

A RENDSZERES FIZIKAI
AKTIVITÁS MORFOLÓGIAI,
FIZIOLÓGIAI ÉS
PSZICHOSZOMATIKUS
HATÁSAINAK ÁTFOGÓ
VIZSGÁLATA GYERMEK- ÉS
FIATAL FELNŐTT KORBAN

Bartusné Dr. Szmodis Márta



TESTNEVELÉSI EGYETEM

Budapest
2019

A RENDSZERES FIZIKAI
AKTIVITÁS MORFOLÓGIAI,
FIZIOLÓGIAI ÉS
PSZICHOSZOMATIKUS
HATÁSAINAK ÁTFOGÓ
VIZSGÁLATA GYERMEK- ÉS
FIATAL FELNŐTT KORBAN

Bartusné Dr. Szmodis Márta



TESTNEVELÉSI EGYETEM

Budapest
2019

A Habilitációs Bizottság elnöke:
Prof. Dr. Koller Ákos
egyetemi tanár

A Bírálóbizottság elnöke:
Prof. Dr. Koller Ákos
egyetemi tanár

Szakmai bírálók:
Dr Vajda Ildikó
főiskolai tanár (Nyíregyházi Egyetem)
Dr. Lacza Zsombor
tudományos főmunkatárs (Testnevelési Egyetem)

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés.....	6
2. A téma tudományos háttere	7
3. Célkitűzések – hipotézisek	11
4. Módszerek.....	12
5. Eredmények	13
5.1 Iskoláskorúak egészségközpontú összetett vizsgálsorozata	13
5.1.1 Humánbiológiai vizsgálatok – testösszetétel	13
5.1.2 Kvantitatív csontsűrűség-mérés.....	16
5.1.3 Kardiovaszkuláris mutatók	18
5.1.4 Fizikai aktivitás	19
5.1.5 Egészségkép, pszichoszomatikus tünetek	21
5.1.6 Összefüggések a heti sportolással töltött időtartammal – sport és egészség	22
5.2 Egyetemi hallgatók összetett vizsgálata	25
5.2.1 Állóképesség és humánbiológiai, élettani jellemzők.....	25
5.2.2 Állóképesség és életmód.....	26
5.3 Iskoláskorúak ultrahangos csontjellemzői.....	28
6. Megállapítások és az új tudományos eredmények összefoglalása	31
7. Felhasznált irodalom.....	34
7.1 Az értekezésben felhasznált irodalom.....	34
7.2 Az értekezésben tárgyalt saját kutatásokkal kapcsolatos publikációk.....	38
7.2.2 A témával kapcsolatos további saját publikációk	39

Ábrák és táblázatok jegyzéke

- 1. ábra. Az egészséget meghatározó tényezők
- 2. ábra. A relatív zsírtömeg nemenként és életkoronként
- 3. ábra. A relatív csonttömeg nemenként és életkoronként
- 4. ábra. A relatív izomtömeg nemenként és életkoronként
- 5. ábra. Speed of Sound (SOS) értéke nemenként és életkoronként
- 6. ábra. A Broadband Ultrasound Attenuation (BUA) értéke nemenként és életkoronként
- 7. ábra. A Bone Quality Index (BQI) értéke nemenként és életkoronként
- 8. ábra. A szívfrekvencia értékei nemenként és életkoronként
- 9. ábra. Az iskolán kívüli sportolás gyakorisága
- 10. ábra. Az iskolán kívüli sportolás gyakorisága életkor kategóriákra lebontva
- 11. ábra. Közepes és magas intenzitású napi fizikai aktivitás (MVPA) az iskoláskorúaknál
- 12. ábra. Az egészségi állapot szubjektív értékelése életkorokra lebontva
- 13. ábra. Heti sportolással töltött idő korreláció mintázata – 1-4. osztályos fiúk
- 14. ábra. Heti sportolással töltött idő korreláció mintázata – 1-4. osztályos leányok
- 15. ábra. Heti sportolással töltött idő korreláció mintázata – 5-8. osztályos fiúk
- 16. ábra. Heti sportolással töltött idő korreláció mintázata – 5-8. osztályos leányok
- 17. ábra. Heti sportolással töltött idő korreláció mintázata – középiskolás fiúk
- 18. ábra. Heti sportolással töltött idő korreláció mintázata – középiskolás leányok
- 19. ábra. A motoros próba (ingafutás 20m/db) és a humánbiológiai és élettani jellemzők összefüggése egyetemistáknál
- 20. ábra. A motoros próba (ingafutás 20m/db) összefüggése a közérzet, táplálkozás és a fizikai aktivitás jellemzőivel
- 21. ábra. Az összetett kockázati tényező pontértéke és a fizikai aktivitás gyakoriságának kapcsolata az egyetemisták teljes mintájában
- 22. ábra. A csont minőségi index (BQI) referencia centilise (P3-P97) – fiúk
- 23. ábra. A csont minőségi index (BQI) referencia centilise (P3-P97) – leányok
-
- 1. táblázat. A relatív testzsír (%) alapján kiszűrt túlsúlyos és elhízott gyermekek gyakorisága
- 2. táblázat. A testtömeg-index alapján kategorizált gyermekek eloszlása
- 3. táblázat. Sportoló és nem sportoló fiúk és leányok ultrahangos csontjellemei
- 4. táblázat. Enyhén emelkedett vérnyomás értékek gyakorisága (%)
- 5. táblázat. Az ultrahangos csontparaméterek és a relatív csonttömeg feltételezett prediktorainak statisztikai paraméterei a lineáris regressziós modellben

1. Bevezetés

Közismert tény, hogy a gazdaságilag fejlett országokra jellemző a fizikai aktivitás jelentős csökkenése és az ülő életmód, így ez hazánkban is egyre fenyegetőbb népegészségügyi probléma (Eurobarometer, 2010, 2014).

Mindez hozzájárul számos krónikus betegség és egészségkárosodás kialakulásához, mint például a kóros kövérség, a szív- és érrendszeri betegségek, a cukorbetegség, a mozgásszervi elváltozások, a daganatos betegségek, vagy akár a depresszió (Frenkl és mtsai, 2010; Mészáros és mtsai, 2011; Szóts, 2012).

Sajnos ezek a folyamatok nemcsak a felnőtteket érintik, hanem a felnövekvő generációkban is egyre gyakrabban és egyre korábbi életkorban fordulnak elő (Németh, 2007; Molnár és Kovács, 2014; HBSC, 2016).

A mozgáshiány – főleg a képernyő előtt töltött egyre több idő miatt – már a legfiatalabb korosztályt is veszélyezteti (WHO, 2010; HBSC, 2016; Keane és mtsai, 2017).

A gyermek- és ifjúkorban rögzült minták pedig döntő mértékben befolyásolják későbbi viselkedésünket, meghatározhatják további életünket, egészségi állapotunkat (Currie és mtsai, 2012).

A modern népegészségügy jelentős része manapság nem orvosi beavatkozás, hanem az intézkedések egyrészt a fizikai környezetet, másrészt a társadalmi környezetet, illetve magukat az egyéneket célozzák meg (Flynn és Falkner, 2011; Martos, 2012).

Ilyen nagyszabású beavatkozás volt a mindennapos testnevelés 2012-től felmenő rendszerben történő bevezetése is hazánkban, az amerikai és európai „Exercise is Medicine” gyermekeket és felnőtteket is érintő programjai, Baden-Württemberg tartomány minden kisiskolást bevonó egészségfejlesztő kezdeményezése.

Az életvitelbe illesztett rendszeres testmozgás célja az egészség, a fittség, az edzettség elérése és megtartása. A testi és lelki jóllét rendszeres testmozgás nélkül elképzelhetetlen, annak minél korábbi életkorban történő beillesztése mindennapjainkba lehet hatásos a prevencióban is.

Így, az egészség- és a sporttudománnyal foglalkozó kutatók és gyakorlati szakemberek számára kiemelt feladattá vált a betegségek fizikai aktivitás segítségével való megelőzése és kezelése.

A mindennapos testmozgás, a rendszeres sport ezért fontos társadalmi és gazdasági szerepet is betölt és nagyban hozzájárul a társadalom életminőségéhez (Ács és mtsai, 2011).

A tanulmány az elmúlt években az általános és középiskolás tanulók és egyetemi hallgatók körében összetett szempontrendszer alapján végzett vizsgálatok legfontosabb tapasztalatait mutatja be, bízva abban, hogy a kutatási eredmények hozzájárulnak a szakmai alapokon nyugvó, hatékony döntések és intervenciók kialakításához (Szmodis és mtsai 2013; 2014a; 2014b; 2016a; 2016b; 2017a).

A szerző által jelen értekezésben bemutatott kutatások az egészséges gyermekek, serdülők és fiatal felnőttek aktuális egészségi állapotát és annak a fizikai aktivitással összefüggő jelenségeit ismertetik, bemutatva az egészség szempontjából legfontosabb eredményeket.

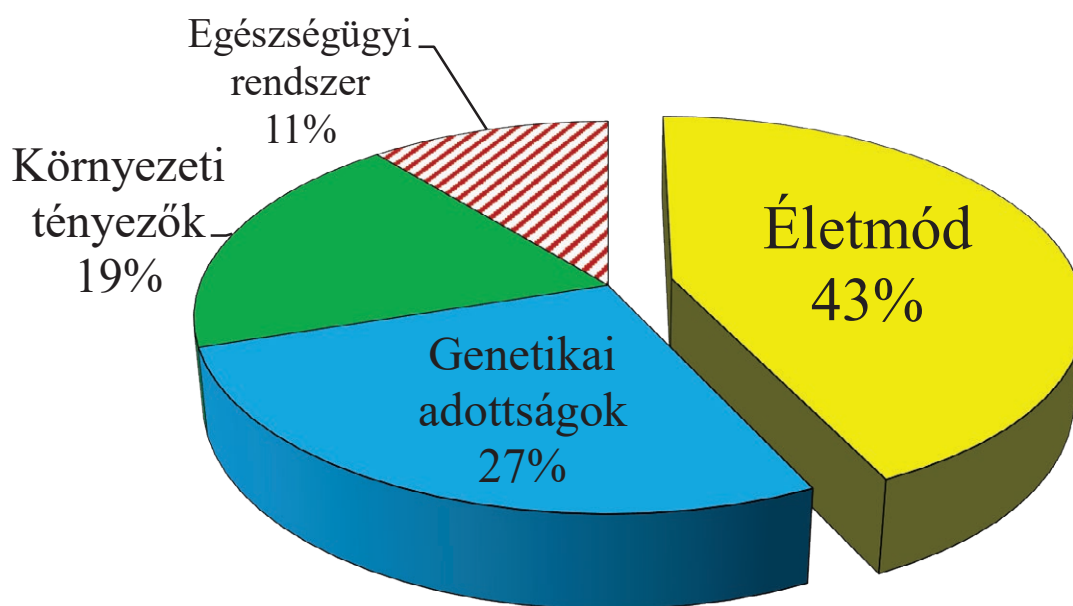
Munkacsoportunk azonban élsportolók, idősebbek és betegek (Protzner és mtsai, 2015; Trájer és mtsai, 2015; Bosnyák és mtsai, 2015, 2016; Szmodis és mtsai, 2015a, 2017b) állapotfelmérésével is foglalkozik, így a már gyermekkorban jelentkező egészségügyi problémák megfelelő értelmezése, az eleve interdiszciplináris jellegű sporttudomány számos módszerét felhasználva több szempontból is lehetséges és szükséges feladatunk.

2. A téma tudományos háttere

A gyermekek és a serdülők rendszeres és egyre inkább egészségközpontú vizsgálata jelentős múlt-
ra tekint vissza, mivel a fiatalok aktuális állapotának rögzítése tükrözi a felnövekvő nemzedék
egészségi helyzetét, jellemezheti a későbbi felnőtt lakosság egészségi állapotának alakulását, így
iránymutatóul szolgálhat a mindenkori egészségügyi kormányzat számára a beavatkozási pontok
kialakításához is.

Egészségi állapotunkat, fizikai teljesítőképességünket örökletes és környezeti tényezők is befolyá-
solják, esetenként meg is határozzák, azonban életmódunk, azon belül is habituális fizikai aktivi-
tásunk szintje rajtunk múlik (1. ábra).

Így az életmód jelenleg is jellemző populációs és/vagy generációs jelentős változása indokolttá
teszi, hogy napjainkban is nyomon kövessük és igazoljuk a rendszeres testmozgás, sportolás pre-
venációs és kuratív hatását.



1. ábra. Az egészséget meghatározó tényezők (WHO)

A teljesség igénye nélkül, döntően az elmúlt évtized vizsgálataira fókuszálva, röviden érdemes áttekinteni a fiatal generációk egészségi állapotát felmérő, a belső összefüggések feltárását célzó összetett vizsgálataink hazai és nemzetközi irodalmi előzményeit.

Humánbiológiai vizsgálatok

A felnövekvő gyermekek és serdülők (6-19 évesek) biológiai fejlődésében a legfőbb állomásokat a genetika, a humán- és fejlődésbiológia, az élettan és a gyermek-munkaélettan napjainkban elfogadott eredményein keresztül érdemes áttekinteni (Szmodis, 2015b).

A fiatalok esetében kifejezetten szükségesek a jól megtervezett, rendszeres felmérések.

A humánbiológiai vizsgálatok képet adnak az alkati, testösszetételbeli, valamint a testarányokat érintő jellemzőkről (Szmodis, 2006).

A korosztályonként megfigyelhető jelenségek, adatok rávilágítanak a nemi különbségekre, a biológiai fejlődést befolyásoló szocio-ökonómiai és életmódbeli jellemzők szerepére, a szekuláris változásokra (Malina és mtsai, 2005; Mészáros Zs. és mtsai, 2008a, 2008b; Szmodis, 2006; Szmodis és mtsai, 2013).

A humánbiológiai vizsgálatok segítséget nyújthatnak a civilizációs betegségek prevenciójában, valamint a kiemelkedően fontos beavatkozások – a teljes magyar közoktatásban résztvevő gyermekek mindennapos testnevelésének bevezetése, valamint a különböző regionális mozgásprogramok – szakmai tervezésében és a hatáselemzésben is (Protzner és mtsai, 2015).

A mozgásszegény életmóddal és a kedvezőtlen táplálkozási szokásokkal kialakuló, mára népbetegségnek tekinthető elhízás miatt a relatív testzsírtartalom, a zsír-izom arány alakulása, jobb híján a testtömeg-index kiemelt figyelmet érdemel (Malina és mtsai, 2005; Joubert és mtsai, 2006; Mészáros Zs. és mtsai, 2008).

A gyermekkorban jelentkező elhízás nagy valószínűséggel felnőttkorban is fennmarad. Bizonyított tény, hogy a magas relatív zsírhányad kedvezőtlen hatású a fizikai teljesítményre is (Pampakas és mtsai, 2008; Ara és mtsai, 2010; Szmodis, 2003, 2010; Mészáros és mtsai, 2011).

A legfrissebb hazai longitudinális növekedés vizsgálatot Joubert és munkatársai (2006) végezték, emellett 2003 és 2006 között, a II. Országos Növekedésvizsgálat keretében több mint 25 ezer gyermek és serdülő biológiai státuszát, valamint életmódját vizsgálták hazai kutatók (Bodzsár és Zsákai, 2012).

Kvantitatív ultrahangos csontsűrűség mérés

A civilizációs betegségek közé tartozik a csontozatot érintő, napjainkban egyre korábban és gyakrabban jelentkező osteopénia és osteoporózis is. Megelőzésében és kialakulásának későbbi időpontra való kitolódásában kiemelt szerepe van az életmódnak.

Fontos tudnunk, hogy a maximális csonttömeg 90%-át 18-20 éves korunkig szerezzük meg, tehát a gyermek- és serdülőkor kiemelt jelentőségű a prevenció terén.

Különös jelentősége van a gravitáció ellenében (weight-bearing activity) végzett sportaktivitásoknak (Pitukcheewanont és mtsai, 2010; Szmodis és mtsai, 2011).

A gyermekek csontvizsgálata esetében az ISCD (International Society for Clinical Densitometry) által elfogadott egyik eljárás a csontok *kvantitatív ultrahangos* (QUS) vizsgálata. Populációs vizsgálatokban ez a módszer a leghasználatosabb, mivel így kiküszöbölhető a röntgensugárzás károsító hatása, viszonylag olcsó, és hordozható műszerrel is megvalósítható.

Emellett az ultrahangos vizsgálat az ásványi tömegén kívül egyéb csonttulajdonságokat is feltárhat, mivel az ultrahanghullám bizonyos paramétereire a csont mikroszerkezeti eloszlása és rugalmassága is befolyással van (Hosszú, 2009).

A csont ásványi-anyag tartalma függ az életkortól (Szmodis és mtsai, 2011, 2016a; Lee és mtsai, 2011), a testösszetételtől: a tapasztalatok szerint a túlsúlyos és elhízott fiatalok alacsonyabb relatív csonttömeggel rendelkeznek (Templeton és mtsai, 2010).

Befolyásoló tényező a táplálkozás, azon belül a megfelelő kalciumbevitel is (Uenishi és Nakamura, 2010; Szmodis és mtsai, 2016 a,b).

A rendszeres testmozgás és a sport hatását is többen vizsgálták (Tarakçi és Oral, 2009; Falk és mtsai, 2010, Szmodis és mtsai, 2010, 2017). Bár nem minden vizsgálat mutatott ki jelentős hatást, általában a rendszeres fizikai aktivitás az ultrahangos csontjellemzők alakulását is kedvezően befolyásolta (Babatunde és Forsyth, 2013, Szmodis és mtsai, 2017a).

Magyarországon eddig viszonylag kevés ultrahangos csontvizsgálat történt gyermekek körében (Targubáné és mtsai, 2007; Hosszú és mtsai, 2009; Szmodis és mtsai, 2011, 2016a), így az értekezésemben bemutatott széles korintervallumú, nagy elemszámú felmérésünk során mért adataink epidemiológiai jelentőséggel is bírnak.

Kardiovaszkuláris mutatók

Számos tudományos bizonyíték támasztja alá a gyermek- és serdülőkori vérnyomásmérés és utánkövetés fontosságát, mivel a felnőttkori magas vérnyomás (hipertónia) prediktív tényezőjeként kezelhető tényező.

A gyermek- és serdülőkorban jelentkező hipertónia szerepet játszhat az érlelmeszesedés és a kardiovaszkuláris betegségek kifejlődésében is. Így fontos a gyermekkori hipertónia és a hipertóniát megelőző állapot felismerése és mihamarabbi kezelése (Thompson és mtsai, 2013; Samuels és mtsai, 2015).

A túlsúly és az elhízás növekvő gyakoriságával is összefügg a gyermekkori emelkedett vérnyomás gyakoribb megjelenése (Flynn és Falkner, 2011).

A vérnyomást számos külső tényező befolyásolja – többek között az aktuális érzelmi-fizikai állapot, fizikai aktivitás, testmozgás, étkezés, alkoholfogyasztás, dohányzás –, és az értékek egy napon belül is gyorsan változhatnak, valamint ezekhez még a naponta, havonta ingadozó hormonváltozások is társulhatnak (Barna, 2014).

Az emelkedett vérnyomás megállapítására a fiatalok esetében nem alkalmazható egyetlen határérték megadása. Az életkorral és a növekedéssel a vérnyomás normál értéke is nő.

Egészséges gyermekek körében a normál és az emelkedett vérnyomás ezen értékek normatív eloszlásán alapul. A vérnyomás percentilisek évre, nemre, magasságra vannak korrigálva. Hazánkban is készült referencia adatbázis a 2. Országos Növekedésvizsgálat (2003–2006) keretében (Bodzsár és Zsákai, 2012).

A habituális fizikai aktivitás vizsgálata akcelerométerrel

A fizikai aktivitás mennyiségét, intenzitását, a sportolási szokásokat legtöbbször kérdőíves vizsgálatokkal becsüljük. A fizikai aktivitás objektív, akcelerométeres mérése viszonylag új módszer, és kiegészítve az aktivitási kérdőíveket, pontosabb képet nyújt az egyének, adott csoportok aktivitási szintjéről.

A testmozgás intenzitása a metabolikus ekvivalens (1 MET = 3,5 ml O₂/kg/perc, azaz a nyugalomban szükséges O₂-felhasználás) segítségével jellemezhető. Ennek alapján a következő intenzitás kategóriákat határozták meg: *könnyű fizikai aktivitás* (LPA – Light Physical Activity) a 1,5 és 3,0 MET közötti, *közepes fizikai aktivitás* (MPA – Moderate Physical Activity) a 3,0 és 6,0 MET közötti, *nehéz fizikai aktivitás* (VPA – Vigorous Physical Activity) a 6,0 MET fölötti értékkel azonos aktivitás.

Emellett legtöbbször az ún. MVPA aktivitással (Moderate to Vigorous Physical Activity) is számolunk, legtöbb esetben a nemzetközi ajánlásokat is erre vonatkozóan adják meg.

A WHO jelenlegi, elfogadott ajánlásai szerint 5-18 éves kor között napi minimum 60 perc, fejlesztő hatású, többféle változatos mozgást magában foglaló MVPA aktivitás szükséges (American College of Sports Medicine; American Heart Association, 2007; és Strong és mtsai, 2005 nyomán adaptálva; WHO, 2010 felnőttekre vonatkozó ajánlások).

A fiatalok fizikai állapotának és teljesítőképességének kedvezőtlen alakulása miatt azonban sok kutató egyre inkább ennek az időtartamnak a másfél-kétszeresét tartaná megfelelőnek.

Több, bár esetenként alacsony elemszámú vizsgálat alapján megállapíthatjuk, hogy a gyermekek jelentős része nem tölt megfelelő mennyiségű időt a közepes és magas intenzitású tartományban, főleg hétvégén, viszont ébren töltött idejének jelentős részét (10-13 órát) ülő tevékenység tölti ki (Wilks és mtsai, 2010; Trost és mtsai, 2012; Molnár és Kovács, 2014; Trájer és mtsai, 2014; Protzner és mtsai, 2015).

Kérdőíves felmérések

A gyermekek és serdülők életmódját (fizikai aktivitás szintje, táplálkozási szokások), szocio-ökonomiai helyzetét, közérzetét, egészségképét és egészségmagatartását vizsgáló kérdőíves felmérések évtizedek óta jelen vannak a nemzetközi és hazai kutatásokban (HBSC, Németh és mtsai, 2010; Bodzsár és Zsákai, 2012; Cselik és mtsai, 2015).

Az iskoláskorúakra is egyre jellemzőbb a fizikai aktivitás alacsony szintje és az ülő életmód: a felmérések szerint a lányok 45%-a, a fiúk körülbelül 35%-a az iskolai testnevelés órán kívül szinte egyáltalán nem mozog, és a diákok átlagosan több, mint napi két órát töltenek csak a televízió előtt, emellett a képernyőhasználat időtartama még tovább is nő az életkorral (Vítályos és mtsai, 2010).

A fizikai aktivitás rendszeressége és időtartama nem és életkor függő. Németh és munkatársai (2010) önbevalláson alapuló kérdőíves felmérésében a vizsgálatot megelőző héten a megkérdezett tanulók 17,3%-ára volt jellemző, hogy elérte a minimum napi 60 perc fizikai aktivitást, s ez is inkább a fiúkra volt csak igaz.

Az OÉTI vezetésével budapesti iskolások körében végzett felmérés (2005/2006-os tanév) szerint a 7-14 éves tanulók körében a túlsúly és az elhízás előfordulása 25%-os volt (Martos, 2012).

A magyarországi, országos vizsgálatok során azt is megállapították, hogy a mozgásszegény életmódú gyermekek az egészségi állapotukat rosszabbnak ítélték meg (szubjektív egészségkép), emellett gyakrabban panaszkodtak pszicho-szomatikus tünetekre, mint aktív kortársaik (Vítályos és mtsai, 2010).

3. Célkitűzések és hipotézisek

Az irodalmi előzmények áttekintése és eddigi vizsgálataim alapján a következő feltevéseket fogalmaztam meg:

- A fiatal generációk számos, és egyre fiatalabb korban jelentkező rizikófaktorral rendelkeznek
- A rendszeres fizikai aktivitás kedvezően befolyásolja a morfológiai, fiziológiai és pszichoszomatikus jellemzőket, de ez a hatás eltér a két nemből és korcsoportonként is
- Az egyetemisták annál több kockázati tényezővel jellemezhetőek, minél kevesebbet mozognak
- A rendszeres fizikai aktivitás kedvező hatása csak serdülőkoruktól jelenik meg az ultrahangos csontjellemzőknél

Feltevéseim igazolására az alábbi célokat tűztem ki:

- Iskoláskorúak (7-19 évesek) egészségközpontú összetett nagymintás felmérése
- A fizikai aktivitás és a testi-lelki tulajdonságok összefüggéseinek feltárása iskoláskorúaknál
- Egyetemisták fizikai és egészségi állapotának vizsgálata és a háttértényezők elemzése
- Életkori és nemi hazai referenciaértékek meghatározása magyar gyermek- és serdülőkorúak ultrahangos csontparamétereinek vizsgálata alapján

4. Módszerek

Vizsgált személyek

A több mint 3400 közoktatásban résztvevő iskolai tanuló az ország minden régiójából, mindenféle településtípusról, illetve iskolatípusból (állami és egyházi általános iskola, 4, 6, és 8 osztályos gimnázium, szakközép- és szakiskola) vett részt önkéntesen, írásbeli szülői engedéllyel, az iskola hozzájárulásával és reverzibilis anonimitással a vizsgálatban. A vizsgálatok során a felmérések a Helsinki alapelvek betartásával zajlottak. A vizsgálat menetéről és céljairól szóbeli tájékoztatást is kaptak a résztvevők, és a gyermekek bármikor elállhattak a vizsgálat folytatásától. Amennyiben a résztvevő iskola igényelte, összefoglaló jelentést is kaptak a tanulók aktuális állapotáról.

A 7-19 éves gyermekeket nemenként, éves korosztályokba, valamint nagyobb iskolai korcsoportokba (1-4. és 5-8. osztályosok, középiskolások: 9-12. osztályosok) is soroltam.

Az egyetemisták (N=287) győri és veszprémi fakultásokra jártak.

Alkalmazott módszerek

A humánbiológiai vizsgálatok során a Nemzetközi Biológiai Program ajánlásai (Weiner és Lourie, 1963) alapján 24 testméret felvétele történt validált mérőeszközökkel, amelynek alapján meghatároztam a résztvevők abszolút és relatív testméreteit, testtömeg-indexét, testösszetételét és testalkatát.

A kvantitatív ultrahangos csontsűrűség mérés Sonost 3000 csontdenzitométerrel történt. Az elemzésbe a három abszolút paramétert vontam be: Speed of Sound, SOS (m/s); Broadband of Ultrasound Attenuation, BUA (dB/MH), Bone Quality Index, BQI= α SOS+ β BUA (ahol α : hőmérsékleti korrekciók), mivel ezek a változók nemcsak a csont sűrűségéről, hanem minőségéről és a későbbi törési rizikóról (BQI) is tájékoztatnak.

A kardiovaszkuláris mutatók közül a nyugalmi szívfrekvencia és a szisztolés és diasztolés vérnyomás rögzítése történt digitális vérnyomásmérővel. Négy, váltott karú (bal, jobb, bal, bal) mérés átlagát használtam az értékeléshez.

A habituális fizikai aktivitás objektív vizsgálata Actigraph 3GTX akcelerométerrel valósult meg, a résztvevők öt napig (egy hétvégi nappal) viselték a szenzort, az elemzésbe a reggel és este nyolc óra közötti időtartamot vontam be.

A szocio-ökonómiai, étkezési, pszichoszomatikus jellemzők, valamint a szubjektív egészség- és énkép felmérésére validált kérdőíveket alkalmaztam. A pszichoszomatikus tünetek összpontszámából egy ún. közérzet mutatót hoztam létre. A kérdőíveket az alsó tagozatos, 1-4. osztályos gyermekek szülei segítségével töltötték ki, az ennél idősebbek önállóan.

Az egyetemisták „Magyarország átfogó egészségvédelmi szűrőprogramja 2010-2020”

vizsgálatsorozat szűrőkamionos felmérésében is részt vettek az antropometriai, csontultrahangos és kérdőíves vizsgálatokon kívül. A hallgatók emellett 20 méteres ingafutás próbát is végeztek, az aerob állóképesség becslésére.

A statisztikai elemzések során alapstatisztikát számoltam, valamint normalitás-vizsgálatot végeztem.

A nemek, illetve a sportolók és nem sportolók összehasonlítására kétmintás t-próbát és Mann-Whitney U próbát; a különböző kohorszok összehasonlítására variancia-analízist alkalmaztam (ANOVA Tukey Post-Hoc test, MANOVA).

Az összefüggéseket lineáris korreláció-analízissel és többváltozós regressziós modellel vizsgáltam. Az egyetemista mintában egy ún. kockázati tényezőt is meghatároztunk a testösszetétel, a vérnyomás, a dohányzás, a depresszióra való hajlam, a mozgásszegény életmód, a kedvezőtlen étkezés és a családi háttér alapján.

Az ultrahangos csontparaméterek referencia centiliseinek (numerikus és grafikus értékek) meghatározásához LMS programot alkalmaztam.

A statisztikai értékelések során a szignifikanciaszint $p < 0,05$ volt.

5. Eredmények

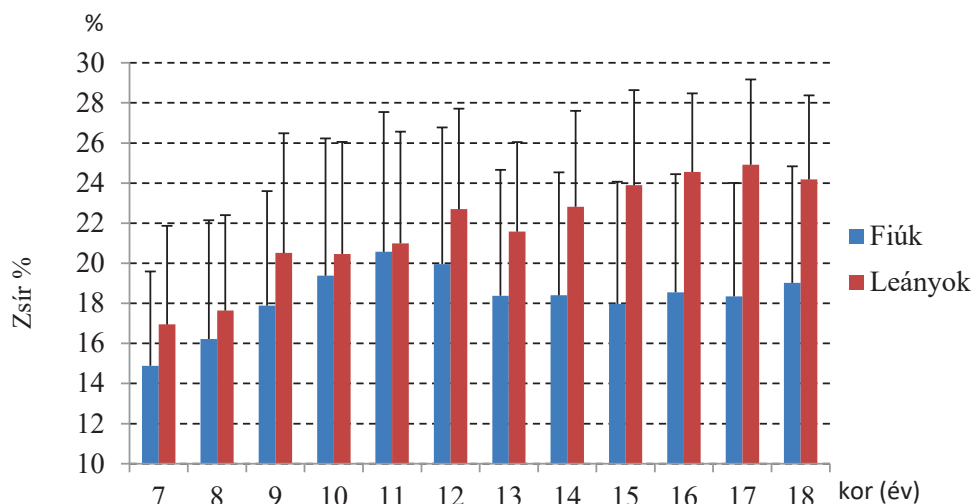
Ebben a fejezetben az utóbbi években végzett számos kutatás közül azokat mutatom be röviden, amelyekben saját kutatási koncepció alapján végeztem a vizsgálataimat és elemeztem az eredményeket.

5.1 Iskoláskorúak egészségközpontú összetett vizsgálatsorozata

Az eredményekről külön kötetben számoltunk be (Szmodis és mtsai, 2014a), így jelen összefoglalásban csak néhány változó nemi és életkori mintázata, illetve a rendszeres sportolás összefüggései szerepelnek, a több mint 3400 iskoláskorú (7-19 éves) magyar általános és középiskolás gyermek és serdülő felmérése alapján.

5.1.1 Humánbiológiai vizsgálatok - testösszetétel

A lányok relatív zsírtömeg átlagai szignifikánsan nagyobbak voltak, mint a fiúké, kivéve 8 és 10-11 éves korban. A lányok esetében a zsírhányad az életkorral párhuzamosan nőtt, azonban a legidősebbeknél – feltehetően az ebben az életkorban jellemző testsúly-kontroll miatt – szignifikánsan kisebb volt, mint a 16-17 éveseknél. A fiúk esetében a szomszédos korcsoport-átlagok nem különböztek, a nemre jellemző relatív és abszolút zsírvesztés ebben a mintában is igazolható volt (2. ábra).



2. ábra. A relatív zsírtömeg nemenként és életkoronként (átlag és szórás) (Szmodis és mtsai, 2014)

Megvizsgáltam, hogy a fiúk esetében 22%, a leányok esetében 25% feletti testzsírtartalommal hányan rendelkeznek (Lohman, 1992), az így kiszűrt túlsúlyos és elhízott gyermekek elemszámát és arányát az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. A relatív testzsír (%) alapján kiszűrt túlsúlyos és elhízott gyermekek gyakorisága (Szmodis és mtsai, 2014)

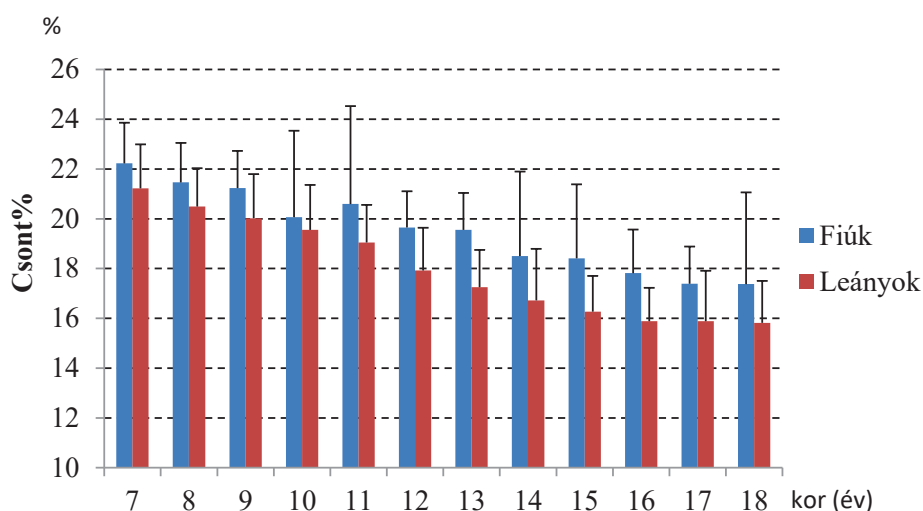
	Túlsúly		Elhízás	
	N (fő)	%	N (fő)	%
Fiúk	293	20,15	97	6,70
Leányok	348	24,28	104	7,26

2. táblázat. A testtömeg-index (BMI) alapján kategorizált gyermekek eloszlása (Szmodis és mtsai, 2014)

BMI percentilis kategóriák	N	%
súlyhiány	93	3,12
sovány	186	6,25
megfelelő	1929	64,86
súlyfőlösleg	487	16,37
túlsúly	183	6,15
kóros elhízás	96	3,22
teljes minta	2974	100,0

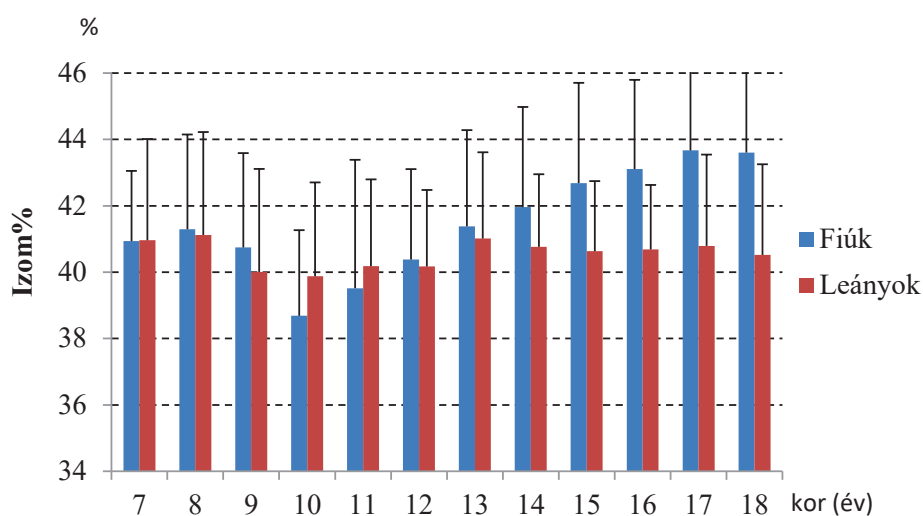
A testtömeg index, mint tápláltsági mutató az epidemiológiai vizsgálatokban a leggyakrabban használt szűrési lehetőség, ezért meghatároztam az egyes BMI kategóriák (Joubert és mtsai, 2006) gyakoriságait (2. táblázat). Érdekes tapasztalat, hogy a sovány kategóriába tartozók aránya megegyezik a túlsúlyosakéval, és a két szélső kategória (súlyhiány és kóros elhízás) előfordulási

gyakorisága is azonos volt. A relatív zsírtömeg életkori és nemi átlagai, valamint a testzsírhányad alapján kiszűrt gyermekek nagyobb aránya azonban ismételten felhívja a figyelmet a testtömeg-index alkalmazhatóságának korlátaira (Mészáros J. és mtsai, 2010). A 2013-14-ben felmért nagy elemszámú mintában, a közel egy évtizeddel korábban végzett előzőekben említett kérdőíves módszerekhez, és az országos antropometriai vizsgálatokhoz hasonló eredmények tapasztalhatók, a relatív zsír alapján azonban, a túlsúlyos és elhízott gyermekek aránya nagyobb, mint a korábbi vizsgálatokban.



3. ábra. A relatív csonttömeg nemenként és életkoronként (átlag és szórás) (Szmodis és mtsai, 2014)

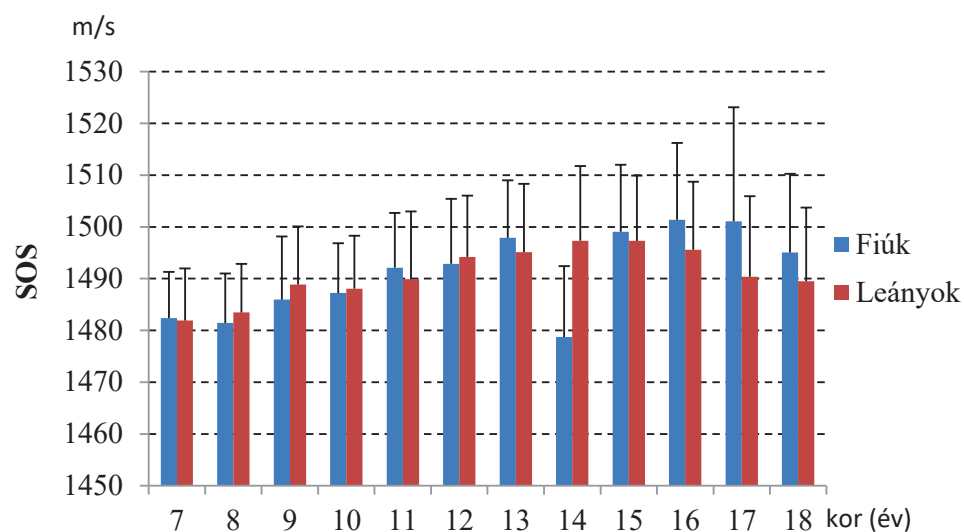
A relatív csonttömeg az életkor előrehaladtával csökken, a leányok százalékos értéke következetesen kisebb, mint a fiúké, a különbség azonban nem szignifikáns (3. ábra). Az izomhányad az iskoláskor elején nem különbözik, majd a 10-11 éves leányok relatív izomtömege, korábbi érésük miatt, bár nem szignifikánsan, de meghaladja a fiúkét. Az izom aránya a teljes testtömeghez viszonyítva azonban a leányok esetén nem növekszik az életkorral, míg a fiúké folyamatos növekedést mutat (4. ábra).



4. ábra. A relatív csonttömeg nemenként és életkoronként (átlag és szórás) (Szmodis és mtsai, 2014)

5.1.2 Kvantitatív csontsűrűség-mérés

A csont sűrűségét és rugalmasságát jellemző index (SOS) életkori és nemi variációit az 5. ábra mutatja be. Nem volt szignifikáns különbség a nemek között. A fiúk átlagai az egymást követő korcsoportokban nem, 2-3 éves eltéréssel azonban szignifikánsan különböztek 15 éves korig, az ennél idősebbeknél már nem volt jelentős eltérés. A 14 évesek jelentősen alacsonyabb átlaga nem követi az életkorral párhuzamosan növekvő tendenciát, ehhez feltehetően a serdülőkori növekedési lökés is hozzájárul, amikor a csontok jelentős hosszbeli gyarapodását csak később kíséri a szélességi méreteinek növekedése és a csont minőségi változása. A 7-11 éves leányok SOS értékei szignifikánsan alacsonyabbak voltak, mint az ennél idősebbeké, és esetükben is csak 2-3 éves életkori különbségek esetén adódtak jelentős eltérések.



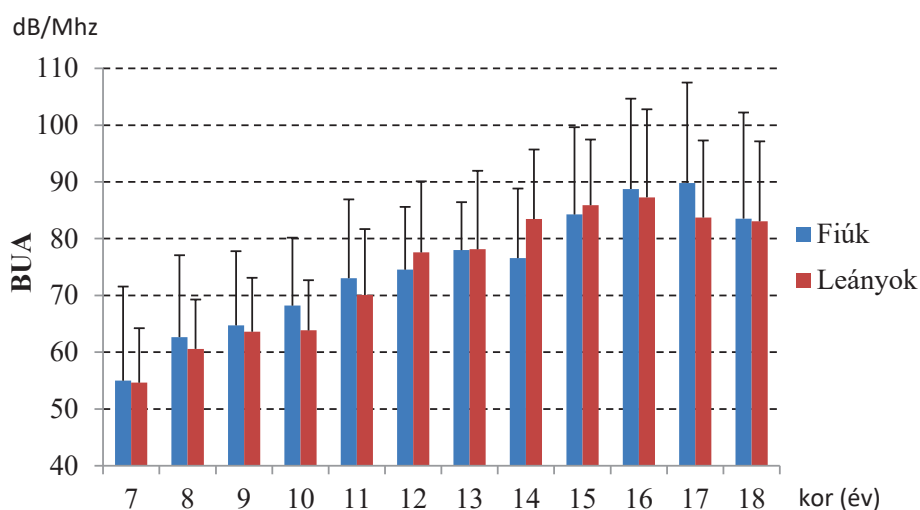
5. ábra. SOS értéke nemenként és életkoronként (átlag és szórás) (Szmodis és mtsai, 2014)

A csont mikroarchitektúrájáról és a csonttömegről tájékoztat a frekvenciafüggő ultrahang-gyengülést (BUA, dB/MHz). A csonttömeget jellemző BUA mutató néhány korcsoportban szignifikánsan különbözött a két nemben, a 10, 17-18 éves fiúk átlagai szignifikánsan nagyobbak voltak, a 14 éveseknél, hasonlóan az előző csontjellemzőhöz, a leányok átlaga volt nagyobb (6. ábra). Az egymást követő korcsoportok, kivéve a 14-15 éves fiúkat, nem különböztek, 2-3 évnyi korkülönbség esetén viszont az eltérés jelentős volt.

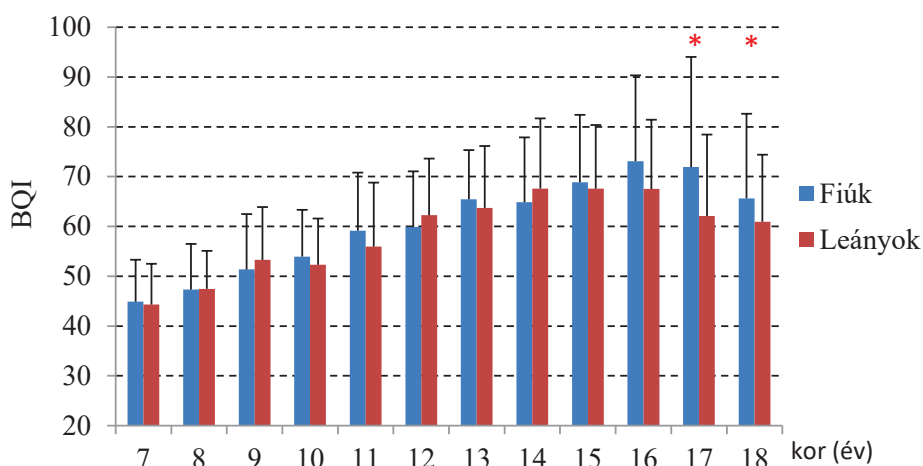
Az ultrahangos csontjellemzők közül a csontsűrűségről és a csont mikroarchitektúrájáról, valamint a törési rizikóról is információt nyújtó ún. csont minőségi index (BQI: Bone Quality Index) életkori és nemi variációi láthatók a 7. ábrán.

A csont minőségét mutató index (BQI) csak a 17-18 éves fiúk és leányok esetén különbözött szignifikánsan. Az értékek az életkorral folyamatosan, lassan növekedtek, a leányoknál a korcsoportok között jelentős életkori változást nem tapasztaltunk, a fiúknál is csak a fiatalabbaknál és csak 2-3 év korkülönbség esetén, hasonlóan Lee és munkatársai (2011) longitudinális vizsgálatához. A rendszeres fizikai aktivitás szintje és a táplálkozás is befolyásolja a csontok fejlődését és minőségét.

A sportolás kedvező hatásai számos morfológiai és fiziológiai jellemző esetén csak hosszú évek alatt alakulnak ki, így a következő táblázatban a legidősebbek (16-18 évesek) értékeit mutatom be (3. táblázat).



6. ábra. A BUA értéke nemenként és életkoronként (átlag és szórás) (Szmodis és mtsai, 2014)



7. ábra. Bone Quality Index nemenként és életkoronként (átlag és szórás) (Szmodis és mtsai, 2014)

Sportolónak minősítettem a több mint 4 éve, minimum heti háromszor edző gyermekeket. Ebben az adatelemzésben vizsgáltam a tej és a tejtermék fogyasztását is (Szmodis és mtsai, 2016).

3. táblázat. Sportoló és nem sportoló fiúk és leányok ultrahangos csontjellemzői (átlag és szórás)

	Nem sportoló fiúk	Sportoló fiúk	Nem sportoló leányok	Sportoló leányok
SOS (m/s)	1493,16±11,51	1507,00±12,25	1486,68±11,14	1501,40±13,87
BUA (dB/MHz)	83,79±14,26	91,99±11,78	85,25±12,51	90,96±8,48
BQI	66,17±13,28	77,77±11,29	63,25±12,39	73,28±9,31

A sportoló serdülők átlaga szignifikánsan nagyobb volt az ultrahangos csontjellelmzők esetén és legjobb értékekkel – bár a különbség ez esetben nem volt jelentős – a sportoló és napi vagy napi többszöri tej és tejtermék fogyasztók rendelkeztek. Mindezek alapján megállapítható, hogy a rendszeres sportolás, a csontok minőségét is jellemző ultrahangos csontparamétereket is kedvezően befolyásolja.

5.1.3 Kardiovaszkuláris mutatók

A gyermek- és felnőttkori vérnyomás között csak laza kapcsolat mutatható ki, mégis a vizsgálatok alapján feltételezhető, hogy a vérnyomás is ún. “tracking” tendenciával bír, azaz a serdülőkori vérnyomás értékekből előre lehet jelezni a felnőttkori értékeket.

A gyermekek és serdülők szisztolés és/vagy diasztolés vérnyomásának egyedi értékelését a hazai referencia értékek (Bodzsár és Zsákai, 2012) alapján végeztük.

Figyelembe véve az életkori és nemi differenciákat, összességében szignifikánsan több fiúnál állapíthattunk meg enyhén emelkedett vérnyomást, az eredményeket az 1-4., 5-8. és 9-13. osztályos gyermekek összesített adatai alapján mutatom be (4. táblázat).

A nemek közötti eltérések már 9 éves kortól megfigyelhetők: a fiúk szisztolés vérnyomása szignifikánsan magasabb volt a leányokénál, illetve a leányok nyugalmi szívfrekvenciája 10-12 éves korban és 17-18 éves korban szignifikánsan nagyobb volt a fiúkénál (8. ábra), hasonlóan más vizsgálatok eredményeihez (Rowland, 2005; Bodzsár és Zsákai, 2012; Kwok és mtsai, 2013).

4. táblázat. Enyhén emelkedett vérnyomás értékek gyakorisága (%) (Szmodis és mtsai, 2014)

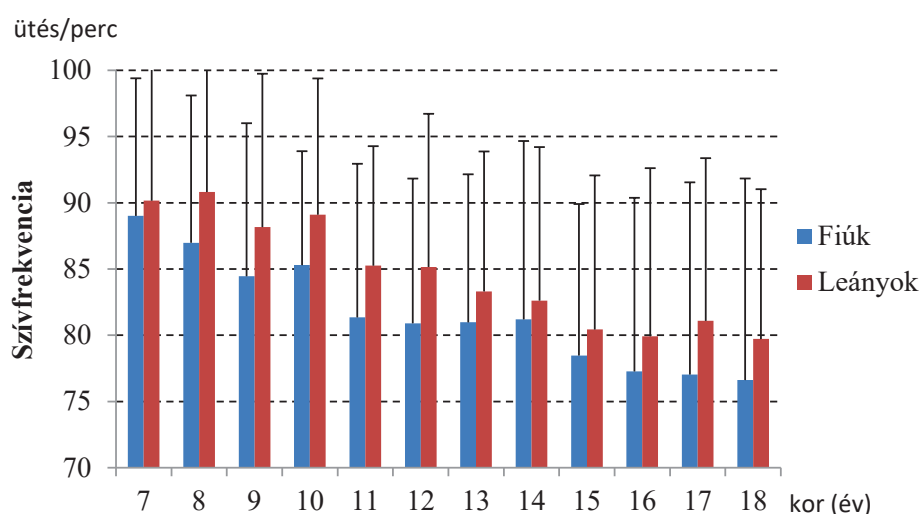
	Szisztolés vérnyomás (Hgmm)		Diasztolés vérnyomás (Hgmm)	
	Fiúk	Leányok	Fiúk	Leányok
1-4. osztály osztály	11,3%	11,4%	9,2%	8,1%
5-8. osztály	6,9%	3,5%	6,1%	4,3%
9-13. osztály	0,5%	2,6%	4,5%	6,2%

Az életkori változás és a nemi különbségek mellett, megvizsgáltam a testösszetétel, a fizikai aktivitás és a keringési mutatók összefüggését is.

Az eredmények alapján a következő megfigyeléseket tehetjük a kardiovaszkuláris mutatók gyermekkori jellegzetességeiről:

- A szisztolés vérnyomás kis mértékben, de nem lineárisan változott az életkorral.
- A 14 évesnél fiatalabbak diasztolés vérnyomás átlagai szignifikánsan alacsonyabbak voltak, mint az idősebbeké.
- A szívfrekvencia átlagai 11 éves kortól egyik nemben sem mutattak kortól függő további szignifikáns csökkenést.

- Rendkívül nagy variabilitás volt jellemző mindkét nemben.
- A nemek közötti eltérések már 9 éves kortól megfigyelhetők: a fiúk szisztolés vérnyomása szignifikánsan magasabb volt a leányokénál, illetve a leányok nyugalmi szívfrekvenciája 10-12 és 17-18 éves korban szignifikánsan nagyobb volt a fiúkénál.
- A fiúnál gyakrabban fordult elő emelkedett szisztolés és/vagy diasztolés vérnyomás, mint a leányoknál.
- A túlsúlyos és elhízott serdülőkorú gyermekek magasabb, a fiziológiás értékeket számos esetben meghaladó vérnyomása a kedvezőtlen testösszetétel vérnyomást befolyásoló hatására enged következtetni.
- A heti sportolással töltött idő csak a legidősebbeknél (16-18 évesek) mutatott szignifikáns összefüggést a nyugalmi vérnyomás és a szívfrekvencia értékeivel.



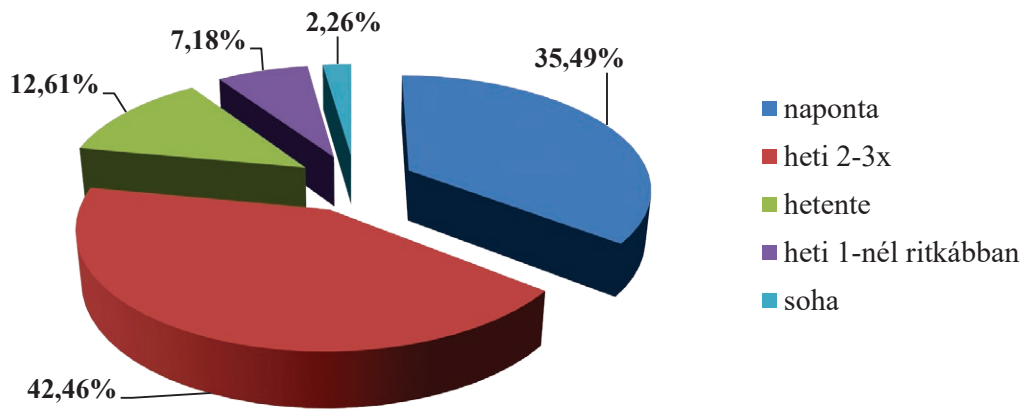
8. ábra. A szívfrekvencia értékei nemenként és életkoronként (átlag és szórás) (Szmodis és mtsai, 2014)

5.1.4 Fizikai aktivitás

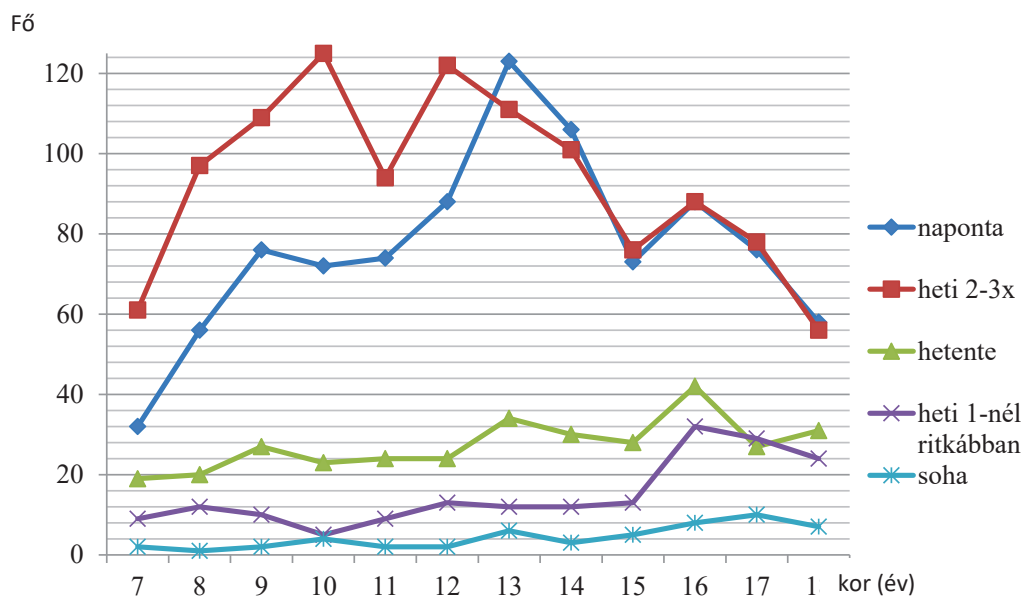
A felmérés egyik leglényegesebb vizsgálati szempontja a résztvevők sporttal, sportolási hajlandóságával volt kapcsolatos. A leányok 65%-a, a fiúk 75%-a saját bevallása szerint rendszeresen sportol.

Ebben a mintában az évekkal ezelőtti országos helyzetnél kedvezőbb a felmért fiatalok fizikai aktivitási szintje, a résztvevők kétharmada legalább hetente kétszer mozog a testnevelés órán kívül, de a kisiskoláskor után már jellemző nemi különbséggel: a leányok általában kevesebbet mozognak, mint a fiúk. Azonban a heti legalább kétszeri mozgás is inkább csak az általános iskolásokra jellemző, a középiskolásoknál az életkorral jelentős mértékben csökken a sportolás gyakorisága (9-10. ábra).

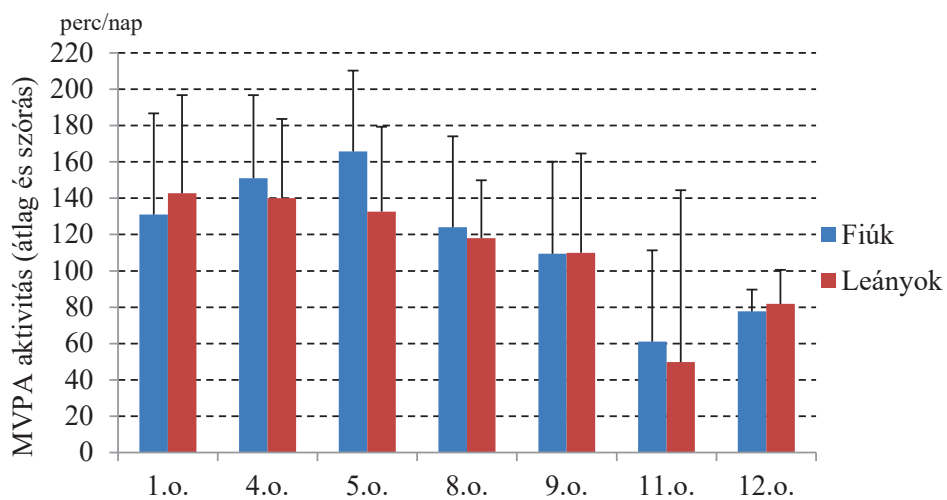
Fontosnak tartottam, hogy ne csak kérdőíves felmérésben tájékozódjunk a fiatalok fizikai aktivitásáról, így a tanulók véletlenszerűen kiválasztott közel 15%-a, öt napon keresztül akcelerométert viselt.



9. ábra. Az iskolán kívüli sportolás gyakorisága (Szmodis és mtsai, 2014)



10. ábra. Az iskolán kívüli sportolás gyakorisága életkor kategóriákra lebontva (Szmodis és mtsai, 2014)

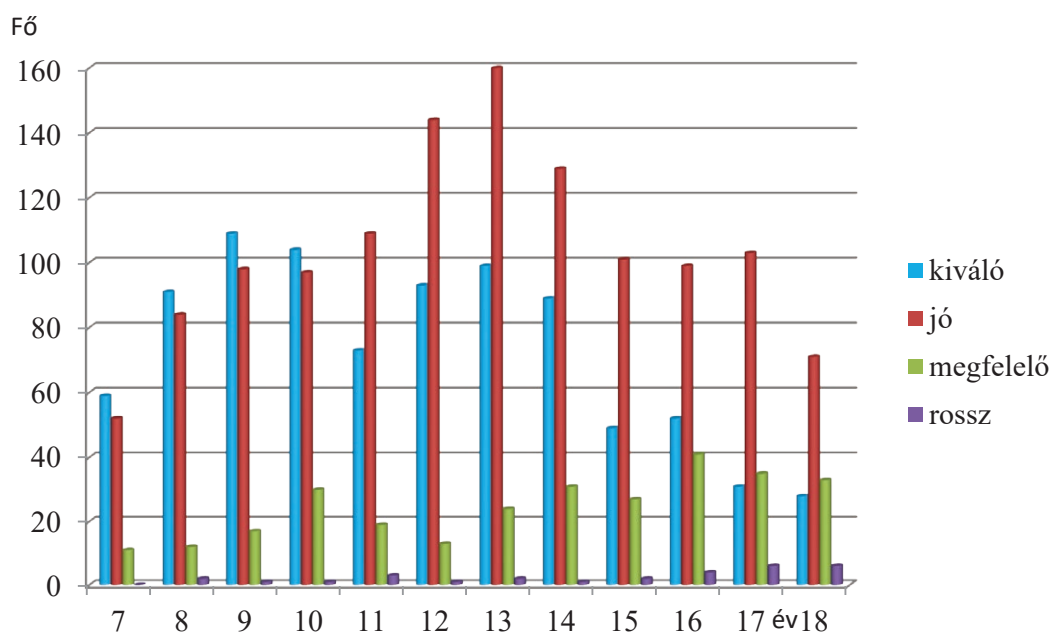


11. ábra. Közepes és magas intenzitású napi fizikai aktivitás (MVPA) az iskoláskorúaknál

A 7-10 évesek kedvezőbb aktivitási szinttel jellemezhetők, mint külföldi korosztályos társaik (Trost és mtsai, 2012), a 11 évesek visszaesése valószínűleg a nehezebb, ötödik osztályba lépéssel magyarázható. A mozgásszenzoros objektív módszer eredményei alapján (11. ábra) azonban az is megállapítható, hogy a közepes és magas intenzitású övezetben töltött időtartam jelentősen csökken a középiskolás évek végére, és a diákok nem vagy csak épphogy érik el a napi minimum ajánlott fizikai aktivitást. Ugyanakkor sajnos az is elmondható, hogy az ülő tevékenységgel töltött időtartam az életkorral nő, a legkevesebbet mozgó 11. osztályos diákok esetében átlagosan elérte a napi 700 percet, azaz több mint 11 órát töltöttek reggel nyolctól este nyolcig üléssel a vizsgált tanulók.

5.1.5 Egészségkép, pszichoszomatikus tünetek

A kérdőíves felmérésben a résztvevők minősítették szubjektív egészségképüket egy négyfokú skálán, valamint 12 pszichoszomatikus tünet (fejfájás; gyomor- vagy hasfájás; hátfájás; kedvetlenség, rosszkedv; ingerlékenység, indulatosság; félelem; idegesség; álmatlanság; többszöri felébredés; szédülés; fáradtság, kimerültség; hányinger, hányás) az elmúlt félévre vonatkozó gyakoriságára is rákérdeztünk egy ötfokú skála segítségével (Currie, 2012), melyek összpontszáma adta az ún. közérzet mutatót. A diákok szubjektív egészségképe pozitív: a leányok 84%-a jelölte, hogy „jó”, vagy „kiváló” az egészsége, a fiúk közel 90%-a jelölte meg ugyanezeket a válaszokat. Ezen belül azonban a leányok alig harmada, a fiúk kicsit több mint kétötöde a kiváló kategóriát adta meg. Csak „megfelelő” egészségi állapotú a leányok 10%-a, illetve a fiúk 14%-a. A leányok 2%-a, a fiúk kevesebb mint fél százaléka ítéli rossznak egészségét. Az egyes korcsoportok egészségképét a 12. ábra mutatja. A 9-10 évesek jelölték meg legtöbbször a „kiváló” választ, a 17-18 évesek közül a legkevesebben, és sajnos körükben a „megfelelő” válaszok gyakoribbak, mint a „kiváló” válaszok. Szignifikáns kapcsolat volt a rendszeres sporttal: aki többet sportol, jobb egészségképpel rendelkezik.



12. ábra. Egészségi állapot szubjektív értékelése életkorokra lebontva (Szmodis és mtsai, 2014)

Az életkorral a félelemérzeten kívül minden pszichoszomatikus tünet gyakorisága nő, leginkább a kedvetlenség, rosszkedv ($r=0,27$), az idegesség ($r=0,34$), az álmatlanság és a fáradtság, kimerültség ($r=0,32$), ennek megfelelően az összpontszám is, azaz a közérzet mutató ($r=0,36$) is.

Szignifikáns korreláció volt tapasztalható a fizikai aktivitással két pszichoszomatikus tünetnél: aki kevesebbet sportol, többször kedvetlen, rosszkedvű, valamint többször érez félelmet.

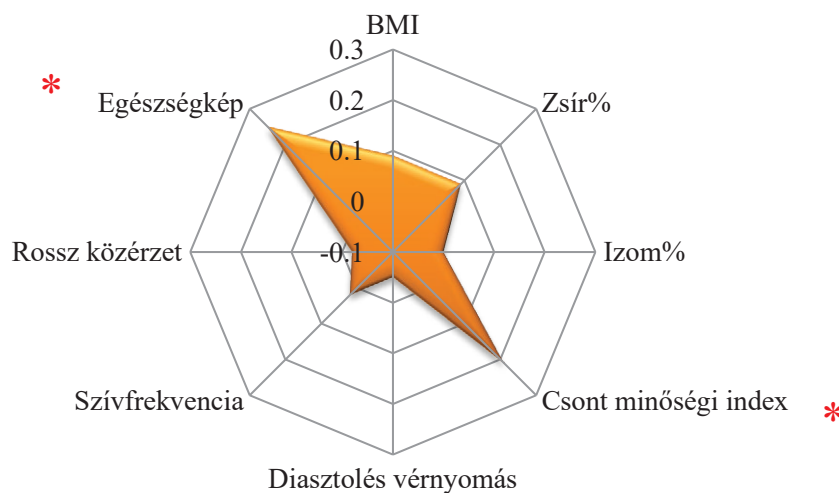
Ugyanakkor nem volt különbség a közérzet mutatóban a sportoló és nem sportoló gyermekek teljes mintájában.

5.1.6 Összefüggések a heti sportolással töltött időtartammal - sport és egészség

Az egészségi állapotot jelző néhány humánbiológiai és fiziológiás paraméter, a pszichoszomatikus tünetek összesített gyakoriságából képzett közérzet mutató, a szubjektív egészségkép és a heti szervezett sportolás összefüggéseit nemenként és nagyobb korcsoportonként (1-4. osztályos, alsó tagozatos; 5-8. osztályos, felső tagozatos és középiskolás tanulók) is megvizsgáltam.

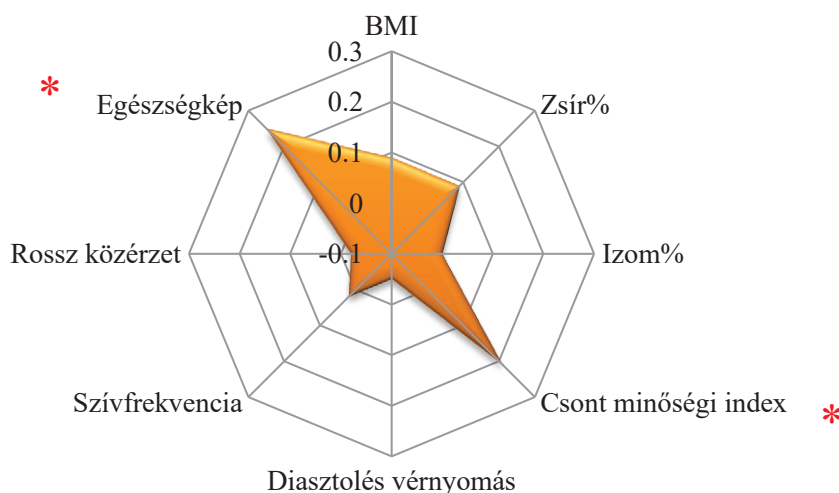
Az eredményeket bemutató ábrákon (13-18. ábra) a szignifikáns kapcsolatot piros csillag jelöli ($p<0,05$).

Az 1-4. osztályos, alsó tagozatos fiúknál (13. ábra) az egészségkép pozitívan korrelált a sportolással töltött heti órászámmal, valamint mennél több időt töltött a gyermek szervezett testmozgással, annál jobb volt a csontozat minősége (BQI).



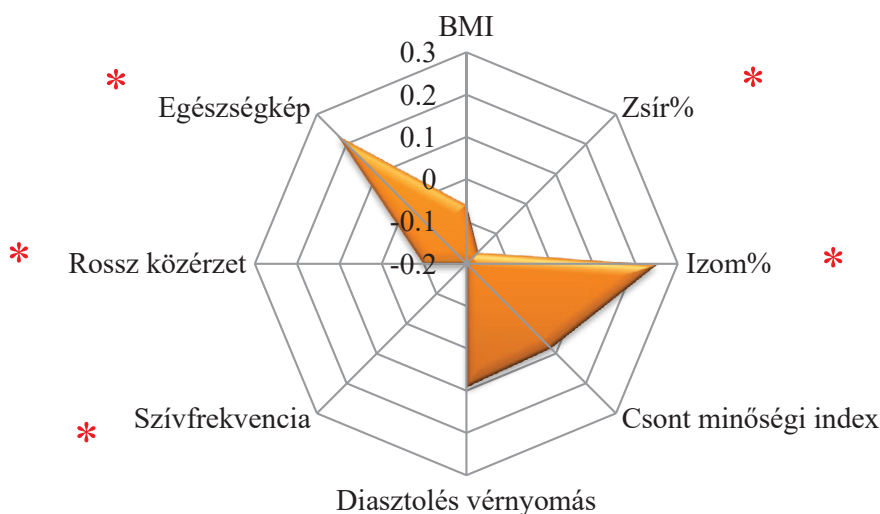
13. ábra. Heti sportolással töltött idő korreláció mintázata – 1-4. osztályos fiúk (Szmodis és mtsai, 2014)

Az 1-4. osztályos leányok esetében is pozitív kapcsolat volt a sport és az egészségkép között, és a nyugalmi szívfrekvencia fordítottan függött össze a sportórával, emellett jelentősen nagyobb izomhányad jellemzi azokat a leányokat, akik többet sportolnak (14. ábra).



14. ábra. Heti sportolással töltött idő korreláció mintázata – 1-4. osztályos leányok (Szmodis és mtsai, 2014)

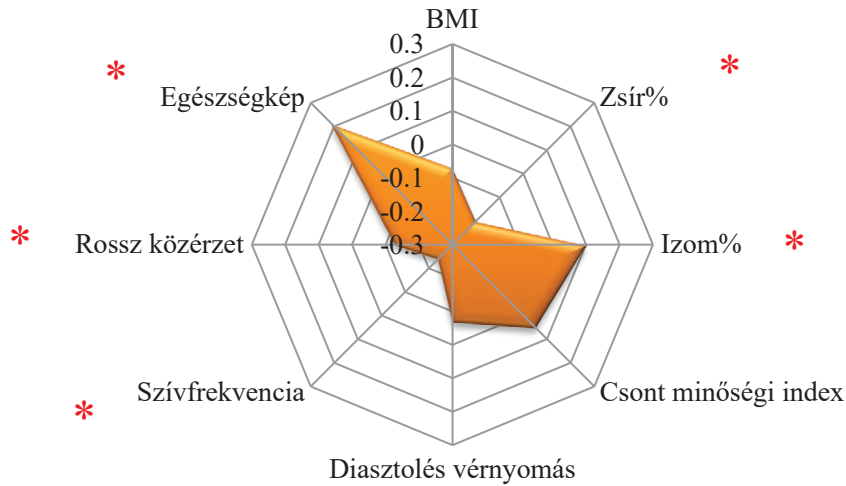
A legtöbb szignifikáns összefüggést az egyébként legtöbbet sportoló 5-8. osztályos tanulóknál tapasztaltuk (15-16. ábra). Mind a fiúk, mind a leányok esetében a kedvezőbb testösszetétel, egészségkép, szívfrekvencia és közérzet a többet sportoló gyermekekre volt jellemző.



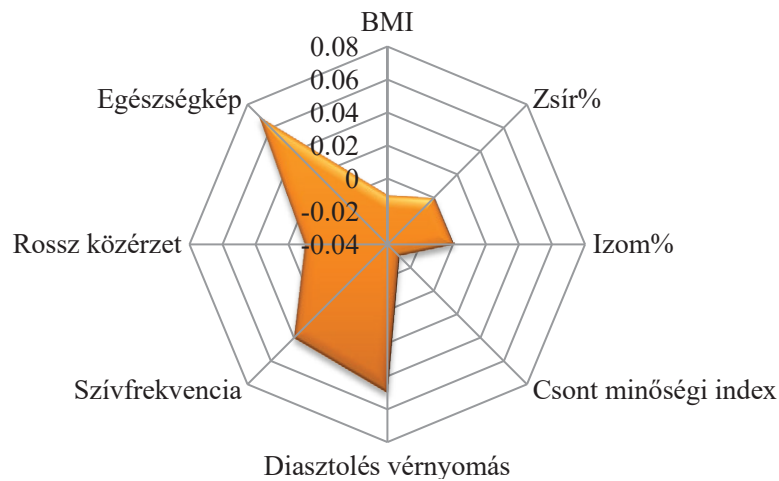
15. ábra. Heti sportolással töltött idő korreláció mintázata – 5-8. osztályos fiúk (Szmodis és mtsai, 2014)

A középiskolás fiúk esetében nem volt szignifikáns összefüggés a sportolással töltött idő és a vizsgált, egészséggel kapcsolatos paraméterek között (17. ábra). A középiskolás leányok esetében is csak a szívfrekvencia alakulása mutatott kapcsolatot (negatív) a heti sportórával (18. ábra).

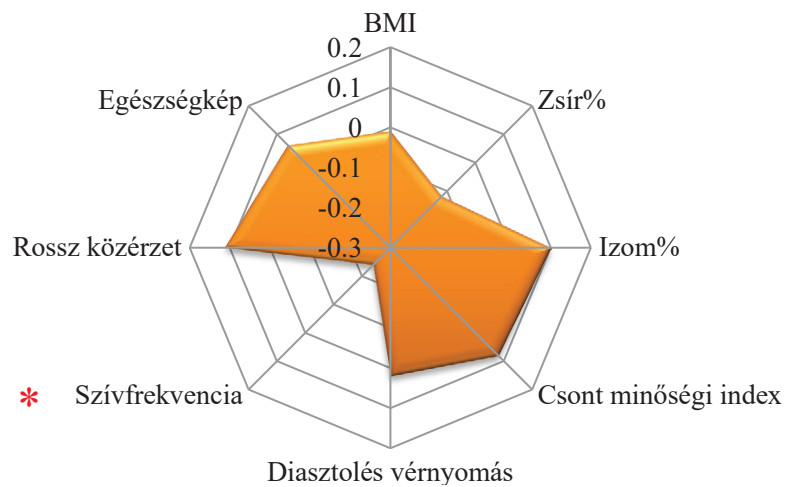
A vérnyomás és a fizikai aktivitás összefüggését többen igazolták (Christofaro és mtsai, 2013; Zhang és mtsai, 2013), ebben a nagy elemszámú mintában nem volt jelentős összefüggés, azonban a fizikailag aktívabb fiatalok, kivéve a középiskolás fiúkat, alacsonyabb szívfrekvenciával rendelkeztek (Rowland, 2005; Tanha és mtsai, 2011; Kwok és mtsai, 2013).



16. ábra. Heti sportolással töltött idő korreláció mintázata – 5-8. osztályos leányok (Szmodis és mtsai, 2014)



17. ábra. Heti sportolással töltött idő korreláció mintázata - középiskolás fiúk (Szmodis és mtsai, 2014)



18. ábra. Heti sportolással töltött idő korreláció mintázata - középiskolás leányok (Szmodis és mtsai, 2014)

Az általános iskolásoknál megerősítettem, hogy aki többet sportol, az jobbnak ítéli egészségi állapotát (Vitályos és mtsai, 2010); ez azonban nem volt igazolható középiskolásoknál. Nem adott teljesen egyértelmű eredményt más vizsgálat sem több korosztálynál (Keane és mtsai, 2017).

A sportolásra fordított idő korcsoportonként és nemenként eltérő mértékben függött össze a csontminőséggel, ez a tapasztalat megerősíti, hogy a rendszeres fizikai aktivitás csak egy, bár jelentős és befolyásolható tényezője az egészséges csontozatnak (Uenishi és Nakamura, 2010; Lee és mtsai, 2011).

Legtöbb korcsoportban igazoltam a rendszeres fizikai aktivitás és a kedvező testösszetétel (alacsonyabb relatív zsírtömeg, magasabb relatív izomtömeg) összefüggését, hasonló korosztályos és nemi jellegzetességekkel, mint az irodalomban (Rowland, 2005; Mészáros és mtsai, 2011; Pate és mtsai, 2013).

5.2 Egyetemi hallgatók összetett vizsgálata

Kevés olyan összetett felmérés ismert, ahol a fiatal felnőttek egy jelentős almintájának tekinthető egyetemisták humánbiológiai jellemzőit, egészségi állapotát, táplálkozását és fizikai teljesítőképességét egyszerre vizsgálták.

A vizsgálat az „Exercise is Medicine” mozgalomhoz csatlakozott Magyar Sporttudományi Társaság, Mozgás = Egészség Programjának keretében történt, a „Magyarország átfogó egészségvédelmi szűrőprogramja 2010-2020” vizsgálat sorozat szűrőkamionjában végzett eredményeivel kiegészítve (Szmodis és mtsai, 2013).

A felmérésekben önkéntes alapon, betartva a Helsinkai ajánlás előírásait, győri és veszprémi egyetemi hallgatók (N = 287, átlag életkor: 21,7 év \pm 2,3, nők: n = 149, férfiak: n = 138) vettek részt. Az egyetemistáknál az aerob állóképesség becslése 20 méteres ingafutás próbával történt, valamint antropometriai és ultrahangos csontsűrűség vizsgálaton és kérdőíves felmérésben és részt vettek a hallgatók.

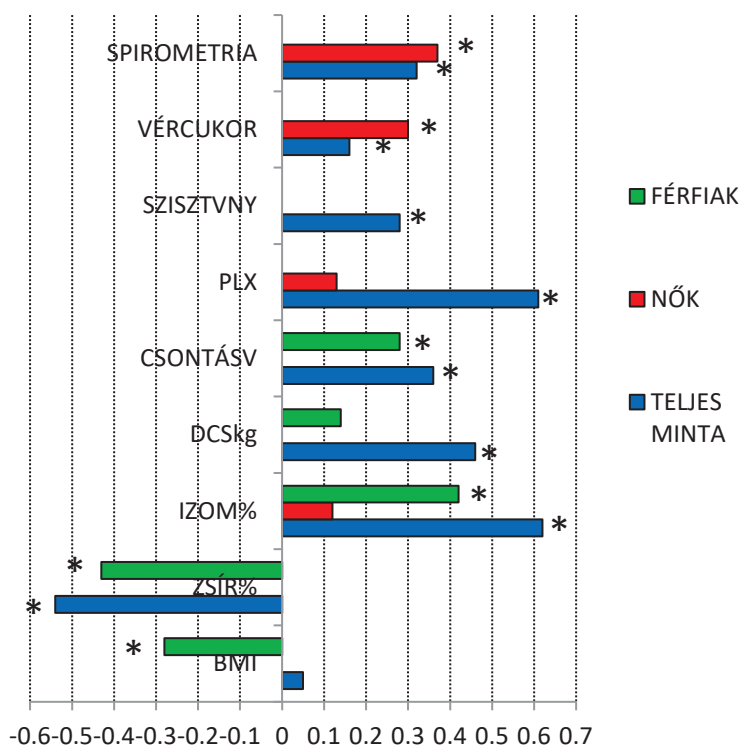
Meghatározásra került egy ún. összetett kockázati tényező is (testösszetétel, vérnyomás, dohányzás, depresszióra való hajlam, mozgásszegény életmód, kedvezőtlen étkezés, családi háttér alapján).

5.2.1 Állóképesség (20 m ingafutás) és a humánbiológiai, élettani jellemzők

Az egyetemisták teljes mintájában a nagyobb zsírhányad és a jellemzően kisebb izomhányad rosszabb motoros teljesítménnyel társult, hasonlóan Kiss és munkatársai mintájához (2009).

A testtömeg-index általában nem mutatott szignifikáns korrelációt a fizikai próbákkal, így megállapítható, hogy ebben a korosztályban is alkalmatlan ilyen jellegű szűrésre.

A 20 méteres ingafutás összefüggése szignifikáns volt a csonttömeggel, a csontok ásványi anyag tartalmával, a spirometria eredményével és a mozgató szervrendszer fejlettségét jellemző plasztikus indexszel is.



19. ábra. A motoros próba (ingafutás 20 m/db) és a humánbiológiai és élettani jellemzők összefüggése egyetemistáknál (szignifikáns korreláció csillaggal jelölve) (Szmodis és mtsai, 2013)

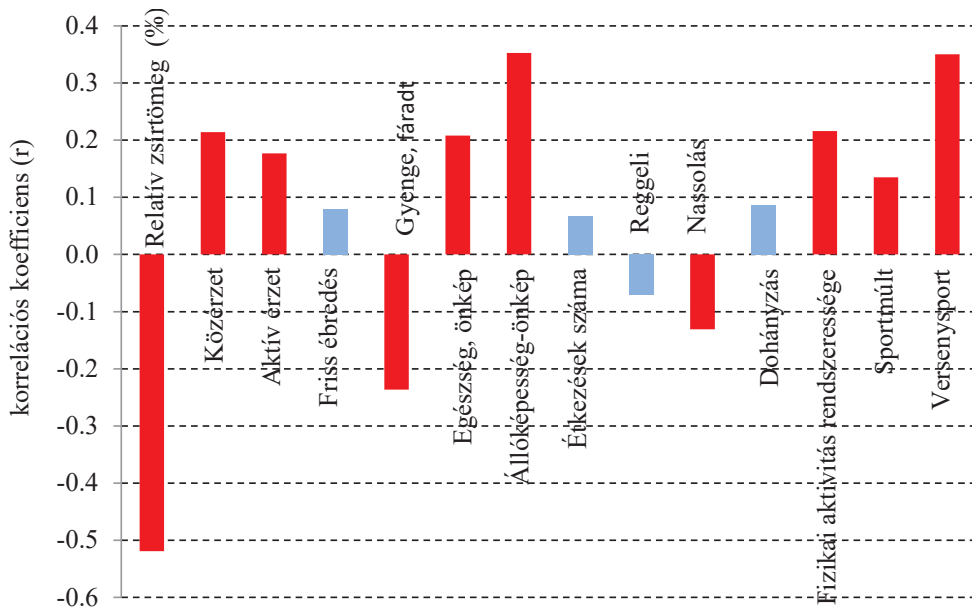
A nők esetében nem találtam szignifikáns összefüggést az antropometriai jellemzők és a motoros próba között, ebben feltételezhetően alacsonyabb motivációs szintjük is szerepet játszott. A férfiaknál a motoros teljesítmény a relatív zsír és izomhányaddal és a csontok ásványi anyag tartalmával mutatott összefüggést (19. ábra).

5.2.2 Állóképesség és életmód

A sportolási szokások és a motoros próbák eredménye nem volt kapcsolatban a sportággal, döntően a sportmúlt és a jelenleg végzett fizikai aktivitás mennyisége volt jelentős.

A közérzet, az egészség és az állóképesség szubjektív megítélése szignifikánsan összefüggött az ingafutás eredményével és a relatív zsírhányaddal is, a fizikai teljesítményben ez utóbbi volt a meghatározó (20. ábra).

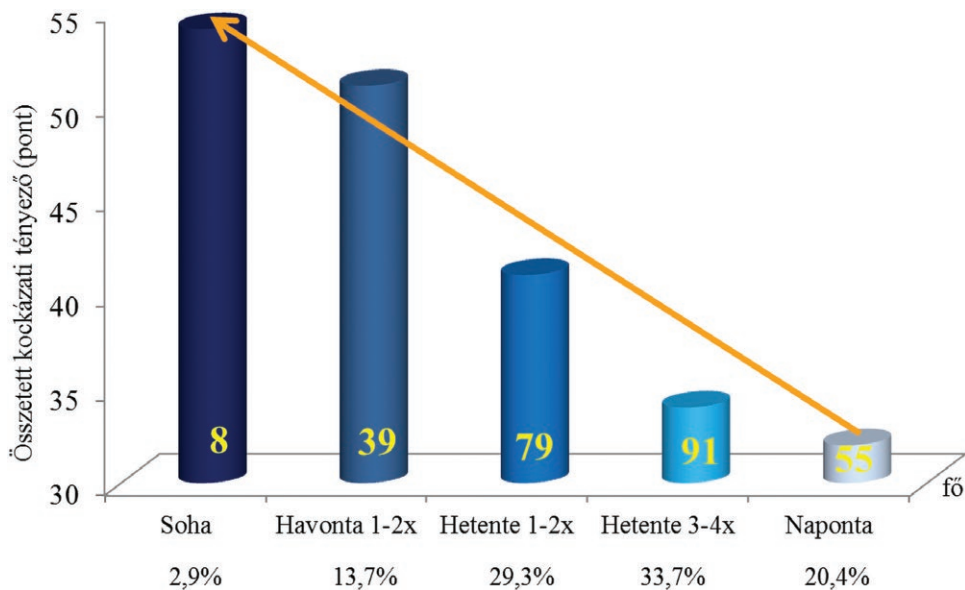
A vizsgálatban részt vevő egyetemistáknál a túlsúlyosak aránya magasabbnak bizonyult az országos átlagnál, emellett kevesebbet mozogtak, a fizikai teljesítményük elmaradt kortársaikétól. A kedvezőtlen testösszetétel többször társult magas vérnyomással és rontotta közérzetüket, valamint szubjektív egészségképüket is. Az eredmények megerősítették, hogy a döntően életmód meghatározottságú testösszetétel és a motorikus próbák eredményei között egyértelmű összefüggés állapítható meg, kiegészülve a már megfigyelhető kedvezőtlen keringési és vérparaméterekkel, hasonlóan más vizsgálatokhoz (Pribis és mtsai, 2010; Scheck és mtsai, 2010; Kiflu és mtsai, 2012).



20. ábra. A motoros próba (ingafutás 20 m/db) összefüggése a közérzet, táplálkozás és a fizikai aktivitás jellemzőivel (szignifikáns korreláció piros) (Szmodis és mtsai, 2013)

Az életmód különböző jellemzői és a testösszetétel alapján kialakított összetett kockázati tényező pontértéke és a fizikai aktivitás gyakoriságának kapcsolatát a 21. ábra szemlélteti.

Kiemelendő kedvezőtlen tényezőnek tartható, hogy az egyetemisták már csak heti 2 órát mozognak szervezeten, azt is csak egy-két évig, valamint számos képzésben már nincs is jelen kötelező testnevelés óra vagy sportfoglalkozás. Az eredményekből kiindulva ezen a területen is érdemi beavatkozás tartható célszerűnek, a mindennapi testmozgás általános és középiskolai bevezetéséhez hasonlóan.



21. ábra. Az összetett kockázati tényező pontértéke és a fizikai aktivitás gyakoriságának kapcsolata az egyetemisták teljes mintájában

A legmagasabb rizikófaktorral rendelkező egyetemi hallgatóknak a Mozgás=Egészség Program szakemberei féléves, ingyenes mozgásterápiás lehetőséget javasoltak és ajánlottak fel.

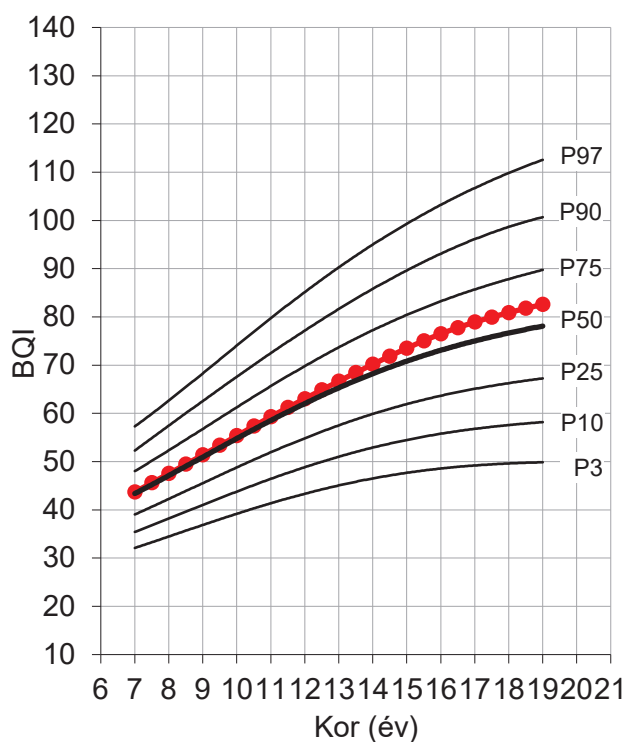
A kiszűrt egyetemisták nem éltek az ingyenes mozgásprogram lehetőségével, ami felhívja figyelmünket arra, hogy utolsó lehetőségként, kiemelt fontosságú lenne a felsőoktatásban, a teljes képzési idő alatt a szervezett, kötelező jellegű testmozgás előírása.

5.3 Iskoláskorúak ultrahangos csontjellemzői

A kedvezőtlen életmód a csonttritkulás gyakoriságának növekedésében és egyre fiatalabb korban történő jelentkezésében is döntő tényező (Lakatos és mtsai, 2016).

A megelőzés csak akkor lehet hatékony, ha rendszeresen tájékozódunk a sportoló (fizikailag aktív) és rendszeresen nem sportoló (hipoaktív) fiatal generációk aktuális állapotáról.

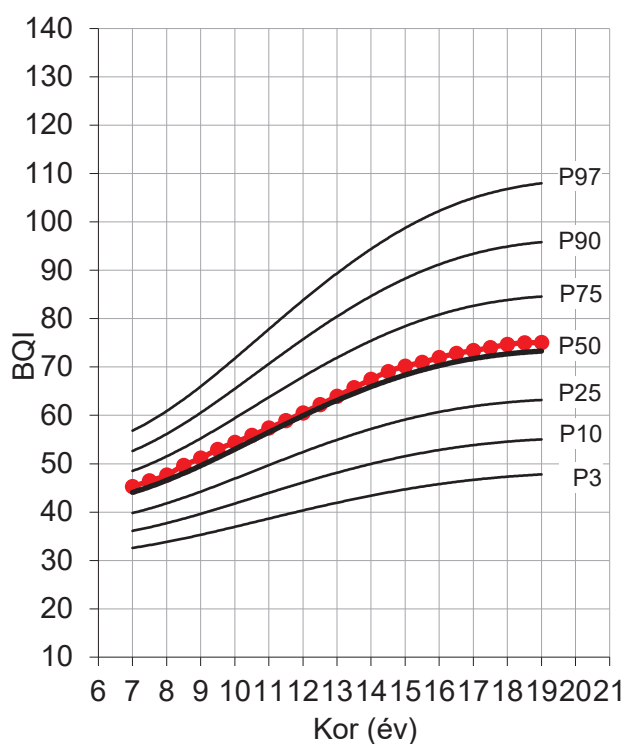
A gyermekek populációs vizsgálata esetében lehetőség szerint non-invazív módszereket használunk. A vizgálatsorozatban magyar 7-19 éves (N=2674; 1325 leány, 1349 fiú) gyermekek vettek részt. Adataik alapján az egyik célom olyan referenciák megadása volt, mely alkalmas a magyar gyermekek csontozatának minősítésére (Szmodis és mtsai, 2017a) és így a szűrésre is. A 3.1 fejezet mintáját kiegészítettem további vizsgálatainkkal, így mód nyílt a magyar referenciaértékek meghatározására is, valamint további összefüggések igazolására is a csontjellemzők és a humánbiológiai változók, valamint a fizikai aktivitás szintje között.



22. ábra. A csont minőségi index (BQI) referencia centilisei (P3-P97) – fiúk. A piros pontozott vonal a rendszeresen sportoló gyermekek átlagait jelzi. (Szmodis és mtsai, 2017a)

Az ultrahangos csontparaméterek az életkorral párhuzamosan növekvő értékűek, a serdülőkor második felében lassuló mértékben. A szomszédos korcsoportok nem különböztek jelentősen, azonban 3-4 évnyi korkülönbség esetén már igen, és a legfiatalabbak szignifikánsan kisebb értékekkel rendelkeztek, mint az idősebbek.

Fizikai aktivitásuk alapján is összehasonlítottam a gyermekek ultrahangos csontparamétereit. Az értekezésben példaként a csont minőségét és a későbbi törési rizikót is jellemző index, a BQI (Bone Quality Index) centilis ábráit mutatom be a két nemben, emellett a szűrés és prevenció megkönnyítése érdekében az adott centilisekhez tartozó numerikus értékeket táblázatokban is közöltük (Szmodis és mtsai, 2017). A csont minőségi index referencia centiliseinek ábráin (22-23. ábra) feltüntettem a sportoló gyermekek 50-es centilisértékeit is piros pontsorral: fiúknál 13 éves kortól a sportolók meghaladják nem sportoló társaik értékeit, leányoknál 10 éves kor előtt és 13 éves kor után is ez tapasztalható.



23. ábra. A csont minőségi index (BQI) referencia centilisei (P3-P97) – leányok. A piros pontozott vonal a rendszeresen sportoló gyermekek átlagait jelzi. (Szmodis és mtsai, 2017a)

A referencia centilisek és értékek meghatározása mellett nagymintás vizsgálatunkban is elemeztem az összefüggéseket.

A sportoló (40%, heti minimum 3 óra edzés) és nem sportoló gyermekek csontsűrűségét és elaszticitását jellemző átlagos érték (SOS: $1497,15 \pm 15,72$ vs. $1494,05 \pm 14,81$ m/s; $p < 0,001$); és a csontminőség értéke (BQI: $65,31 \pm 16,71$ vs. $62,26 \pm 15,78$; $p < 0,001$) szignifikánsan különbözött, a sportoló gyermekek értékei voltak kedvezőbbek.

Minden egyes csontparaméter (SOS, BUA, BQI) szignifikánsan összefüggött:

- az életkorral ($r = 0,36-0,48$),
- a testmagassággal ($r = 0,46-0,63$),
- a testtömeggel ($r = 0,41-0,62$),
- a testtömeg-index értékével ($r = 0,26-0,44$),
- a relatív zsírtömeggel ($r = 0,05-0,24$),
- a relatív izomtömeggel ($r = 0,10-0,18$),
- a relatív csonttömeggel ($r = -0,29 - 0,45$),
- és a heti sportórával ($r = 0,12-0,15$).

A korreláció-analízis eredményei és további biológiai megfontolások (serdülőkori növekedési lökés jelenségei) alapján kerültek kiválasztásra azok a paramétereket, melyek prediktív erejét lineáris regresszió segítségével vizsgáltam.

Az így kialakított lineáris regressziós modell (5. táblázat) igazolta, hogy a naptári és a biológiai életkor, a nem, a relatív izomtömeg és a fizikai aktivitás szintje jelentősen befolyásolja az ultrahangos csontjellemzőket.

A gyermekek és serdülők fejlődése során ezen tényezők alakulása így előre jelezheti a felnövekvő generációk csontozatának egészségét

A vizsgált gyermekek ultrahangos csontjellemzőiből szerkesztett növekedési görbék és az egyes centilis-értékek (Szmodis és mtsai, 2017a) a hatékony prevenció érdekében felhasználhatók a magyar iskoláskorú gyermekek és serdülők szűrésére és a megfelelő beavatkozások kidolgozására is.

5.a. táblázat. Az ultrahangos csontparaméterek feltételezett prediktorainak statisztikai paraméterei a lineáris regressziós modellben

	SOS			BUA		
	p	Eta	B	p	Eta	B
Modell	<0,001*	–	–	<0,001*	–	–
Intercept	<0,001*	0,971	1438,507	0,005*	0,003	13,429
Nem	0,520	0,000	0,521	0,010*	0,003	2,434
Életkor (év)	0,051*	0,002	-0,747	0,843	0,000	0,073
Morfológiai kor (év)	<0,001*	0,014	2,642	<0,001*	0,021	3,025
Csonttömeg (kg)/Testmagasság (cm)	0,086	0,001	0,944	0,929	0,000	-0,046
Body Mass Index (kg/m ²)	0,486	0,000	-0,137	0,011*	0,003	0,468
Relatív izomtömeg (%)	<0,001*	0,018	0,737	<0,001*	0,010	0,356
Relatív zsírtömeg (%)	0,062	0,001	0,426	0,130	0,001	0,174
Fizikai aktivitás-	<0,001*	0,010	2,440	<0,001*	0,011	0,897
R ²	0,224			0,443		

5.b. táblázat. A relatív csonttömeg feltételezett prediktorainak statisztikai paraméterei a lineáris regressziós modellben

	Relatív csonttömeg (%)		
	p	Eta	B
Modell	<0,001*	–	–
Intercept	<0,001*	0,427	21,654
Nem	<0,001*	0,082	1,654
Életkor (év)	<0,001*	0,021	-0,434
Morfológiai kor (év)	<0,001*	0,013	-0,282
Csonttömeg (kg)/ Testmagasság (cm)	–	–	–
Body Mass Index (kg/m ²)	<0,001*	0,062	1,016
Relatív izomtömeg (%)	<0,001*	0,030	0,601
Relatív zsírtömeg (%)	<0,001*	0,113	-0,966
Fizikai aktivitás-	0,386	0,000	0,099
R ²	0,637		

*Fizikailag aktív: minimum két éve, heti minimum háromszor sportol (aktív és nem aktív kategória), p: szignifikancia-szint; E: parciális Eta-négyzet, *: szignifikáns prediktor, Vastag Eta érték: nagy, Dölt-vastag Eta érték: közepes, Dölt Eta érték: kis erősség); B: standardizált béta érték*

6. Megállapítások és az új tudományos eredmények összefoglalása

Egészségközpontú, interdiszciplináris, nagy elemszámú vizsgálataim alapján a következő eredmények, megállapítások és ajánlások fogalmazhatók meg:

1. A közoktatásban tanuló diákok közel harmada túlsúlyos vagy elhízott volt, de sajnos kórosan sovány gyermek is előfordult. Elsősorban a határeseteknél mindenképpen indokolt a testzsírtartalom becslése is, mivel a testtömeg-index önmagában nem elegendő a veszélyeztetettebb gyermekek szűrésére. Ezt az azóta bevezetett egységes fitsségi vizsgálat már lehetővé teszi. Több túlsúlyos vagy elhízott volt a lányok között, a korcsoportok közül pedig a leginkább érintettek a 12-16 évesek. Csak a rendszeresen sportoló lányok relatív izomtömege nő az életkor előrehaladtával. Igazoltam, hogy a rendszeres fizikai aktivitás két nemben és korcsoportonként eltérően befolyásolja a morfológiai, fiziológiai és pszichoszomatikus jellemzőket.
2. A nyugalmi szívfrekvencia és vérnyomás értékek mérése során, enyhén emelkedett vérnyomás szignifikánsan több fiúnál tapasztalható. Az alsó tagozatosoknál nemtől és életkortól függetlenül a gyermekek tizedére, a felső tagozatosoknál 5%-ára volt jellemző a fiziológiánál magasabb érték. A középiskolások 5 százalékában tapasztalt emelkedett, elsősorban a diasztolés vérnyomást illető érték már figyelmeztető előjele a felnőttkori hipertóniának. A túlsúlyos és elhízott serdülőkorú gyermekek magasabb, a fiziológiás értékeket számos esetben meghaladó vérnyomása a kedvezőtlen testösszetétel vérnyomást befolyásoló hatására enged következtetni.

Feltevésém beigazolódott: A fiatal generációk számos, és egyre fiatalabb korban jelentkező rizikófaktorral rendelkeznek.

- A tapasztalatok alapján megállapítható, hogy indokolt a gyermekek rendszeres, relatív testzsírtartalom alapján is történő szűrése.
 - Külön testmozgás és adekvát sportolási lehetőségek biztosítása szükséges a túlsúlyos és elhízott gyermekek számára.
 - Kiemelt figyelmet és erőfeszítést igényel a leányok és a 12-16 évesek sportolási hajlandóságának megtartása. Jellemző volt az életkorral párhuzamosan csökkenő habituális fizikai aktivitás, bár az ajánlott minimum mennyiséget sokan elérték, viszont különösen az idősebb leányok nagyon keveset mozogtak.
 - Sajnos szinte minden korcsoportban szembetűnő volt a rendkívül magas óraszámú ülő tevékenység. Az iskolai sportkörök nem igazán népszerűek, mindössze a gyermekek hatoda sportolt az iskolában.
 - A szabadidő eltöltésére jellemző a hipoaktív életmód, egyre nagyobb mennyiségű képernyőhasználat, elsősorban az idősebbeknél és hétvégén.
3. Alacsony fizikai teljesítőképesség és sokszor kedvezőtlen testösszetétel jellemzi az egyetemistákat. A pár éven belül munkát vállaló, családot alapító fiatalok az elsődleges mintaadói a felnövekvő generációknak, ezért életmódjukból következtethetünk nemcsak későbbi egészségi állapotukra, de gyermekeik életmódjának alakulására is. Feltevésém, miszerint az egyetemisták annál több kockázati tényezővel jellemezhetők, minél kevesebbet mozognak, beigazolódott.
- Egyetemi hallgatók számára a teljes képzési időn belül érdemes lenne a kötelező, minimum heti három testnevelés óra vagy sportfoglalkozás bevezetése.
 - Az iskolai képzés teljes időtartama alatt szükséges biztosítani a keringési rendszert megfelelően igénybe vevő és edző sportolási lehetőségeket.
 - Még azok a fiatalok is, akik korábban fizikailag aktív életet éltek, sokszor abbahagyják a sportolást egyetemi éveik alatt, holott számos diplomás munkához kifejezetten szükséges megfelelő állóképesség.
4. A felnőttkori, egyre fiatalabb korban és főleg a nőknél jelentkező csontritkulás megelőzése kiemelt népegészségügyi jelentőséggel bír. Feltevésém, miszerint a rendszeres sport kedvező hatása csak serdülőkorban igazolható, igaznak bizonyult. A sportoló gyermekek jobb ultrahangos csontjellelmzőkkel rendelkeztek, valamint a legjobb értékeket a rendszeresen sportoló és egyszerre napi vagy napi többszöri tej és tejtermék fogyasztó gyermekeknél tapasztaltuk. Az életkorral csökkenő sportolási hajlandóság miatt fokozott jelentőséggel bír a középiskolások és az egyetemi hallgatók minél sokoldalúbb, de egyben az alsó végtag változatos igénybevétele okozó és a gerincet axiálisan terhelő mozgásos programokban, sportágakban való részvételének biztosítása. A rendszeres tej- és tejtermék fogyasztás biztosítása iskolai szinten egészen a serdülőkor végéig hozzájárul az egészséges csontozat fejlődéséhez. A gyermekek ultrahangos csontjellelmzőiből szerkesztett növekedési görbék a felnőttkori osteopénia és osteoporózis hatékony prevenciója érdekében felhasználhatók a magyar iskoláskorúak szűréseire.
- A vizsgálatok alapján a rendszeres, szervezett keretek között történő sportlehetőségek kínálatát célszerű bővíteni kifejezetten a leányoknak megfelelő, korcsoportonként egyre változatosabb (tánc, jóga, váltóversenyek) mozgásos tevékenységekkel.

- Hétféligi, lokális sportolási lehetőségek, valamint lokális és regionális, az egész családot aktivizáló sportolási lehetőségek, sportprogramok szervezése, megfelelő motivációs háttér kialakításával segíthet a rendszeres mozgás életvitelbe történő beillesztésében.
- Fontos az iskolai sportkörök választékának, felszereltségének javítása, a testnevelő tanárok motiválása. Különleges sportágak biztosítása a szak- és szakközépiskolások számára bevonhatja a legkevesebbet mozgó fiatalokat a sportba.
- Egy vagy akár többnapos hétféligi sportrendezvények csökkenthetik a képernyőhasználatot.
- Emellett a változatos sportprogramok rendszeres biztosítása főleg a középiskolások és az egyetemisták számára kiemelkedően fontos.

Új tudományos eredmények

1. Iskoláskorúak nagy mintás komplex felmérése során a fizikai aktivitás és a humánbiológiai, keringési és csontjellemzők, pszichoszomatikus tünetek, egészségkép jellemzése, az összefüggéseinek feltárása.
2. Az egyetemisták fizikai teljesítőképességével társuló humánbiológiai, fiziológiai és életmódbeli tényezők tisztázása.
3. Magyar gyermekek és serdülők ultrahangos csontparamétereinek vizsgálata alapján szűrésre is alkalmas életkori és a nemi referenciaértékek meghatározása, új összefüggések feltárása.

Az összefüggések vizsgálata alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a rendszeres sportolás, ugyan nemtől és életkortól függő mértékben, de jelentősen befolyásolja a gyermekek, a serdülők és az egyetemi hallgatók testösszetételét, tápláltsági állapotát, fiziológiai jellemzőit, közérzetét, és önmagukról alkotott egészségképét.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet szeretném kifejezni szakmai és emberi tanítómestereimnek, Édesapámnak, Frenkl Róbert és Mészáros János professzor úrnak, hogy rávezettek a megismerés örömeire és a tudás átadásának fontosságára. Köszönettel tartozom Tóth Miklós professzor úrnak is értékes beszélgetéseinkért, az általa biztosított közös munkákért és a biztatásáért.

A Sportorvosi és Egészségtudományi Tanszék sok munkatársa részt vett a vizsgálatokban, az eredmények értékelésében, közlésében, csak csapatban érdemes és lehet dolgozni.

A vizsgálatokban résztvevő fiatalok és pedagógusaik nemcsak jelenlétükkel, hanem hozzáállásukkal is segítették munkánkat, éppúgy, mint tanítványaink.

Hálás vagyok Családom tagjainak, hogy mindenben mellettem állnak.

Vizsgálatainkat a Magyar Sporttudományi Társaság Mozgásgyógyászati Szakbizottságának Mozgás=Egészség Programjának, valamint a TÁMOP-6.1.2/11/2 projekt keretében végeztük.

7. Felhasznált irodalom

7.1. Az értekezésben felhasznált irodalom

Ács P., Hécz R., Paár D., Stocker M. (2011): A fittség (m)értéke – a fizikai inaktivitás nemzetgazdasági terhei Magyarországon. *Közgazdasági Szemle*, 689-708.

American College of Sports Medicine; American Heart Association, 2007

Ara, I., Sanchez-Villegas, A., Vicente-Rodriguez, G., Moreno, LA., Leiva, MT., Martinez-Gonzalez, MA., Casajus, JA. (2010): Physical fitness and obesity are associated in a dose-dependent manner in children. *Ann Nutr Metab*.57: 3-4. 251-9.

Babatunde, OO., Forsyth, JJ. (2013): Quantitative Ultrasound and bone's response to exercise: a meta-analysis. *Bone*, 53: 311-318.

Barna I. (szerk) (2014): Hypertonia és nephrologia a háziorvosi gyakorlatban. SpringMed Kiadó, Budapest.

Bodzsár ÉB., Zsákai A. (2012): Magyar gyermekek és serdülők testfejlettségi állapota - Országos Növekedésvizsgálat 2003-2006. (Body developmental status of Hungarian children and adolescents. Hungarian National Growth Study 2003-2006). Plantin Kiadó, Budapest.

Bosnyák, E., Trájer, E., Udvardy, A., Komka, Z., Protzner, A., Kováts, T., Györe, I., Tóth, M., Pucskó, J., Szmodis, M. (2015) ACE and ACTN3 genes polymorphisms among female Hungarian athletes in the aspect of sport disciplines. *Acta Physiologica Hungarica*, 102: 4. 451–458.

Bosnyák, E., Trájer, E., Protzner, A., Komka, Zs., Györe, I., Szmodis, M., Tóth, M. (2016): Osteocalcin gene polymorphism and bone density in Hungarian athletes. *Anthropologischer Anzeiger*, 10.1127/anthranz/2016/0594.

Christofaro, DG., Ritti-Dias, RM., Chiolero, A., Fernandes, RA., Casonatto, J., de Oliveira, AR. (2013): Physical activity is inversely associated with high blood pressure independently of overweight in Brazilian adolescents. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23: 3. 317-22.

Currie, C. et al. (Eds.) (2012): Social determinants of health and well-being among young people. Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study: international report from the 2009/2010 survey. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe. (Health Policy for Children and Adolescents, No. 6).

Eurobarometer, 2010. ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/.../ebs/ebs_334_en.pdf

Eurobarometer, 2014. ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/.../ebs/ebs_412_en.pdf

Falk, B., Braid, S., Moore, M. (2010): Bone properties in child and adolescent male hockey and soccer players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13: 4. 387-391.

Flynn, JT., Falkner, BE. (2011): Obesity hypertension in adolescents: epidemiology, evaluation, and management. *Journal of Clinical Hypertension*, 13: 5. 323-31.

Global recommendations on physical activity for health. WHO, Geneva, 2010.

HBSC, 2016. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/Life-stages/child-and-adolescent-health/health-behaviour-in-school-aged-children-hbhc/growing-up-unequal.-hbhc-2016-study-20132014-survey>

Hosszú É., Hazay M., Liptovszky J. (2009): A kvantitatív ultrahangos csontdenzitometria jelentősége és bevezetése a gyermekkori osteológiába, *Ca & Csont*, 12 (1): 35-42.

Joubert K., Darvay S., Gyenis Gy., Éltető Ö., Mag K., van't Hof M., Ágfalvi R. (2006): Az Országos Longitudinális Gyermeknövekedés-vizsgálat eredményei születéstől 18 éves korig I. (Szerk.: Joubert K.) - KSH Népeségtudományi Kutató Intézet, Kutatási jelentés 83.

Keane, E., Kelly, C., Molcho, M., Nic Gabhainn, S. (2017): Physical activity, screen time and the risk of subjective health complaints in school-aged children. *Preventive Medicine*, 96: 21-27.

Kiflu, AA., Reddy RC., Syam Babu, M. (2012): Relationship of body fat percentage and selected physical fitness performances between overweight and normal weight sedentary young male adults. *Research Journal of Recent Sciences*, 1: 12. 15-20.

Kiss, K., Mészáros, Zs., Mavroudes, M., Szmodis, M.B., Zsidegh, M, Ng, N., Mészáros, J. (2009): Fitness and nutritional status of female medical university students. *Acta Physiologica Hungarica*, 96: 4. 469-474.

Kwok, SY., So, HK., Choi, KC., Lo, AF, Li, AM., Sung, RY., Nelson, EA. (2013): Resting heart rate in children and adolescents: association with blood pressure, exercise and obesity. *Archives of Disease in Childhood*, 98: 4. 287-91.

Lakatos, P., Takács, I., Marton, I., Tóth, E., Zoltan, C., Lang, Z., Psachoulia, E., Intorcchia, M. (2016): Retrospective longitudinal database study of persistence and compliance with treatment of osteoporosis in Hungary. *Calcified Tissue International*, 98: 3. 215-225.

Lee, M., Nahhas, RW., Choh, AC., Demerath, EW., Duren, DL., Chumlea WC. (2011): Longitudinal changes in calcaneal quantitative ultrasound measures during childhood. *Osteoporosis Int*, 22: 2295-305.

Lohman, TG. (1992): Advances in body composition assessment. *Current Issues in Exercise Science Series*, Human Kinetics Publishers, Champaign, Illinois.

Malina, RM., Bouchard, C., Bar-Or, O. (2004): Growth, maturation, and physical activity. *Human Kinetics*, Champaign, Illinois.

- Martos É. (2012): A fizikai aktivitás szerepe az elhízás megelőzésében gyermek- és felnőttkorban. A fittség mértéke mint a megbetegedések rizikóját befolyásoló tényező (szerk.: Szóts Gábor) Akadémia Kiadó, Budapest, 96-111.
- Mészáros J., Zsidegh M., Mészáros Zs. (2011): Humánbiológia. TF. Budapest.
- Molnár D., Kovács É. (2014): Gyermekkori kardiovaszkuláris rizikó európai perspektívában. *Cardiometabolica Hungarica*, 7 (Suppl. 1) A Magyar Obezitológiai és Mozgásterápiás Társaság XII. Kongresszusa 20.
- Németh Á. (szerk.) (2007): Iskoláskorú gyermekek egészségmagatartása elnevezésű, az Egészségügyi Világszervezettel együttműködésben zajló nemzetközi kutatás 2006. évi felmérésének Nemzeti jelentése. *Health Behaviour in School-aged Children a WHO-collaborative Cross-National Study, HBSC National Report 2006*.
- Pate, RR., O'Neill, JR., Liese, AD., Janz, KF., Granberg, EM., Colabianchi, N., Harsha, DW., Condrasky, MM., O'Neil, PM., Lau, EY., Taverno Ross, SE. (2013): Factors associated with development of excessive fatness in children and adolescents: a review of prospective studies. *Obesity Review*, 14: 8. 645-58.
- Pitukcheewanont, P., Punyasavatsut, N., Feuille, M. (2010): Physical activity and bone health in children and adolescents. *Ped Endocrinol Rev* 7:275-282.
- Pribis, P., Burtneck, C.A., McKenzie, S.O. (2010): Trends in body fat, body mass index and physical fitness among male and female college students. *Nutrients*, 2: 1075-1085.
- Protzner, A., Szmodis, M., Udvardy, A., Bosnyák, E., Trájer, E., Komka, Zs., Györe, I., Tóth, M. (2015): Hormonal neuroendocrine and vasoconstrictor peptide responses of ball game and cyclic sport elite athletes by treadmill test. *Plos One* 10: e0144691.
- Rowland, TW. (2005): *Children's Exercise Physiology*. Champaign, IL: Human Kinetics, 15.
- Sacheck, JM., Kuder, JF., Economos, CD. (2010): Physical fitness, adiposity, and metabolic risk factors in young college students. *Med. Sci. Sports Exerc.* 42: 1039-1044.
- Samuels, J., Bell, C., Samuel, J., Swinford, R. (2015): Management of Hypertension in Children and Adolescents. *Current Cardiology Reports*, 12: 107.
- Strong, WB., Malina, RM., Blimkie, CJR. (2005): Evidence based physical activity for school-age youth. *Journal of Pediatrics*, 14: 732-737.
- Szmodis M., Mészáros J. (2003) A kövér fiúk testzsírja és antropometriai jellemzői, valamint motorikus teljesítménye közti kapcsolat. *Kalokagathia*, XLI.1.: 42-64.
- Szmodis M. (2006) A testszerkezet változása a növekedés és fejlődés során. *PhD-tézisek. Anthropológiai Közlemények*, 46: 75-83.

Szmodis, M., Szmodis, I., Farkas, A., Mészáros, Zs., Mészáros, J. (2010): Relationships of relative fat content and some indices of body structure and motor performance in prepubertal boys. "The 2nd Joint Meeting of The North American Society for Pediatric Exercise Medicine and the European Group for Pediatric Work Physiology" (NASPEM-PWP 2010) Niagara-on-the-Lake, Canada, Abstract 69.

Szmodis M., Daiki T., Kiss I., Kékes E., Barna I., Tóth M., Szóts G. (2017b): Helyzetkép a magyar 56-75 évesek fizikai aktivitásáról (2014-2016). 47. Mozgásbiológiai konferencia. Absztraktkötet. 13-14.

Szóts G. (szerk.) (2012): A fittség mértéke mint a megbetegedések rizikóját befolyásoló tényező. Magyar Sporttudományi Füzetek IV., Akadémiai Kiadó, Budapest, 9-46, 69-152.

Tanha, T., Wollmer, P., Thorsson, O., Karlsson, MK., Lindén, C., Andersen, LB., Dencker, M. (2011): Lack of physical activity in young children is related to higher composite risk factor score for cardiovascular disease. *Acta Paediatrica*, 100: 5. 717-21.

Tarakçi, D., Oral, A. (2009): How do contralateral calcaneal quantitative ultrasound measurements in male professional football (soccer) players reflect the effects of high-impact physical activity on bone? *J Sports Med Phys Fitness*, 49(1):78-84.

Targubáné Rendes, K., Bodzsár, É.B., Zsákai, A. (2007): Relationship between body development and bone maturation in Hungarian girls aged 10-16 years. *Humanbiologia Budapestiensis*. 31. 111-115.

Templeton, DL., Kelly, AS., Steinberger, J., Dengel, DR. (2010): Lower relative bone mineral content in obese adolescents: role of non-weight bearing exercise. *Ped Exerc Sci* 22:557-568.

Thompson, M., Dana, T., Bougatsos, C., Blazina, I., Norris, SL. (2013): Screening for hypertension in children and adolescents to prevent cardiovascular disease. *Pediatrics*, 131: 3. 490-525.

Trájer, E., Bosnyák, E., Komka, Zs., Kováts, T., Protzner, A., Szmodis, M., Tóth, Sz., Udvardy, A., Tóth, M. (2015): Retrospective study of the Hungarian National Transplant Team's cardiorespiratory capacity. *Transplantation Proceedings*, 47: 6. 1600-1604.

Trost, GS., Mccoy, T.A., Vander Veur, S.S., Mallya, G., Duffy, M.L., Foster, G.D. (2012): Physical Activity Patterns of Inner-City Elementary Schoolchildren. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*. 470-474.

Uenishi, K, Nakamura, K. (2010): Intake of dairy products and bone ultrasound measurement in late adolescents: a nationwide cross-sectional study in Japan. *Asia Pac J Clin Nut*, 19: 432-439.

Vitályos, GÁ., Zsákai, A., Utczás, K., Bodzsár, ÉB. (2010): Body shape as the mirror of the habitual physical activity. *Anthropologiai Közlemények*, 51: 59-67.

Wilks, DC., Besson, H., Lindroos, AK., Ekelund, U. (2010): Objectively measured physical activity and obesity prevention in children, adolescents and adults: a systematic review of prospective studies. *Obesity Reviews*. doi 10.1111/j.1467-789X.2010.00775.

Zhang, YX., Chen, M., Xue, LH., Zhao, JS., Chu, ZH. (2013): Comparison of body shape and physical activity among adolescents with normotensive and elevated blood pressure in Shandong, China. *Annals of Human Biology*, 40: 1. 88-93.

7.2. Az értekezésben tárgyalt saját kutatásokkal kapcsolatos publikációk

Szmodis, M., Bosnyák, E., Szóts, G., Trájer, E., Tóth M., Farkas, A. (2011): Body structure, physical activity and the quantitative ultrasound measurements in prepubertal boys. In: Craig A. Williams and Neil Armstrong (Eds): *Children and Exercise XXVII, The Proceedings of the XXVIIth International Symposium of the European Group of Pediatric Work Physiology*, Chapter No. 23. 161-165. (Routledge, Taylor & Francis Group, London and New York)

Szmodis, M., Szmodis, I., Farkas, A., Mészáros, Zs., Mészáros, J. (2010): Relationships of relative fat content and some indices of body structure and motor performance in prepubertal boys. "The 2nd Joint Meeting of The North American Society for Pediatric Exercise Medicine and the European Group for Pediatric Work Physiology" (NASPEM-PWP 2010) Niagara-on-the-Lake, Canada, Abstract 69.

Szmodis M., Bosnyák E., Bede R., Farkas A., Protzner A., Trájer E., Udvardy A., Tóth M., Szóts G. (2013): Az MSTT Mozgás=Egészség Programjának magyarországi tapasztalatai – A fiatal generációk fizikai teljesítményének háttérvizsgálata. *Népegészségügy*, 91: 2. 141-149.

Szmodis M., Bosnyák E., Cselik B., Protzner A., Trájer E., Ács P., Tóth M., Szóts G. (2014a): Ifjúság – Egészség – Sport. A sportolás hatásának átfogó háttérvizsgálata általános és középiskolások, illetve egyetemisták körében. *Magyar Sporttudományi Füzetek – XI., Magyar Sporttudományi Társaság.*

Dr. Szmodis Márta, Bosnyák Edit, Cselik Bence, Protzner Anna, Trájer Emese, dr. Tóth Miklós, dr. Szóts Gábor (2014b): A fizikai aktivitás magyarországi dimenziói, iskoláskorúak vizsgálata. In: *A fizikai aktivitás és a sport magyarországi dimenzióinak feltárása*. Tanulmánykötet. (Szerk.: Dr. Farkas Judit) - TÁMOP-6.1.2/11/2-2012-0002. Magyar Sporttudományi Társaság, Magyar Sportmenedzsment Társaság, Budapest. 11-74.

Szmodis, M., Bosnyák E., Protzner A., Trájer E., Farkas, A., Szóts G., Tóth M. (2015a): Bone characteristics and anthropometry in Hungarian male elite athletes. *Annual Congress of the European College of Sport Science (ECSS), Malmö, Book of Abstracts*, 493.

Szmodis, M., Bosnyák, E., Protzner, A., Szóts, G., Trájer, E., Tóth, M. (2016a): Bone characteristics, anthropometry and lifestyle in late adolescents. *Anthropologischer Anzeiger*, 73: No. 1. 23-32.

Szmodis, M., Bosnyák, E., Protzner, A., Trájer, E., Farkas, A., Szóts, G., Tóth, M. (2016b): Physical activity, nutrition and bone characteristics in 10-12 year-old Hungarian children. ICSEMIS 2016, Santos, Brazil. Annals of Congress, 965-966.

Szmodis, M., Zsákai, A., Bosnyák, E., Protzner, A., Trájer, E., Farkas, A., Szóts, G., Tóth, M. (2017a): Reference data for ultrasound bone characteristics in Hungarian children aged 7-19 years. Annals of Human Biology, 44: 8. 704-714.

Cselik, B., Szmodis, M., Szóts, G., Ács, P. (2015): Hungarian Dimensions of Physical Activity Based on Studies at School Ages. Practice and Theory in Systems of Education. 10: 2, 131-140. ISSN (Online) 1788-2591.

Mészáros J., Tóth Sz., Bartusné Szmodis M., Mavroudes M., Zsidegh M. (2010): A tápláltsági állapot becslése – kritikai észrevételek a BMI megbízhatóságával kapcsolatban. Magyar Sporttudományi Szemle, 42: 23-28.

Protzner A., Trájer E., Bosnyák E., Udvardy A., Szóts G., Tóth M., Szmodis M. (2015): Iskoláskorúak fizikai aktivitása és testzsírja: a mindennapos testnevelés első hatásvizsgálata. Magyar Sporttudományi Szemle, 16: 61. 15-20.

Trájer, E., Protzner, A., Bosnyák, E., Udvardy, A., Szmodis, M., Szóts, G., Tóth, M. (2014): Iskoláskorúak fizikai aktivitása és az „új média”. Magyar Sporttudományi Szemle, 15: 58. 65-66.

7.2.2. A témával kapcsolatos további saját publikációk

Szmodis M., Mészáros J. (2003) A kövér fiúk testzsírja és antropometriai jellemzői, valamint motorikus teljesítménye közti kapcsolat. Kalokagathia, XLI.1.: 42-64.

Szmodis M. (2015b): A korszerű testnevelés természettudományos alapjai. In: Révész L., Csányi T.: Tudományos alapok a testnevelés tanításához I. 225-260. MDSZ. ISBN 978-615-5518-03-4.

Frenkl R., Szmodis M., Mészáros J. (2010): A sport biológiai és szocializációs jelentősége. Egészségtudomány, LIV., 2010/ 4. 23-31.

Mészáros, Zs., Mészáros, J., Szmodis, M., Pampakas, P., Osváth, P., Völgyi, E. (2008a): Primary school child development – issues of socioeconomic status. Kinesiology, 40: 2. 153-161.

Mészáros, Zs., Mészáros, J., Völgyi, E., Sziva, Á., Pampakas, P., Prókai, A., Szmodis, M. (2008b): Body Mass and Body Fat in Hungarian Schoolboys: Differences between 1980-2005. Journal of Physiological Anthropology, 27: 241-245.

Pampakas, P., Mészáros, Zs., Király, T., Szmodis, M., Szakály, Zs., Zsidegh, M., Mészáros, J. (2008): Longitudinal differences and trends in body fat and running endurance in Hungarian primary schoolboys. Stuttgart. Anthropologische Anzeiger, 66: 317-326.

