

# A biológiai kor mérésének módszerei gyermek- és serdülőkorban

## Methods for Assessing Biological Age in Children and Adolescents

Utczás Katinka<sup>1</sup> – Tróznai Zsófia<sup>2</sup>

<sup>1</sup> PhD, Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem, Budapest;  
HUN-REN-ELTE-PPKE Serdülőkori Fejlődés Kutatócsoport, Budapest  
utczas.katinka@tf.hu

<sup>2</sup> doktorjelölt, Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem Sporttudományok Doktori Iskola, Budapest  
troznai.zsofia@tf.hu

### Absztrakt

A testi fejlettség vizsgálatából választ kaphatunk arra, hogy mennyire tér el a vizsgált személy korosztályának növekedési vagy érési mintájától, esetleg előrébb vagy hátrébb tart fejlődésében. A testi fejlődés folyamatát egyaránt befolyásolják genetikai és környezeti tényezők. A fejlődés pontos értékelését végezhetjük el a biológiai korok ismeretében. Napjainkban számos biológiai korbecslő eljárás ismert (morfológiai kor, fogkor, fiziológiás kor, csontkor), melyek egy-egy szerv vagy szervrendszer vizsgálatán alapulnak. Az átlagosnál gyorsabb vagy lassabb ütemű testi fejlődés pszichológiai, kognitív, fizikai, szociális eltéréssel párosulhat. Így fiatal- és serdülőkorban az objektív teljesítményértékelésnél a naptári koron kívül szükséges lenne figyelembe venni és bevonni a biológiai kor vizsgálatát is.

### Abstract

By assessing physical maturity, we can determine whether an individual's growth or maturation pattern deviates from that of their age group, and whether they are ahead or behind in their development. Physical development is influenced by both genetic and environmental factors. An accurate assessment of development can be made by estimating biological age. There are several known methods of estimating biological age, including morphological, dental, physiological and bone ages, which are based on the investigation of specific organs or organ systems. Faster or slower physical development than the average pace may be associated with psychological, cognitive, physical, or social differences. Therefore, during objective performance evaluations in childhood and adolescence, it would be necessary to consider and incorporate an assessment of biological age alongside chronological age.

**Kulcsszavak:** fejlődés, érés, biológiai kor, csontkor

**Keywords:** development, maturity, biological age, bone age

## A testi fejlődés jellemzői gyermek- és serdülőkorban

A gyermekek és serdülők fejlődési folyamatait számos szempont – fizikai, kognitív, szociális, valamint érzelmi – szerint értékelhetjük. Bármelyik szempontot vizsgálva nagy egyéni különbségeket tapasztalhatunk. Míg korábban csak a gyermekorvosok, az iskolaorvosok, valamint a gyermek endokrinológusok foglalkoztak az individuális fejlődés megismerésével, mára már a szülők, a sporttudományi szakemberek,

illetve az iskolapszichológusok is igyekeznek minél inkább feltérképezni az egyéni sajátosságokat.

Serdülőkorban az azonos korúak között jelentős különbségek lehetnek, mivel a pubertásra jellemző intenzív hormontermelés nem mindenkinél azonos időben indul meg. Az időzítés mellett a serdülés ütemében is lehetnek eltérések, ami azt jelenti, hogy egyesek gyorsabban érik el a felnőttkori fizikai jellemzőiket, míg másoknál ez lassabban vagy később történik. További univerzálisan megfigyelhető jellemző a nemi különbség a serdülés kezdetében, lányoknál körülbelül 8–13 éves kor között, míg a fiúknál ez jellemzően 10–15 éves korra tehető.

A testi fejlettség vizsgálatával megállapítható, hogy egy gyermek az átlagtól eltérő növekedési vagy érési mintát követ-e. Ennek egyik megközelítése, ha megvizsgáljuk, hogy a gyermekek és serdülők a kronológiai koruknak megfelelő fejlettségi szinttel rendelkeznek-e a különböző testméretek, testszerkezeti mutatók vagy testösszetevők alapján. Ezzel tulajdonképpen megbecsüljük biológiai korukat. A születéstől eltelt évek, hónapok, valamint napok számát – életkor vagy kronológiai kor – vizsgálva előfordulhat, hogy tévesen értékeljük a gyermekek fejlettségét. A szervezet, illetve az egyes szervek és szervrendszerek fejlettségi állapotát jellemző biológiai korok, mint például a fogkor, fiziológiás kor, méretkor, morfológiai kor, csontkor, alkalmasak arra, hogy segítségükkel meghatározzuk egy vizsgált szerv, valamint szervrendszer fejlettségének mértékét (Demirjian–Goldstein–Tanner 1973; Tanner 1962; Mészáros–Mohácsi 1983; Tanner et al. 1983; Greulich–Pyle 1959). Ezek együttes használata jobban jellemezheti a gyermekek testi fejlettségét, mint ha csak a kronológiai életkorra támaszkodnánk (Bodzsár 2006).

Az összes szomatikus tulajdonság esetében beszélhetünk genetikai meghatározottságról, valamint az ezt befolyásoló környezeti hatásokról. E hatások erőssége azonban különböző mértékben fejeződik ki annak függvényében, hogy mely tulajdonságról van szó, illetve hogy életünk mely szakaszában tartunk (Polderman et al. 2015). Születéskor a testhosszban, testtömegben, illetve testalkatban tapasztalható nagy variabilitás elsősorban a születést megelőző (prenatális) környezeti hatások következménye. A születés után azonban nagyobb érvényt szereznek a genetikai hatások, így a születéskor még jelentős környezeti hatások háttérbe szorulnak (Pietiläinen et al. 2002). Ugyanakkor felnőttkorban az életkor előrehaladtával ismét nagyobb érvényt szereznek a környezeti tényezők a testalkat, testösszetétel kialakításában mind a nők, mind a férfiak esetében (Schousboe et al. 2004). Továbbá megfigyelhető a testméreteknel, hogy két testvér méretei jobban korrelálnak egymással, mint szüleik értékeivel. Ez a jelenség szintén a környezeti befolyásnak köszönhető, hiszen a generációk között eltelt idő folyamán jelentősen változhat a család szocioökonomiai státusza, a lakhelyük urbanizáltsága, illetve táplálkozási szokásaik (Fogel 1993).

A környezeti és genetikai tényezők testi fejlődési folyamatokra kifejtett hatását vizsgálhatjuk iker-, illetve családvizsgálatok alapján. A szinte teljes mértékben azonos genetikai hátterű egypetűjű ikrek és az átlagosan csak 50%-os genetikai hasonlósággal

jellemezhető kétpetéjű ikrek vizsgálata ugyanis alkalmas arra, hogy a testi fejlettség-beli hasonlóság mértékét megállapíthassuk. Tehát azonosítható, hogy mekkora részben okozza a genetikai háttér, és mennyiben járulnak hozzá a különböző környezeti faktorok a testi fejlődés folyamataihoz (Zsákai 2006). A testi fejlődés folyamatait befolyásoló környezeti tényezők, mint az életmód tényezői (például táplálkozás és fizikai aktivitás), okozhatnak eltéréseket a gyermekek és serdülők fejlődésének időzítésében vagy tempójában. Amennyiben a gyermek testi fejlődésében jelentősen eltér az átlagos növekedésmentől e tényezők miatt, a kronológiai kora és biológiai kora közötti kapcsolat jelentősen gyengülhet (Bodzsár et al. 2013).

A gyorsabb vagy a lassabb biológiai fejlődés hatással lehet a kognitív, érzelmi-szociális és agykérgi fejlődésre (Kovács et al. 2022; Gerván et al. 2022; Szakács et al. 2024). Kovács Ilona és szerzőtársai (2022) vizsgálatukban azt tapasztalták, hogy a csontvázrendszer érettségének, illetve az érettségbeli különbségeknek a hatása tetten érhető egyes kognitív képességekben. A WISC IV intelligenciateszt négy indexe (verbális megértés, perceptuális következtetés, munkamemória, feldolgozási sebesség) közül a munkamemória és a feldolgozási sebesség esetében pozitív kapcsolat mutatható ki a biológiai fejlettség és a vizsgált index pontszáma között. A társaiknál fejlődésükben akceleráltabb (vagyis csontvázrendszerükben fejlettebb) gyermekek jobban teljesítettek a munkamemória, valamint a feldolgozási sebességet vizsgáló alteszteken (lásd még Oláh Gyöngyi és munkatársai cikkét a tematikus összeállítás 164–171. oldalain). Szakács Hanna és szerzőtársai (2024) a serdülő agy strukturális és funkcionális átszerveződésének vizsgálatakor megállapították, hogy mind a túl gyors, mind pedig a túl lassú érési folyamatok eredményezhetnek az optimálistól eltérő hierarchikus agykérgi szerveződést. Mindezek alapján úgy tűnik, a biológiai fejlettségbeli különbségek kihatnak a kognitív képességekre, így befolyással lehetnek az iskolai teljesítményre (Kovács et al. 2022; Szakács et al. 2024). Az eredmények ismeretében érdemes egy-egy teljesítmény értékelésekor megvizsgálni a gyermekek biológiai fejlettségét, hogy jobban megértsük az eltérő teljesítmények hátterében álló individuális különbségeket.

## Biológiai kort becslő eljárások

A biológiai korbecslés során leggyakrabban alkalmazott módszerek a fogkor-, a fiziológiáskor-, a morfológiáskor-, valamint a csontkor-meghatározás (Bodzsár 2006). Minden biológiai korbecslő módszer közös tulajdonsága, hogy olyan lépéseket vizsgál, amelyek minden egészséges ember fejlődése során azonosak, vagyis genetikailag meghatározottak. Azonban a lépések időzítésében jelentős eltérések lehetnek.

### *Fogkorbecslés*

A fogkor meghatározása történhet a fogak áttörése alapján vagy a fogak mineralizációs folyamatainak vizsgálatával. A gyakorlatban ez utóbbi terjedt el széles körben, mivel lényegesen nagyobb életkori intervallumban alkalmazható, mint az áttörésen

alapuló fogkorbecslés. A vizsgálat során az eltérő fogtípusokra kidolgozott fogfejllettségi skála szerint értékelik a fogazatot. Ezt követően az összesített fogfejllettségi pontszám alapján egy táblázat segítségével határozható meg a fogkor (Demirjian–Goldstein–James 1973). Általánosan jellemző a nemek között megfigyelhető különbség, miszerint a lányok fogazata korábbi életkorban kezd el fejlődni, és hamarabb is fejeződik be, mint a fiúknál. Bár korábbi kutatások megállapították, hogy a Demirjian-féle fogkorbecslés a legmegbízhatóbb, mégis megfogalmazódott néhány kritika a módszerrel szemben (Willems 2001). A módszer egyik korlátja, hogy a vizsgálathoz minden esetben röntgenfelvételt szükséges készíteni, amely bár mára az egyik legkisebb sugárterhelés mellett végezhető el, mégis ionizáló sugárzásnak teszi ki a gyermekeket. Továbbá az utóbbi években megjelent kutatások többsége arról számolt be, hogy a kronológiai kor, valamint a Demirjian-féle módszerrel becsült fogkorok közötti különbség változik életkortól, nemtől, illetve etnikai hovatartozástól függően, így javasolják a módszer populációspecifikus módosítását (Priyadarshini–Puranik–Uma 2015).

### *Fiziológiás korbecslés*

William A. Marshall és James Mourilyan Tanner (1969) a másodlagos nemi jellegek fejlődésének vizsgálatán alapuló fiziológiai korbecslő módszert az 1940-es és az 1960-as évek között Angliában végzett longitudinális adatgyűjtés eredményeképp dolgozta ki. A módszerben meghatározott nemi jellegek fejlettségét (szemérem- és hónaljiszőrzet mindkét nemnél, külső genitáliák megítélése fiúknál, emlő fejlődési folyamata lányoknál) egy ötfokú skálán értékelték. A fiziológiás korbecslés e formájával mára már csak a gyermekendokrinológiai szakrendeléseken találkozhatunk. Ennek egyik oka, hogy az egyes stádiumok elkülönítése nagyban függ a vizsgáló személytől, valamint a vizsgált személy életkorától (Espeland et al. 1990). A módszer további korlátja, hogy a kidolgozásához használt minta a második világháború és az azt követő gazdasági visszaesés időszakából származik. Az akkori gazdasági folyamatok befolyásolhatták az 1940-es és 1960-as években az angliai gyermekek fejlődésének és érésének időzítését. Emiatt megkérdőjelezhető a módszer alkalmazhatósága napjaink serdülői érési folyamatainak vizsgálatára.

A nemi érés másik fontos jelzője a lányoknál az első menstruáció (menarche), a fiúknál pedig az első pollúció (spermarche) megjelenése. Ezen események bekövetkezésének időpontja erős összefüggést mutat az intenzív növekedési lökés csúcsideszakával. Míg fiúknál a spermarche és a leggyorsabb hosszúsági növekedés közel egy időbe esik (13,5 év), addig a lányoknál a menarche a csúcsnövekedést követően (11,5 év) mintegy egy évvel később (12,7 év) következik be (Bodzsár 2006).

Fontos megjegyezni, hogy a fiziológiás korok időzítettségére befolyásuk lehet olyan tényezőknél, mint a szocioökonómiai státusz, a tápláltsági állapot, a testösszetétel, ezen belül pedig különös tekintettel a zsírtömeg, valamint a zsírtömeg testtömegben belüli aránya (Bodzsár et al. 2013; Bodzsár et al. 2016).

### *Morfológiai jelek alapján történő életkorbecslés*

A testméretek (testmagasság, testtömeg, válszélesség, alkarkerület, kézkerület) és normatív adatok összehasonlításán alapul a Mészáros–Mohácsi-módszer (1983), mellyel a gyermek morfológiai kora becsülhető 7–18 év között. A morfológiai kor a különböző ütemben fejlődő testdimenziók együttes vizsgálatával a testszerkezet fejlettségét jellemzi. A módszer előnye, hogy magyarországi gyermekek és serdülők adatai alapján dolgozták ki és szerkesztették meg az eljárás során alkalmazott nemenkénti normatív táblázatokat.

A serdülőkor egyik fő jellemzője a gyors hosszúsági növekedés, amely leányoknál általában 11–12 éves kor között, míg fiúknál 13–14 éves kor között jelentkezik. Testméretek alapján a gyermekek morfológiai fejlettségének jellemzésén kívül lehetőségünk van megbecsülni ezt az intenzív növekedési időszakot, vagyis a PHV-kort (*peak height velocity*). A módszer a felgyorsult növekedési időszakban megfigyelhető megváltozott testarányokra alapozva nem szerinti specifikus regressziós egyenletek segítségével becsli a legintenzívebb hosszúsági növekedés idejét. A PHV-kor ismeretében képet kaphatunk a vizsgált személy serdülési folyamatainak időzítéséről (Mirwlad et al. 2002).

A morfológiai jelek alapján történő biológiai fejlettség-becslés egyes esetekben megtévesztő lehet, mivel a módszerekben használt normatív táblázatok, valamint regressziós egyenletek az átlag populációs értékeket veszik alapul. Vagyis az átlagtól jelentősen el nem térő gyermekeknek jól alkalmazható, de azokban az esetekben, amikor például a gyermekeknek és serdülőknek akár genetikai potenciálból, akár sportági hatásokból adódóan nagyobbak a testméreteik, a módszerek gyakran tévesen biológiailag fejlettebbnek becsülik őket.

### *Csontkorbecslés*

A csontkor meghatározásakor néhány csontfejlődési indikátor vizsgálata szükséges. Ezek közé tartozik a csontképző központok megléte, a csontok méret-, illetve alakbeli változása, valamint a csöves csontok esetében a testi rész (diafizis) és a két végdarab (epifízis) fúziójának, vagyis a növekedési zóna záródásának vizsgálata. A módszerek tekintetében két fő csoportot lehet elkülöníteni: a röntgenfelvételen alapuló, valamint az ionizáló sugárzás-mentes csontkorbecslő eljárásokat. A radiológiai módszerek közül a leggyakrabban alkalmazott eljárások közé tartozik a Greulich–Pyle-féle módszer vagy más néven „atlaszmódszer” és a Tanner–Whitehouse-féle módszer vagy „pontozó módszer” (Greulich–Pyle 1959; Tanner et al. 1983; Tanner et al. 2001). Mindkét esetben a vizsgálat során a bal kéz- és csuklótájékról készítenek röntgenfelvételt meghatározott, standard pozícióban. Mivel ezen a területen számos csont (alkarcsonatok, kéztőcsontok, kézközép- és ujjperccsontok) és több különböző típusú csont (rövid és csöves csontok) is megtalálható, igen részletes elemzést lehet elvégezni a csontkor meghatározásakor. Míg a hagyományos vizsgálatok során az elemzéseket

radiológus, valamint endokrinológus szakemberek végezték, mára már lehetőség van digitális, mesterségesintelligencia-alapú kiértékelésre (Thodberg et al. 2009).

Az ionizálósugárzás-mentes eljárások közül a mágnesesrezonancia-képalkotással (MRI) és az ultrahangalapú eljárásokkal lehet meghatározni a gyermekek és serdülők csontkorát (Sato 2015; Hojreh et al. 2018). E két módszer közül az utóbbi terjedt el szélesebb körben, mivel gyors, a vizsgálat költsége is kisebb, valamint könnyebben hozzáférhető. Az ultrahangos vizsgálatok során a gyermekek és serdülők bal oldali két alkarcsonthártyájának (singcsont és orsócsont) növekedési zónáját vizsgálja a készülék, és méri a csukló szélességét, valamint az ultrahang áthaladási sebességét. A nyitott növekedési zóna az ultrahang gyorsabb áthaladását teszi lehetővé, míg a már megkezdődött összecsontosodás lassítja az ultrahang sebességét. A két mért paraméter (ultrahang áthaladási sebessége, csuklószélessége) ismeretében a nemet és az etnikai hovatartozást figyelembe vevő regressziós egyenletek segítségével számítja ki a csontkort (Sato 2015). Az ultrahangos készülék (Sunlight BonAge) a gyártó ajánlásai alapján 5 és 18 év között alkalmazható, azonban magyarországi gyermekek és serdülők bevonásával végzett vizsgálataink alapján a készülék leányoknál 7,5–15 év, fiúknál 8,5–16 év között mért megbízhatóan (Utczás et al. 2017).

A biológiai kor és a kronológiai kor ismeretében pontosan meghatározható, hogy egy gyermek fejlődése eltér-e az átlagtól. Amennyiben a biológiai kor és a kronológiai kor közötti különbség értéke nagyobb, mint egy, úgy a gyermek akceleráltnak tekinthető, vagyis fejlődésében megelőzi hasonló korú társait. Azonban ha a biológiai kora több mint egy évvel elmarad a kronológiai korától, akkor deceleráltnak tekinthető biológiai fejlődése alapján.

## Köszönetnyilvánítás

A munkát a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal K-134370 számú OTKA-témapályázata (vezető kutató: Kovács Ilona), a HUN-REN-ELTE-PPKE Serdülőkorai Fejlődés Kutatócsoport, valamint a Pázmány Péter Katolikus Egyetem Bölcsész- és Társadalomtudományi Karának PPKE-BTK-KUT-23-1 számú kutatócsoportja támogatta.

## Irodalomjegyzék

- Bodzsár Éva (2006). *Humánbiológia. Fejlődés: növekedés, érés*. Egyetemi tankönyv. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó.
- Bodzsár Éva et al. (2013). „Hátrányos helyzetű kistérségek gyermekei nemi éréseinek mintázata”. *Anthropológiai Közlemények* 54, 3–11.
- Bodzsár Éva et al. (2016). „A női nemi hormonok szintje és a testzsírosság kapcsolata pubertáskorú leányoknál”. *Anthropológiai Közlemények* 57, 51–60. <https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2016.57.51>.
- Demirjian, Arto – Goldstein, Harvey – Tanner, James Mourilyan (1973). „A New System of Dental Age Assessment”. *Human Biology* 45/2, 211–227.
- Espeland, Mark A. et al. (1990). „Reliability of Tanner Stage Assessments in a Multi-Center Study”. *American Journal of Human Biology* 2/5, 503–510. <https://doi.org/10.1002/ajhb.1310020506>.

- Fogel, Robert William (1993). „New Sources and New Techniques for the Study of Secular Trends in Nutritional Status, Health, Mortality, and the Process of Aging”. *Historical Methods: A Journal of Quantitative and Interdisciplinary History* 26/1, 5–43. <https://doi.org/10.1080/01615440.1993.10594215>.
- Gerván, Patrícia et al. (2022). „Maturation-Dependent Vulnerability of Emotion Regulation as a Response to COVID-19 Related Stress in Adolescents”. *Journal of Pediatric Nursing* 67, 132–138. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2022.08.017>.
- Greulich, William W. – Pyle, Sarah Idell (1959). *Radiographic Atlas of Skeletal Development of Hand and Wrist*. Stanford: Stanford University Press.
- Hojreh, Azadeh et al. (2018). „Hand MRI and the Greulich-Pyle Atlas in Skeletal Age Estimation in Adolescents”. *Skeletal Radiology* 47/7, 963–971. <https://doi.org/10.1007/s00256-017-2867-3>.
- Kovács, Ilona et al. (2022). „Ultrasonic Bone Age Fractionates Cognitive Abilities in Adolescence”. *Scientific Reports* 12/1, 5311. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09329-z>.
- Marshall, William A. – Tanner, James Mourilyan (1969). „Variations in the Pattern of Pubertal Changes in Girls”. *Archives of Disease in Childhood* 44/235, 291–303. <https://doi.org/10.1136/adc.44.235.291>.
- Mészáros János – Mohácsi János (1983). *A biológiai fejlettség meghatározása és a felnőtt termet előrejelzése a városi fiatalok fejlődésmenete alapján*. Kandidátusi disszertáció. Budapest: MTA.
- Mirwald, Robert L. et al. (2002). „An Assessment of Maturity from Anthropometric Measurements”. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 34/4, 689–694. <https://doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020>.
- Pietiläinen, Kirsi H. et al. (2002). „Genetic and Environmental Influences on the Tracking of Body Size from Birth to Early Adulthood”. *Obesity Research* 10/9, 875–884. <https://doi.org/10.1038/oby.2002.120>.
- Polderman, Tinca J. et al. (2015). „Meta-Analysis of the Heritability of Human Traits Based on Fifty Years of Twin Studies”. *Nature Genetics* 47/7, 702–709. <https://doi.org/10.1038/ng.3285>.
- Priyadarshini, Patil C. – Puranik, Manjunath – Uma, Shankarachari R. (2015). „Dental Age Estimation Methods – A Review”. *International Journal of Advanced Health Sciences* 1/12, 19–25. <https://doi.org/10.3126/jcmsn.v14i3.20733>.
- Satoh, Mari (2015). „Bone Age: Assessment Methods and Clinical Applications”. *Clinical Pediatric Endocrinology* 24/4, 143–152. <https://doi.org/10.1297/cpe.24.143>.
- Schousboe, Karoline et al. (2004). „Twin Study of Genetic and Environmental Influences on Adult Body Size, Shape, and Composition”. *International Journal of Obesity* 28/1, 39–48. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802524>.
- Szakács, Hanna et al. (2024). „Navigating Pubertal Goldilocks: The Optimal Pace for Hierarchical Brain Organization”. *Advanced Science* 11/21, 2308364. <https://doi.org/10.1002/adv.202308364>.
- Tanner, James Mourilyan (1962). *Growth and Adolescence*. Oxford: Blackwell.
- Tanner, James Mourilyan et al. (1983). *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method)*. London: Academic Press.
- Tanner, James Mourilyan et al. (2001). *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW3 Method)*. London: WB Saunders, Harcourt Publishers.
- Thodberg, Hans Henrik et al. (2009). „The BoneXpert Method for Automated Determination of Skeletal Maturity”. *IEEE Transactions on Medical Imaging* 28/1, 52–66. <https://doi.org/10.1109/TMI.2008.926067>.
- Utczás, Katinka et al. (2017). „A Comparison of Skeletal Maturity Assessed by Radiological and Ultrasonic Methods”. *American Journal of Human Biology* 29/4, e22966. <https://doi.org/10.1002/ajhb.22966>.
- Willems, Guy (2001). „A Review of the Most Commonly Used Dental Age Estimation Techniques”. *The Journal of Forensic Odonto-Stomatology* 19/1, 9–17.
- Zsáki Annamária (2006). *Ikergyermekek testfejlettségi mintázata*. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó.