

## A NŐI NEMI HORMONOK KONCENTRÁCIÓJA ÉS A TESTÖSSZETÉTEL ÉLETKORI ÖSSZEFÜGGÉSEI

Fehér Virág Piroska

Ötvös Loránd Tudományegyetem, Embertani Tanszék, Budapest  
Témavezető: Dr. Zsákai Annamária

**Fehér V. P.: Concentration of female sex hormones and its relation with body composition.** The main aims of the study were: (1) to reveal the age patterns of the female sex hormone levels (17- $\beta$ -estradiol, progesterone), quantitative ultrasound parameters (broadband ultrasound attenuation, speed of sound) and body composition components (fat-free mass, lean mass, muscle mass, bone mass, bone mineral content, fat mass and visceral fat area) in women aged 7 to 80 years; (2) to define the normal ranges of the female sex hormone levels for IBL 17- $\beta$ -estradiol and progesterone kits in girls under 17 years of age; (3) to make recommendations on timing of saliva collection in premenarcheal girls; (4) to analyse the relationships between the concentration of 17- $\beta$ -estradiol, the components of the skeletal system and the indicators of adiposity according to reproduction status; (5) to evaluate the associations of the body composition components with the concentration of 17- $\beta$ -estradiol in women taking oral contraceptives and (6) in women affected by gynaecological diseases and comorbidities; (7) to select a skeletal component and determining its predictive factors; (8) to estimate the frequency of the X-chromosome loss and to identify its determinants.

In the doctoral dissertation: (1) the age patterns of the female sex hormone levels, quantitative ultrasound parameters and body composition components have been revealed in women aged 7 to 80 years (n=975); (2) the normal ranges of the female sex hormone levels in girls under 17 years of age have been defined; (3) recommendations on timing of saliva collection in premenarcheal girls have been made; (4) the relationships between the concentration of 17- $\beta$ -estradiol, the components of the skeletal system and the indicators of adiposity according to reproduction status have been analysed; (5) the associations of the body composition components with the concentration of 17- $\beta$ -estradiol in women taking oral contraceptives and (6) in women affected by gynaecological diseases, disorders and comorbidities have been evaluated; (7) a skeletal component has been selected and its predictive factors have been determined; (8) the frequency of the X chromosome loss has been estimated and its determinants have been identified (n=50).

Osteoporosis, obesity and infertility are seemingly independent diseases. The results of the doctoral dissertation revealed that one of their common points is abdominal obesity. In premenopausal women concentration of 17- $\beta$ -estradiol was negatively correlated with visceral fat area. Obese premenopausal women had lower level of 17- $\beta$ -estradiol than non-obese women. As new results we could confirm that the increased WHR reduced the frequency of cells with normal karyotype; malnutrition, increased WHR and excessive visceral fat area increased the risk of developing osteoporosis in premenopausal women; overweight or obese premenopausal women, women with increased WHR, excessive visceral fat area had smaller relative bone mass and smaller relative BMC than women having normal BMI, WHR and visceral fat area; in premenopausal women increased WHR had a negative effect on the amount of relative bone mass.

The results of the study highlighted the importance of WHR both as a risk factor of osteoporosis and as a risk factor of the X-chromosome loss. WHR is easy to measure, inexpensive and non-invasive way to be informed about the distribution of body fat. Based on our results we can recommend taking the reproductive status, WHR, the amount of muscle mass and the level of physical activity into FRAX® calculator.

**Keywords:** Body mass components; Bone structure; Salivary estradiol level; FRAX; Reproductive ageing; Girls and women.

## Bevezetés

Az elmúlt két évtizedben számos tanulmány hívta fel a figyelmet az obezitás, a csonttritkulás és az infertilitás globális szinten egyre növekvő prevalenciájára (WHO 2020, 2021, Salari és mtsai 2021). Három népbetegség, amelynek háttérében más okok mellett a hormonrendszer megváltozott működése valószínűsíthető. A doktori dolgozatban a teljes endokrin rendszerből további statisztikai elemzések céljából a női hormonrendszer egyik fő képviselőjét a 17- $\beta$ -ösztradiol-szintet ragadtuk ki és vizsgáltuk meg kapcsolatát a csont- és vázizomrendszert és testzsírosságot képviselni hivatott testösszetevő komponensekkel. Azért, hogy a 17- $\beta$ -ösztradiol-szint, csont- és vázizomrendszeri komponensek és testzsírosság alkotta triádban minden lehetséges összefüggést fel tudjuk tárni, megvizsgáltuk a csont- és vázizomrendszeri komponensek és a testzsírossági mutatók egymással mutatott kapcsolatát is. A témában született tanulmányok eddigi eredményei az irodalmi áttekintés fejezetben kerültek összefoglalásra. Ugyancsak ebben a fejezetben kapott helyet az orális fogamzásgátló készítményt szedő és nem szedő nők testösszetételét és csontsűrűségét összehasonlító vizsgálatok eredményei és a leggyakoribb nőgyógyászati betegségek, rendellenességek és társbetegségek bemutatása is.

„A női nemi hormonok koncentrációja és a testösszetétel életkori összefüggései” című dolgozat azzal a céllal született, hogy a fent említett három népbetegség esetén kijelöljünk néhány olyan rizikófaktort, amely pontosítja a betegségek esetén a kockázatbecslést, gyorsítja a diagnózisok felállítását, ismeretében javítható a betegségek prognózisa.

## Célkitűzések

A doktori munka fő célkitűzései közé tartozott: (1) 7–80 éves korú leányok és nők körében a női nemi hormonok (17- $\beta$ -ösztradiol, progeszteron), a csontminőséget jellemző paraméterek (BUA, *broadband ultrasound attenuation*, ultrahang frekvenciafüggő gyengülése, dB/MHz), SOS (*speed of sound*, ultrahang sebessége, m/s) és testösszetevő komponensek (abszolút és relatív zsírmentes testtömeg, abszolút és relatív sovány testtömeg, abszolút és relatív vázizomtömeg, abszolút és relatív csonttömeg, abszolút és relatív BMC (*bone mineral content*, csont ásványianyag-tartalom), abszolút és relatív zsírtömeg, vizscerális zsírtérfogat) mennyiségének jellemzése a kronológiai életkor tükrében; (2) IBL 17 $\beta$ -Estradiol és Progesterone kitekhez tartozó normál tartományok meghatározása 7–17 éves korú leányok női nemi hormonszintjére vonatkozóan; (3) még nem menstruáló (premenarcheális státuszú) leányok esetén a női nemi hormonbecslés céljából történő nyálmintagyűjtés időzítésére vonatkozó ajánlások megfogalmazása; (4) a csont- és izomrendszer mutatói, a 17- $\beta$ -ösztradiol-koncentráció és a testzsírossági mutatók közötti összefüggések feltárása a reprodukciós státusz figyelembevételével; (5) az orális fogamzásgátló készítményt szedő és (6) a nőgyógyászati rendellenességek, betegségek és társbetegségek által érintett nők körében a 17- $\beta$ -ösztradiol-koncentráció és testösszetétel mutatói közötti kapcsolat vizsgálata; (7) korrelációs elemzések során egy csontrendszeri mutató kijelölése és mennyiségét befolyásoló tényezők meghatározása (8) a 45,X0 kariotípusú sejtek arányváltozásának megfigyelése a kronológiai életkor mentén és az X-kromoszómavesztés mértékére hatást gyakorló testösszetételbeli, életmódbeli és szoci ökonómiai státuszt érintő tényezők beazonosítása.

## Vizsgált személyek és alkalmazott módszerek

A vizsgálatokat 2016 szeptembere és 2020 márciusa között 7–80 éves korú leányok és nők (n=975 fő) részvételével bonyolítottuk le. A vizsgálatba bevont leányok és nők mintáján antropometriai méréseket (Martin és Saller 1975, Weiner és Lourie 1969), testösszetétel (Inbody 720 és Drinkwater–Ross - féle négykomponensű modell 1980) és kvantitatív csontultrahangos vizsgálatokat (DTU-One ultrahangos oszteométer) végeztünk. A tápláltsági állapot jellemzésére a testtömeg-indexet használtuk (BMI; kg/m<sup>2</sup>). Felnőttek esetén a WHO (2000) által meghatározott határértékek alapján, gyermekek esetén Cole és munkatársai (2000, 2007) által meghatározott életkori határértékek alapján történt a besorolás az alultáplált, normál tápláltsági állapotú, túlsúlyos és obez tápláltsági állapot kategóriákba. A zsíreloszlás meghatározására a derékerület és csípőkerület hányadosát (WHR) alkalmaztuk. A WHR esetében a felnőttkori hasi elhízás határértékeként a WHO ajánlását (2008) figyelembe véve a 0,85-as értéket használtuk. A viscerális zsírtérület esetében a 100 cm<sup>2</sup>-től nagyobb zsírtérületet tekintettük az abdominális kövérség határértékének felnőtteknél (Yuji 2002). Gyermekek és ifjak viscerális zsírtérületének értékelésekor Zsákai és munkatársai (2017) által meghatározott életkori határértékeket tekintettük mérvadónak.

A nemi hormonok szintjét az IBL GmbH 17β-Estradiol és Progesterone Saliva ELISA kitjeinek segítségével határoztuk meg a gyűjtött nyálmintákból. A rendszeres menstruációs ciklussal rendelkező nők esetén a menstruációs ciklus follikuláris szakaszának első négynapos intervallumában történt a mintavétel. A még nem menstruáló, a még rendszertelen menstruációs ciklusú leányok és posztmenopauzális státuszú nők esetében a nyálmintagyűjtést a testszerkezeti vizsgálatok napján végeztük el. A 17-β-ösztadiol-koncentráció 10. és 90. centiliseinek figyelembevételével relatíve alacsony, átlagos és relatíve magas 17-β-ösztadiol-szintű kockázati alcsoportokat különítettük el.

Az X-kromoszómavesztés mértékét vénás vér limfocita sejtjeiből FISH (fluoreszcens in situ hibridizáció) segítségével határoztuk meg a vizsgált minta egy 50 fős almintáján.

A nők menstruációs és reprodukciós történetének tényezőiről, a szocioökonómiai státuszról, az általános egészségi állapotról, az életmód (dohányzási és alkoholfogyasztási szokások, fizikai aktivitás mértéke, pszichoszomatikus tünetek gyakorisága) jellemzőiről személyes interjúk során, kérdőívek segítségével gyűjtöttünk információt (Zsákai és mtsai 2015). Az oszteoporózis kockázatának becsléséhez új, saját kidolgozású pontrendszert alakítottunk ki, a pontok alapján alacsony, átlagos és magas oszteoporózis kockázatu csoportokat alakítottunk ki.

A centilisek szerkesztéséhez az ImsChartMaker Pro 2.3 szoftvert alkalmaztuk (Medical Research Council, UK 1997–2006). A normál eloszlás-mintázatú változók esetében az alcsoportok összehasonlítását kétmintás t-próba és ANOVA módszer, a nem normál eloszlású változók esetében pedig a Mann–Whitney - teszt, Kruskal–Wallis - teszt segítségével végeztük el. A normál eloszlást mutató változók közötti kapcsolat vizsgálatához Pearson-korrelációt, a normál eloszlású változók közötti kapcsolat feltárásához Spearman-korrelációt alkalmaztunk. A diszkrét valószínűségű változók esetében a csoportok homogenitását  $\chi^2$ -próba alkalmazásával teszteltük. Az X-kromoszómavesztés mértékével összefüggésben lévő tényezők beazonosítása céljából és a relatív csonttömeg mennyiségét befolyásoló tényezők feltárása érdekében többszörös lineáris regressziós elemzést végeztünk. Hipotéziseinket 5%-os szignifikancia-szinten teszteltük IBM SPSS Statistics v.26 program használatával.

## Vizsgálati eredmények megvitatása, új tudományos eredmények (UT)

- A doktori munka egyik célkitűzését teljesítve a 7–80 éves magyar leányok és nők 17- $\beta$ -ösztadiol és progeszteron koncentrációjának életkori mintázatára vonatkozóan centiliseket határoztuk meg (UT1). A premenarcheális státuszú leányok körében végzett, hormonbecslés céljából kivitelezett nyálmintagyűjtés időzítésére és technikájára vonatkozóan ajánlásokat fogalmaztunk meg: ha 17 éven aluli leányok körében végzett hormonvizsgálatok célja az egyes Tanner-féle emlőfejlettségi stádiumokhoz tartozó hormonszintek megállapítása (pl. kóros hormonszintekkel rendelkező leányok beazonosítása), akkor a B2 stádiumtól kezdődően, ha az első menstruáció megjósolása a cél, akkor a B3 stádium elérésétől kezdődően javasoljuk a nyálmintagyűjtést (UT2).

- Az oszteoporózis kialakulásának kockázatát új szempontok alapján kidolgozott pontrendszer segítségével becsültük (UT3). Az oszteoporózis kialakulását tekintve leginkább veszélyeztetett csoportba a vizsgált nők 16,8%-a tartozott. Az oszteoporózis magas kockázata ugyan szignifikáns kapcsolatot mutatott az alacsony 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentrációval, de az eredmények alapján annyit jelenthetünk ki, hogy az alacsony 17- $\beta$ -ösztadiol-szint önmagában nem tehető felelőssé az oszteoporózisért (UT4).

- Az elemzések során a vizsgált változók közé a BMI-t bevonva azt tapasztaltuk, hogy a posztmenopauzális státuszú nők körében kiemelkedően nagy a túlsúlyos (~41%) és obesez (~33%) nők gyakorisága. A premenarcheális státuszú leányok közül az obesezok rendelkeztek a legnagyobb, a premenopauzális státuszú nők közül az obesezok rendelkeztek a legkisebb 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentrációval. A posztmenopauzális státuszú nők esetén a 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentráció nem különbözött szignifikánsan a különböző tápláltsági állapotú nők között.

A posztmenopauzális státuszú nők több, mint 50%-a kórosan nagy derékkerület-csípőkerület aránnyal rendelkezett. A premenopauzális státuszú nők körében a derékkerület-csípőkerület arány alapján létrehozott kategóriák (normál, kórosan nagy) és a 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentráció alapján létrehozott kategóriák (alacsony, átlagos, magas 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentrációjuk) között szignifikáns kapcsolatot azonosítottunk, amit a posztmenopauzális státuszú nők esetén nem tudunk igazolni. A premenopauzális státuszú nőknél minél nagyobb volt derékkerület-csípőkerület arány, annál alacsonyabb 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentráció párosult hozzá.

A posztmenopauzális státuszú nők több, mint 60%-a kórosan nagy viszcerális zsírtérülettel rendelkezett. A 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentráció alapján létrehozott alcsoportok és a viszcerális zsírtérület nagysága szerint kialakított alcsoportok (normál, kórosan nagy) között nem igazolódtott szignifikáns kapcsolat a premenarcheális státuszú leányok, premenopauzális és posztmenopauzális státuszú nők esetében sem.

- Az orális fogamzásgátló készítményt nem szedő nők szignifikánsan nagyobb abszolút csonttömeggel, abszolút és relatív BMC-értékkel, abszolút izomtömeggel, abszolút sovány testtömeggel, abszolút zsírmentes testtömeggel, csuklókerülettel és bokakerülettel rendelkeztek, mint az orális fogamzásgátló készítményt szedő kortársaik. Orális fogamzásgátló készítményeket alkalmazó nők körében a 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentráció szignifikáns, pozitív összefüggést mutatott az abszolút izomtömeggel, az abszolút sovány testtömeggel és az abszolút zsírmentes testtömeggel. Az orális fogamzásgátló készítményt szedő nők körében eddig nem vizsgálták a 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentráció alakulását derékkerület-csípőkerület arány szerint, a viszcerális zsírtömeg nagysága és a tápláltsági állapot szerint (UT5).

- A pajzsmirigy alulműködésben szenvedő nők abszolút izomtömege szignifikánsan nagyobb volt, mint az egészséges nők abszolút izomtömege. A kórosan nagy

derékkerület-csípőkerület aránnyal rendelkező, pajzsmirigy alulműködésben szenvedő nők 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentrációja szignifikánsan kisebb volt, mint a normál derékkerület-csípőkerület aránnyal rendelkező, pajzsmirigy alulműködéssel élő nők 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentrációja.

- A policisztás ovárium szindróma (PCOS) által érintett nők abszolút csonttömege, abszolút izomtömege, abszolút BMC-értéke, abszolút sovány testtömege, abszolút zsírmentes testtömege és csuklókerülete szignifikánsan kisebb volt, mint az egészséges nők testméretei és testösszetevő komponensei. A PCOS-es nők esetén a 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentráció szignifikáns, pozitív irányú összefüggést mutatott a relatív sovány testtömegeg és a relatív zsírmentes testtömegeg.

- Az inzulinrezisztens nők relatív csonttömege, relatív BMC-értéke, relatív izomtömege, relatív sovány testtömege, relatív zsírmentes testtömege szignifikánsan kisebb, abszolút és relatív zsírtömege, vizcerális zsírtömege és felkarkerülete szignifikánsan nagyobb volt, mint az egészséges kortársaiknak.

A pajzsmirigy alulműködésben szenvedő, PCOS által érintett, ill. inzulinrezisztens nők körében eddig nem vizsgálták a 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentráció alakulását derékkerület-csípőkerület arány szerint, a vizcerális zsírtömeg nagysága és a tápláltsági állapot szerint (UT6).

- Már 2020-ban megjelent tanulmányunkban a BUA pozitív kapcsolatot mutatott a BMC értékkel, abszolút izomtömegeg és abszolút csonttömegeg a premenopauzális státuszú nők csoportjában. A posztmenopauzális státuszú nők esetén a felsorolt paraméterek közötti gyengébb kapcsolatról számoltunk be. Javasoltuk az alacsony BMC-értékkel, kis csonttömegeg, kis izomtömegeg rendelkező premenopauzális státuszú nők csontsűrűségének rendszeres ellenőrzését (Fehér és mtsai 2020). A teljes mintán, több alcsoportban elvégeztük a csont- és vázizomzati komponensek és testzsírossági mutatók, valamint a 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentráció közötti korrelációs elemzéseket. A korrelációs mintázatok alapján a relatív csonttömegeg választottuk ki a jósló tényezőinek meghatározása céljából.

A tápláltsági állapot és az oszteoporózis kockázati kategóriák közötti kapcsolatot elemezve megállapítást nyert, hogy a premenopauzális státuszú nőknél az alultáplált tápláltsági állapot, a posztmenopauzális státuszú nőknél a túlsúlyos és obese tápláltsági állapot számít az oszteoporózis kialakulásának szempontjából kockázati tényezőnek (UT7).

- A premenopauzális státuszú nők alcsoportjában szignifikáns kapcsolatot tudunk azonosítani az oszteoporózis kockázat és a derékkerület-csípőkerület arány alapján létrehozott alcsoportok között, amely összefüggés a posztmenopauzális státuszú nők körében nem bizonyult szignifikánsnak. A kórosan nagy derékkerület-csípőkerület arány fokozza az oszteoporózis kialakulásának kockázatát a premenopauzális státuszú nők körében.

Az oszteoporózis kockázati kategóriák és a vizcerális zsírtömege nagysága alapján elkülönített csoportok között a premenopauzális státuszú és posztmenopauzális státuszú nők körében szignifikáns kapcsolatot tudunk igazolni, körükben a kórosan nagy vizcerális zsírtömege növeli az oszteoporózis kialakulásának kockázatát.

Ami a relatív zsírtömege mennyisége és az oszteoporózis kockázata közötti összefüggést illeti, az oszteoporózis kialakulásának veszélyével leginkább fenyegetett alcsoportban detektáltuk a legnagyobb relatív zsírtömegeg (UT8).

- A kórosan nagy derékkerület-csípőkerület aránnyal rendelkező premenopauzális státuszú nők abszolút csonttömege nagyobb, relatív csonttömege és relatív BMC-értéke

kisebb volt, mint a normál derékkerület-csípőkerület aránnyal rendelkező nőké. A kórosan nagy derékkerület-csípőkerület aránnyal rendelkező posztmenopauzális nők SOS csontszerkezeti mutatójának értéke nagyobb, relatív csonttömege és relatív BMC-értéke kisebb volt, mint a normál derékkerület-csípőkerület arányú kortársaiké.

A kórosan nagy viszcerális zsírtartalmú leányoknál és nőknél a BUA csontszerkezeti mutató, az abszolút csonttömeg és az abszolút BMC nagyobb, a relatív csonttömeg és relatív BMC kisebb volt, mint a normál értékkel rendelkező premenarcheális, premenopauzális és posztmenopauzális státuszú leányoknál és nőknél.

A túlsúlyos és obez premenarcheális státuszú leányok, premenopauzális és posztmenopauzális státuszú nők szignifikánsan nagyobb BUA (és a premenopauzális státuszú nőknél SOS) értékkel, de kisebb relatív csonttömeg és relatív BMC-értékkel rendelkeztek, mint alultáplált vagy normál tápláltsági állapotú kortársaik.

A kórosan nagy derékkerület-csípőkerület aránnyal, kórosan nagy viszcerális zsírtartalommal rendelkező, illetve tápláltsági állapotát tekintve túlsúlyos vagy obez leányok és nők nagyobb abszolút csonttömeggel, abszolút BMC értékkel, nagyobb BUA- vagy SOS-értékkel, de kisebb relatív csonttömeggel és kisebb relatív BMC-értékkel rendelkeztek, mint a normál értékekkel rendelkező kortársaik (UT9).

- A relatív csonttömeg mennyiségére a relatív izomtömeg mindhárom reprodukciós státuszban (premenarcheális státuszú leányok, premenopauzális státuszú és posztmenopauzális státuszú nők) pozitív hatást gyakorolt. A premenarcheális státuszú leányoknál a fizikai aktivitás szintén pozitív befolyással bírt a relatív csonttömeg mennyiségére. A premenopauzális státuszú nők körében a derékkerület-csípőkerület arány negatív hatást fejtett ki a relatív csonttömeg mennyiségére. A posztmenopauzális státuszú nők esetén a 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentráció pozitívan befolyásolta a relatív csonttömeg mennyiségét.

- A normál, 45,X0 kariotípusú sejtek aránya csak az alacsony szocioökonómiai státuszú nők alcsoportjában mutatott szignifikáns összefüggést az életkorral, körükben az életkor előrehaladtával fokozatosan nőtt a 45,X0 kariotípusú sejtek aránya (UT10). A derékkerület-csípőkerület arány, a diagnosztizált szív-érrendszeri betegség és a terhességek száma szignifikáns jósó tényezőinek bizonyultak a nemi kromoszómavesztés mértékének (UT11; Annár és mtsai 2021, 2022).

Az érdeklődésem középpontjában álló három – egészségi, egészségügyi és gazdasági – szempontból kiemelt jelentőségű népbetegség az oszteoporózis, obezitás és infertilitás látszólag egymástól független betegség. A doktori munka eredményei rávilágítottak, hogy egyik közös metszéspontjuk az abdominális elhízás. A kórosan nagy derékkerület-csípőkerület arány csökkentette a normál kariotípusú sejtek arányát. A premenopauzális státuszú nőknél a 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentráció negatívan korrelált a viszcerális zsírtartalom nagyságával. Az obez tápláltsági állapotú premenopauzális státuszú nők alacsonyabb 17- $\beta$ -ösztadiol-koncentrációval rendelkeztek, mint a nem obez nők. A vizsgálati eredményeink alapján az alultáplált tápláltsági állapot, a kórosan nagy derékkerület-csípőkerület arány és kórosan nagy viszcerális zsírtartalom fokozza az oszteoporózis kialakulásának kockázatát a premenopauzális státuszú nők körében. A kórosan nagy derékkerület-csípőkerület aránnyal, kórosan nagy viszcerális zsírtartalommal rendelkező, illetve tápláltsági állapotát tekintve túlsúlyos vagy obez premenopauzális státuszú nők kisebb relatív csonttömeggel és kisebb relatív BMC-értékkel rendelkeztek, mint a normál értékekkel rendelkező kortársaik. A többszörös lineáris regressziós elemzés eredményei szerint a premenopauzális státuszú nők körében a derékkerület-csípőkerület arány negatív hatást fejtett ki a relatív csonttömeg mennyiségére.

A doktori munka eredményei alapján javasolni tudjuk az olyan egyszerűen, költséghatékonyan, nem invazív módon mérhető, de informatív mérőszám, mint a derékkörület-csípőkerület arány bevonását a FRAX®-ba, továbbá ajánlani tudjuk a FRAX® kérdéslista kibővítését a reprodukciós státuszra, a fizikai aktivitás mértékére és az izomtömeg mennyiségére vonatkozó kérdések felvételével.

### Felhasznált irodalom

- Annár, D.S., Fehér, V.P., Ince, S., Madarasi, A., Muzsnai, Á., Kékesi, A., Zsákai, A. (2021): A citológiai öregedés életkori mintázatának és szekuláris trendjének vizsgálata felnőtt nők körében. *Anthropologiai Közlemények*, 62: 69–76. DOI: [10.20330/AnthropKozl.2021.62.69](https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2021.62.69)
- Annár, D., Fehér, P., Madarasi, A., Mascie-Taylor, N., Kékesi, A., Kalabiska, I., Muzsnai, Á., Zsákai, A. (2022): Body structural and cellular ageing of women with low socioeconomic status in Hungary. *American Journal of Human Biology*, 34(3): e23662. DOI: [10.1002/ajhb.23662](https://doi.org/10.1002/ajhb.23662)
- Cole, T.J., Bellizzi, M.C., Flegal, K.M., Dietz, W.H. (2000): Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*, 320(7244): 1240–1243. DOI: [10.1136/bmj.320.7244.1240](https://doi.org/10.1136/bmj.320.7244.1240)
- Cole, T.J., Flegal, K.M., Nicholls, D., Jackson, A.A. (2007): Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ*, 335(7612): 194. DOI: [10.1136/bmj.39238.399444.55](https://doi.org/10.1136/bmj.39238.399444.55)
- Drinkwater, D.T., Ross W.D. (1980): Anthropometric fractionation of body mass. In: *Kinanthropometry II*. Univ. Park Press, Baltimore, 178–189.
- Fehér, V.P., Annár, D., Zsákai, A., Bodzsár, É. (2020): The body composition analysis as a complementary tool in the screening of bone structural abnormalities. *Anthropologischer Anzeiger*, 77: 161–171. DOI: [10.1127/anthranz/2020/1136](https://doi.org/10.1127/anthranz/2020/1136)
- Martin, R., Saller, K. (1975): *Lehrbuch der anthropologie I*. Stuttgart. Germany: Fisher.
- Salari, N., Ghasemi, H., Mohammadi, L., Rabieenia, E., Shohaimi, S., Mohammadi, M. (2021): The global prevalence of osteoporosis in the world. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 16(1): 1–20. DOI: [10.1186/s13018-021-02772-0](https://doi.org/10.1186/s13018-021-02772-0)
- Weiner, J.E., Lourie, J.A. (1969): *Human Biology. A Guide to Field Methods*. Blackwell, Oxford.
- World Health Organization (2000): *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. No. 894. Geneva.
- World Health Organization (2008): *Waist circumference and waist-hip ratio*. A report of a WHO expert consultation. Geneva.
- World Health Organization (2020): *Infertility*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/infertility>
- World Health Organization (2021): *Obesity and overweight*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Yuji, M. (2002): Examination Committee of Criteria for 'Obesity Disease' in Japan; Japan Society for the Study of Obesity. *Circulation*, 66: 987–992. DOI: [10.1253/circj.66.987](https://doi.org/10.1253/circj.66.987)
- Zsákai, A., Fehér, V. P., Annár, D., Bodzsár, É. (2017): A gyermek-és serdülőkorú kövérség meghatározásának testzsírosság mutatóira épülő, új hazai határértékei. *Anthropologiai Közlemények*, 58: 63–74. DOI: [10.20330/AnthropKozl.2017.58.63](https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2017.58.63)
- Zsákai, A., Mascie-Taylor, N., Bodzsár, É. B. (2015): Relationship between some indicators of reproductive history, body fatness and the menopausal transition in Hungarian women. *Journal of Physiological Anthropology*, 34(1): 1–12. DOI: [10.1186/s40101-015-0076-0](https://doi.org/10.1186/s40101-015-0076-0)

### A doktori értekezés témájában megjelent tanulmányok

- Annár, D.S., Fehér, V.P., Ince, S., Madarasi, A., Muzsnai, Á., Kékesi, A., Zsákai, A. (2021): A citológiai öregedés életkori mintázatának és szekuláris trendjének vizsgálata felnőtt nők körében. *Anthropologiai Közlemények*, 62: 69–76. DOI: [10.20330/AnthropKozl.2021.62.69](https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2021.62.69)

- Annár, D., Fehér, P., Madarasi, A., Mascie-Taylor, N., Kékesi, A., Kalabiska, I., Muzsnai, Á., Zsákai, A. (2022): Body structural and cellular ageing of women with low socioeconomic status in Hungary. *American Journal of Human Biology*, 34(3): e23662. DOI: [10.1002/ajhb.23662](https://doi.org/10.1002/ajhb.23662)
- Bodzsár É., Fehér V.P., Vadászi H., Zsákai A. (2016): A női nemi hormonok szintje és a testzsírosság kapcsolata pubertáskorú leányoknál. *Anthropologiai Közlemények*, 57: 51–60. DOI: [10.20330/AnthropKozl.2016.57.51](https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2016.57.51)
- Fehér, V.P., Annár D., Zsákai, A., Bodzsár, É. (2018): The association of psychosomatic health with physical status and lifestyle factors in adolescence. *Anthropologischer Anzeiger*, 75: 279–290. DOI: [10.1127/anthranz/2018/0897](https://doi.org/10.1127/anthranz/2018/0897)
- Fehér, V.P., Annár, D., Zsákai, A., Bodzsár, É. (2019): Pszichoszomatikus tünetek előfordulási gyakorisága 7–18 éves magyar gyermekek körében. *Orvosi Hetilap*, 160: 464–472. DOI: [10.1556/650.2019.31366](https://doi.org/10.1556/650.2019.31366)
- Fehér, V.P., Annár, D., Zsákai, A., Bodzsár, É. (2019): Pszichoszomatikus tünetek gyakoriságát befolyásoló tényezők 18–90 éves nők körében. *Anthropologiai Közlemények*, 60: 65–77. DOI: [10.20330/AnthropKozl.2019.60.65](https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2019.60.65)
- Fehér, V.P., Annár, D., Zsákai, A., Bodzsár, É. (2020): The body composition analysis as a complementary tool in the screening of bone structural abnormalities. *Anthropologischer Anzeiger*, 77: 161–171. DOI: [10.1127/anthranz/2020/1136](https://doi.org/10.1127/anthranz/2020/1136)
- Zsákai, A., Biri, B., Utczás, K., Fehér, V.P., Bodzsár, É. (2015): A női nemi hormonok koncentrációja és a testzsírosság változókorú nőknél. *Anthropologiai Közlemények*, 56: 139–151. DOI: [10.1186/s40101-015-0076-0](https://doi.org/10.1186/s40101-015-0076-0)
- Zsákai, A., Fehér, V.P., Annár D., Bodzsár, É. (2017): A gyermek- és serdülőkorú kövérség meghatározásának testzsírosság mutatóira épülő, új hazai határértékei. *Anthropologiai Közlemények*, 58: 63–74. DOI: [10.20330/AnthropKozl.2017.58.63](https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2017.58.63)

### Nem a doktori értekezés témájában született tanulmányok

- Almási, G., Bosnyák, E., Móra, Á., Zsákai, A., Fehér, V.P., Annár, D., Nagy, N., Sziráki, Z., Kemper, H.C.G., Szmodis, M. (2021): Physiological and psychological responses to a maximal swimming exercise test in adolescent elite athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18: 9270. DOI: [10.3390/ijerph18179270](https://doi.org/10.3390/ijerph18179270)
- Annár, D., Fehér, P., Zsákai, A., Muzsnai, Á. (2021): A proposal for the adjustment of bone mineral density for body dimensions in children. *Anthropologischer Anzeiger*, 79(3): 245–252. DOI: [10.1127/anthranz/2021/1516](https://doi.org/10.1127/anthranz/2021/1516)
- Annár, D., Fehér, V.P., Zsákai, A., Muzsnai, Á., Bodzsár, É. (2018): Turner-szindrómások testfejlettségi mintázata és testszerkezeti mutatóik alapján elkülönülő alcsoportjaik. *Gyermekgyógyászati Továbbképző Szemle*, 23: 165–170.
- Annár, D., Fehér, V.P., Zsákai, A., Muzsnai, Á., Bodzsár, É. (2018): Turner-szindrómások morfológiai jellegei, kariotípusa és kezelésük típusa közötti kapcsolat elemzése. *Anthropologiai Közlemények*, 59: 47–54. DOI: [10.20330/AnthropKozl.2018.59.47](https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2018.59.47)
- Utczás, K., Zsákai, A., Muzsnai, Á., Fehér, V.P., Bodzsár, É. (2015): Radiológiai és ultrahangos módszerrel végzett csontéletkor-becslések összehasonlító elemzése 7–17 éveseknél. *Anthropologiai Közlemények*, 56: 129–138. DOI: [10.20330/AnthropKozl.2015.56.129](https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2015.56.129)

Levelezési cím: Fehér Virág Piroska  
 Mailing address: Embertani Tanszék  
 Eötvös Loránd Tudományegyetem  
 Pázmány P. s. 1/c.  
 H-1117 Budapest  
 Hungary  
[feh.pir@gmail.com](mailto:feh.pir@gmail.com)