a Cobb-szöget (Jáger et al, 2018)(Takács et al, 2018)(Stokes et al, 1987), ezek a módszerek a klinikai gyakorlatban nem terjedtek el. További probléma, hogy a gerinccsigolyák rotációjáról, azaz a gerinc 3D torzulásáról továbbra sincs egy általánosan alkalmazott paraméter, ami az orvosok munkáját segíti.

Irodalomjegyzék:

ALLEN, Shannon, PARENT, Eric, KHORASANI, Maziyar, HILL, Douglas LOU, Edmond, RASO, James V.: Validity and Reliability of Active Shape Models for the Estimation of Cobb Angle in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Journal of Digital Imaging*, Vol 21, 208-218 (2008). https://doi.org/10.1007/s10278-007-9026-7

CHUNG, Ni, CHENG, Yi-Hong, PO, Hiu-Lam, NG, Wai-Kit, CHEUNG, Kam-Ching, YUNG, Ho-Yin, LAI, Yau-Ming: Spinal phantom comparability study of Cobb angle measurement of scoliosis using digital radiographic imaging. *Journal of Orthopaedic Translation* Vol 15, 81-90 (2018) https://doi.org/10.1016/j.jot.2018.09.005

FAYSSOUX, Reginald S., CHO, Robert H., HERMAN Martin J.: A history of bracing for idiopathic scoliosis in North America. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2010 Mar; 468(3):654-64. PMID: 19462214; PMCID: PMC2816759. https://doi.org/10.1007/s11999-009-0888-5

ILLÉS, Tamás S., BURKUS, Máté, SOMOSKEŐY, Szabolcs, LAUER, Fabien, LAVASTE, Francois, DUBOUSSET, Jean F.: The horizontal plane appearances of scoliosis: what information can be obtained from top-view images? *International Orthopaedics*. 2017 Nov;41(11):2303-2311. Epub 2017 Aug 11. PMID: 28801800. https://doi.org/10.1007/s00264-017-3548-5

JÁGER, Bence, JÁGER, Dávid, TAMÁS, Kristóf, TAKÁCS, Mária, TAMÁS, Péter, KISS, Rita M.: Validation of a Generally Applicable Method for the Characterization of Scoliotic Deformities and Sagittal Spinal Curvatures. *Periodica Polytechnica Civil Engineering* 62(4), pp. 1021–1029 (2018) https://doi.org/10.3311/PPci.10531

KITTLESON, Arthur C., LIM, Lily W.: Measurement of scoliosis. *American Journal of Roentgenology*. 1970 Apr; 108(4):775–777. PMID: 5437282 https://doi.org/10.2214/ajr.108.4.775

KNOTT, Patrick, PAPPO, Eden, CAMERON, Michelle, DEMAUROY, J.C., RIVARD, Charles, KOTWICKI, Tomasz, ZAINA, Fabio, WYNNE, James, STIKELEATHER, Luke, BETTANY-SALTIKOV, Josette, GRIVAS, Theodoros B., DURMALA, Jacek, MARUYAMA, Toru, NEGRINI, Stefano, O'BRIEN, Joseph P., RIGO, Manuel: SOSORT 2012 consensus paper: reducing x-ray exposure in pediatric patients with scoliosis. *Scoliosis* (2014) 9:4 https://doi.org/10.1186/1748-7161-9-4

KUKLO, Timothy R., POTTER, Benjamin K., POLLY Jr, David W., O'BRIAN, Michael F., SCHROEDER, Teresa M., LENKE, Lawrence G.: Reliability analysis for manual adolescent idiopathic scoliosis measurements. *Spine* (Phila Pa 1976). 2005 15;30(4):444-54. PMID: 15706343. https://doi.org/10.1097/01.brs.0000153702.99342.9c

MARKETOS, Spyros G., SKIADAS, Panagiotis: Hippocrates: The Father of Spine Surgery. *Spine*. 1999 - Volume 24 - Issue 13 - p 1381-7. PMID: 10404583 https://doi.org/10.1097/00007632-199907010-00018

RIGO, Manuel: Patient evaluation in idiopathic scoliosis: Radiographic assessment, trunk deformity and back asymmetry. *Physiotherapy Theory and Practice* (2011) 27(1):7–25 https://doi.org/10.3109/09593985.2010.503990

ROBINSON, E.F., WADE, W.D.: Statistical assessment of two methods of measuring scoliosis before treatment. *Can Med Assoc J*. 1983 129(8):839-41. PMID: 6616390; PMCID: PMC1875632. https://doi.org/10.1097/01241398-198403000-00076

STOKES, Ian A.: Axial rotation component of thoracic scoliosis. *Journal Orthopaedic Research*. 1989;7(5):702-8. PMID: 2760743. https://doi.org/10.1002/jor.1100070511

STOKES, Ian A., BIGALOW, Llynda C., MORELAND, Morey S.: Three-dimensional spinal curvature in idiopathic scoliosis. *Journal Orthopaedic Research*. 1987;5(1):102-13.. PMID: 3819902. https://doi.org/10.1002/jor.1100050113

STUDER, Daniel: Clinical investigation and imaging. *Journal of Children's Orthopaedics*. 2013 7(1):29–35. https://doi.org/10.1007/s11832-012-0461-8

TAKÁCS, Mária, ORLOVITS, Zsanett, JÁGER, Bence, KISS, Rita M.: Comparison of spinal curvature parameters as determined by the ZEBRIS spine examination method and the Cobb method in children with scoliosis. *PLoS ONE* 2018 13(7): e0200245. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200245

TARPADA, Sandip P., MORRIS, Matthew T., BURTON, Denver A.: Spinal fusion surgery: A historical perspective. *Journal of Orthopaedics*. 2016 Nov 9;14(1):134-136. PMID: 27872518; PMCID: PMC5107724. https://doi.org/10.1016/j.jor.2016.10.029

VASILIADIS, Elias S., GRIVAS, Theodoros B., KASPIRIS Angelos: Historical overview of spinal deformities in ancient Greece. *Scoliosis*. 2009 Feb 25;4:6. PMID: 19243609; PMCID: PMC2654856. https://doi.org/10.1186/1748-7161-4-6

ZAMPINI, Jay M., SHERK, Henry H.: Lewis A. Sayre: the first Professor of Orthopaedic Surgery in America. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2008 Sep;466(9):2263-7. Epub 2008 Jun 20. PMID: 18566873; PMCID: PMC2493005. https://doi.org/10.1007/s11999-008-0349-6