

A TESTÖSSZETÉTEL ÉLETKORI ÉS NEMI VARIÁCIÓI

Írta: B. BODZSÁR ÉVA

Eötvös Loránd Tudományegyetem Embertani Tanszéke, Budapest

BODZSÁR, B. É.: *Variations of Body Composition with Age and Sex*. In 1978 the author carried out a cross-sectional growth study in 23 villages in the Bakony-Hills, Western Hungary. Variations of body density, percent body fat, total body fat and lean body mass with age and sex were studied ($N = 6924$, age: 6.5—14.5 years). The author has established that there were significant differences in body composition with sex in the examined period. The pubertal growth spurt in LBM coincides with the spurt in height, but the increment in LBM is more intense than in height. However, the growth rate of percent body fat and total body fat decreased during the peak height velocity. Changes in body components were found to be more expressed in the adolescent boys than in girls.

According to the author the onset of puberty raises the sex differences, namely, after the pubertal growth spurt, the growth process of body components will be different in two sexes. Boys tend to gain their LBM, while girls continue to put on fat mass as adolescence proceeds.

Key words: Cross-sectional growth study, Body composition, Body density, Percent body fat, Total body fat, Lean body mass.

A testösszetétel komponenseinek abszolút és relatív mennyisége az ontogenezis minden szakaszában kimutathatóan változik (FORBES 1978, HOLLIDAY 1978, NOVAK 1970). A testösszetételbeli nemi különbségek feltárása, a komponensek egymáshoz való viszonyának ismerete és változásuk intenzitásának megállapítása a növekedés törvényeinek megismeréséhez elengedhetetlenül szükséges (CHUMLEA et al. 1983, BUGYI 1972, EIBEN et al. 1979, PAŘÍZKOVÁ 1977, TANNER 1974). A gyermekek fejlettségének megítélésénél nem hagyhatunk csupán az abszolút testméretekre, ismernünk kell e testméretek összetevőit, valamint a komponensek növekedését befolyásoló tényezőket is.

Tanulmányunkkal adatokat kívánunk szolgáltatni a testösszetétel életkori és nemi változásaihoz.

Anyag és módszer

1978-ban 23 bakonyi település általános iskolás tanulói körében végeztünk részletes antropometriai vizsgálatot (BODZSÁR 1980, 1982a, b, c). A testméreteket a Martin-féle technikával vizsgáltuk (MARTIN—SALLER 1957—66) az IBP előírásait is figyelembe véve (WEINER—LOURIE 1969). A vizsgálati anyag korcsoportonkénti és nemenkénti megoszlását az 1. táblázatban közöljük.

A testösszetétel változásának jellemzésére a testsűrűséget DURNIN—RAHAMAN (1967), a testsír százalékot, az össz-testzsírt és a sovány testtömeget SIRI (1956) szerint határoztuk meg.

Az életkor szerint bontott minták összehasonlítására egymintás varianciaanalízist, a nem és az életkor együttes hatásának vizsgálatára két szempontos varianciaanalízist végeztünk. Az egymást követő korcsoportok átlagai, valamint az azonos korú fiúk és leányok átlagai közötti különbségek szignifikancia szintjét a Sheffe-féle páros összehasonlítás módszerével határoztuk meg (HAJTMAN 1968).

Vizsgálati eredmények

Testsűrűség

Az életkor növekedésével a testsűrűségben jelentős változás mutatható ki mindkét nemnél (1. táblázat). A leányoknál 10,0–11,5 éves kor között, a fiúk-

1. táblázat

A testsűrűség statisztikai paraméterei (g/cm³)
Table 1. Statistical parameters of body density (g/cm³)

| Fiúk – Boys | | | | Kor (év) age (yr) | Leányok – Girls | | | | p < |
|-------------|-----------|---------------|-------|----------------------|-----------------|-----------|---------------|-------|-------|
| N | \bar{x} | $s_{\bar{x}}$ | s | | N | \bar{x} | $s_{\bar{x}}$ | s | |
| 111 | 1,071 | 0,001 | 0,011 | 6,5 | 132 | 1,052 | 0,001 | 0,012 | 0,001 |
| 229 | 1,070 | 0,001 | 0,011 | 7,0 | 206 | 1,051 | 0,001 | 0,011 | 0,001 |
| 207 | 1,067 | 0,001 | 0,012 | 7,5 | 195 | 1,050 | 0,001 | 0,012 | 0,001 |
| 208 | 1,067 | 0,001 | 0,013 | 8,0 | 192 | 1,049 | 0,001 | 0,012 | 0,001 |
| 206 | 1,065 | 0,001 | 0,012 | 8,5 | 224 | 1,047 | 0,001 | 0,012 | 0,001 |
| 226 | 1,063 | 0,001 | 0,013 | 9,0 | 190 | 1,046 | 0,001 | 0,012 | 0,001 |
| 253 | 1,063 | 0,001 | 0,013 | 9,5 | 175 | 1,044 | 0,001 | 0,012 | 0,001 |
| 255 | 1,061 | 0,001 | 0,014 | 10,0 | 199 | 1,043 | 0,001 | 0,012 | 0,001 |
| 216 | 1,060 | 0,001 | 0,014 | 10,5 | 229 | 1,043 | 0,001 | 0,012 | 0,001 |
| 250 | 1,059 | 0,001 | 0,014 | 11,0 | 225 | 1,043 | 0,001 | 0,013 | 0,001 |
| 248 | 1,058 | 0,001 | 0,016 | 11,5 | 246 | 1,043 | 0,001 | 0,012 | 0,001 |
| 204 | 1,058 | 0,001 | 0,014 | 12,0 | 232 | 1,040 | 0,001 | 0,012 | 0,001 |
| 193 | 1,057 | 0,001 | 0,014 | 12,5 | 207 | 1,041 | 0,001 | 0,012 | 0,001 |
| 253 | 1,056 | 0,001 | 0,014 | 13,0 | 193 | 1,039 | 0,001 | 0,012 | 0,001 |
| 220 | 1,057 | 0,001 | 0,014 | 13,5 | 225 | 1,037 | 0,001 | 0,011 | 0,001 |
| 196 | 1,056 | 0,001 | 0,013 | 14,0 | 207 | 1,036 | 0,001 | 0,011 | 0,001 |
| 78 | 1,057 | 0,001 | 0,009 | 14,5 | 94 | 1,035 | 0,001 | 0,010 | 0,001 |

$F_{VA} = 17,25$ $p < 0,001$

$F_{VA} = 23,99$ $p < 0,001$

nál 12,0 éves kortól stagnál a testsűrűség átlagos értéke. Ezek a stagnáló értékek jól tükrözik a csont- és izomrendszerben bekövetkező intenzívebb növekedést, valamint a serdülőkori növekedési lökés idejére eső testzsírvesztést. A leányok testsűrűsége minden korcsoportban szignifikánsan kisebb ($p < 0,001$), mint a fiúké.

Testzsír százalék

Mindkét nemnél jelentős mértékben változik a testzsír % 6,5–14,5 éves kor között (2. táblázat), bár az egymást követő korcsoport átlagok egyetlen esetben sem különböznek szignifikánsan. A leányoknál 6,5–10,0 éves, ill. 11,5–14,5

2. táblázat

A testzsír százalék statisztikai paraméterei (%)
 Table 2. Statistical parameters of percent body fat (%)

| Fiúk – Boys | | | Kor (év) age (yr) | Leányok – Girls | | | p < |
|-------------|---------------|------|----------------------|-----------------|---------------|------|-------|
| \bar{x} | $s_{\bar{x}}$ | s | | \bar{x} | $s_{\bar{x}}$ | s | |
| 12,22 | 0,55 | 4,71 | 6,5 | 20,82 | 0,58 | 4,56 | 0,001 |
| 12,81 | 0,36 | 4,59 | 7,0 | 21,20 | 0,42 | 4,95 | 0,001 |
| 13,80 | 0,45 | 5,34 | 7,5 | 21,63 | 0,46 | 5,36 | 0,001 |
| 14,03 | 0,45 | 5,51 | 8,0 | 22,09 | 0,45 | 5,25 | 0,001 |
| 15,58 | 0,43 | 5,25 | 8,5 | 22,62 | 0,43 | 5,48 | 0,001 |
| 15,96 | 0,47 | 5,89 | 9,0 | 23,16 | 0,48 | 5,58 | 0,001 |
| 16,30 | 0,43 | 5,74 | 9,5 | 24,03 | 0,48 | 5,33 | 0,001 |
| 16,86 | 0,46 | 6,26 | 10,0 | 24,84 | 0,47 | 5,56 | 0,001 |
| 17,01 | 0,53 | 6,44 | 10,5 | 24,80 | 0,42 | 5,25 | 0,001 |
| 17,67 | 0,49 | 6,33 | 11,0 | 24,85 | 0,47 | 5,86 | 0,001 |
| 17,85 | 0,53 | 6,91 | 11,5 | 24,81 | 0,42 | 5,41 | 0,001 |
| 18,14 | 0,54 | 6,36 | 12,0 | 25,44 | 0,44 | 5,53 | 0,001 |
| 18,42 | 0,54 | 6,34 | 12,5 | 26,04 | 0,47 | 5,67 | 0,001 |
| 18,51 | 0,48 | 6,45 | 13,0 | 26,27 | 0,48 | 5,54 | 0,001 |
| 18,47 | 0,50 | 6,18 | 13,5 | 26,80 | 0,40 | 5,03 | 0,001 |
| 18,47 | 0,51 | 5,96 | 14,0 | 27,30 | 0,40 | 4,86 | 0,001 |
| 18,32 | 0,56 | 4,17 | 14,5 | 28,01 | 0,57 | 4,60 | 0,001 |

$F_{VA} = 17,12 \quad p < 0,001$ $F_{VA} = 23,91 \quad p < 0,001$

éves korintervallumban egyenletes növekedés van, 10,0–11,5 éves kor között viszont a testzsír % nem változik. A fiúk testzsír %-a 12,0 éves korig viszonylag egyenletesen növekszik, 12,5 éves kortól a növekedés intenzitása csökken, amely végül is a testzsír % csökkenéséhez vezet. A két nem között minden korcsoportban az átlagok eltérése igen magas valószínűségi szinten jelentős ($p < 0,001$). A leányok testzsír %-a már 6,5 éves korban magasabb, mint a fiúk 13,0 éves korban elért maximális testzsír %-a.

Össz-testzsír

Mind a fiúknál, mind a leányoknál az össz-testzsír folyamatos, pozitív irányú változása mutatható ki az életkor előrehaladtával (3. táblázat). A leányoknál 11,5 éves kortól a prepubertás kori növekedési intenzitást meghaladó zsírfelhalmozódás tapasztalható, a fiúknál viszont 13,0 éves kortól a zsírfelhalmozódás csökkenése mutatható ki. A fiúknál minden korcsoportban szignifikánsan kisebb a testzsír tömege, mint a leányoknak ($p < 0,001$).

Sovány testtömeg

A fiúk sovány testtömegének egyenletes növekedése 12,5–13,5 éves korban fokozódik (4. táblázat). Ebben a korintervallumban az egymást követő korcsoportok átlagértékei közti különbség $p < 0,05$ szinten szignifikáns. A leányoknál szintén megállapítható a növekedés fokozódása 11,0–13,0 éves kor között, de ez csak $p < 0,1$ valószínűségi szinten igazolható. A fiúk sovány testtömegének átlaga az összes korcsoportban szignifikánsan nagyobb ($p < 0,001$) az azonos korú leányok átlagánál.

3. táblázat

Az össz-testzsír statisztikai paramétere (kg)
Table 3. Statistical parameters of total body fat (kg)

| Fiúk - Boys | | | Kor (év) age (yr) | Leányok - Girls | | | p < |
|-------------|---------------|------|----------------------|-----------------|---------------|------|-------|
| \bar{x} | $s_{\bar{x}}$ | s | | \bar{x} | $s_{\bar{x}}$ | s | |
| 2,62 | 0,14 | 1,23 | 6,5 | 4,40 | 0,18 | 1,76 | 0,001 |
| 2,81 | 0,11 | 1,36 | 7,0 | 4,56 | 0,14 | 1,68 | 0,001 |
| 3,33 | 0,15 | 1,72 | 7,5 | 5,04 | 0,16 | 1,89 | 0,001 |
| 3,48 | 0,14 | 1,72 | 8,0 | 5,18 | 0,18 | 2,03 | 0,001 |
| 4,11 | 0,14 | 1,71 | 8,5 | 5,89 | 0,18 | 2,29 | 0,001 |
| 4,48 | 0,18 | 2,32 | 9,0 | 6,08 | 0,22 | 2,56 | 0,001 |
| 4,53 | 0,17 | 2,27 | 9,5 | 6,39 | 0,21 | 2,39 | 0,001 |
| 5,25 | 0,21 | 2,77 | 10,0 | 7,15 | 0,23 | 2,77 | 0,001 |
| 5,42 | 0,24 | 2,89 | 10,5 | 7,57 | 0,24 | 3,05 | 0,001 |
| 6,04 | 0,25 | 3,28 | 11,0 | 8,44 | 0,27 | 3,32 | 0,001 |
| 6,40 | 0,29 | 3,82 | 11,5 | 9,19 | 0,27 | 3,57 | 0,001 |
| 6,83 | 0,28 | 3,32 | 12,0 | 10,25 | 0,31 | 3,97 | 0,001 |
| 7,27 | 0,31 | 3,55 | 12,5 | 10,65 | 0,35 | 4,19 | 0,001 |
| 8,06 | 0,31 | 3,69 | 13,0 | 11,66 | 0,36 | 4,17 | 0,001 |
| 8,39 | 0,31 | 3,74 | 13,5 | 12,90 | 0,32 | 4,05 | 0,001 |
| 8,40 | 0,33 | 3,79 | 14,0 | 13,47 | 0,34 | 4,00 | 0,001 |
| 8,30 | 0,35 | 3,32 | 14,5 | 13,84 | 0,53 | 4,32 | 0,001 |

$F_{VA} = 66,64 \quad p < 0,001$ $F_{VA} = 117,66 \quad p < 0,001$

4. táblázat

A sovány testtömeg statisztikai paramétere (kg)
Table 4. Statistical parameters of lean body mass (kg)

| Fiúk - Boys | | | kor (év) age (yr) | Leányok - Girls | | | p < |
|-------------|---------------|------|----------------------|-----------------|---------------|------|-------|
| \bar{x} | $s_{\bar{x}}$ | s | | \bar{x} | $s_{\bar{x}}$ | s | |
| 18,30 | 0,24 | 2,05 | 6,5 | 16,31 | 0,21 | 1,96 | 0,001 |
| 18,49 | 0,16 | 2,03 | 7,0 | 16,87 | 0,18 | 2,10 | 0,001 |
| 19,68 | 0,20 | 2,33 | 7,5 | 17,77 | 0,19 | 2,16 | 0,001 |
| 20,39 | 0,18 | 2,23 | 8,0 | 18,21 | 0,18 | 2,01 | 0,001 |
| 21,83 | 0,20 | 2,36 | 8,5 | 19,45 | 0,19 | 2,40 | 0,001 |
| 22,48 | 0,25 | 2,64 | 9,0 | 20,38 | 0,24 | 2,76 | 0,001 |
| 23,33 | 0,21 | 2,74 | 9,5 | 21,55 | 0,23 | 2,60 | 0,001 |
| 24,55 | 0,24 | 3,20 | 10,0 | 22,09 | 0,25 | 2,95 | 0,001 |
| 25,41 | 0,25 | 2,93 | 10,5 | 23,19 | 0,27 | 3,44 | 0,001 |
| 26,42 | 0,29 | 3,69 | 11,0 | 24,93 | 0,27 | 3,40 | 0,001 |
| 28,00 | 0,29 | 3,79 | 11,5 | 26,69 | 0,34 | 4,36 | 0,001 |
| 24,92 | 0,32 | 3,76 | 12,0 | 28,40 | 0,36 | 4,51 | 0,001 |
| 30,53 | 0,36 | 4,23 | 12,5 | 28,77 | 0,34 | 4,09 | 0,001 |
| 33,04* | 0,39 | 5,33 | 13,0 | 31,52 | 0,36 | 4,14 | 0,001 |
| 35,77* | 0,42 | 5,19 | 13,5 | 32,84 | 0,31 | 3,89 | 0,001 |
| 37,70* | 0,50 | 5,81 | 14,0 | 34,01 | 0,35 | 4,09 | 0,001 |
| 39,05 | 0,52 | 5,76 | 14,5 | 34,21 | 0,51 | 4,14 | 0,001 |

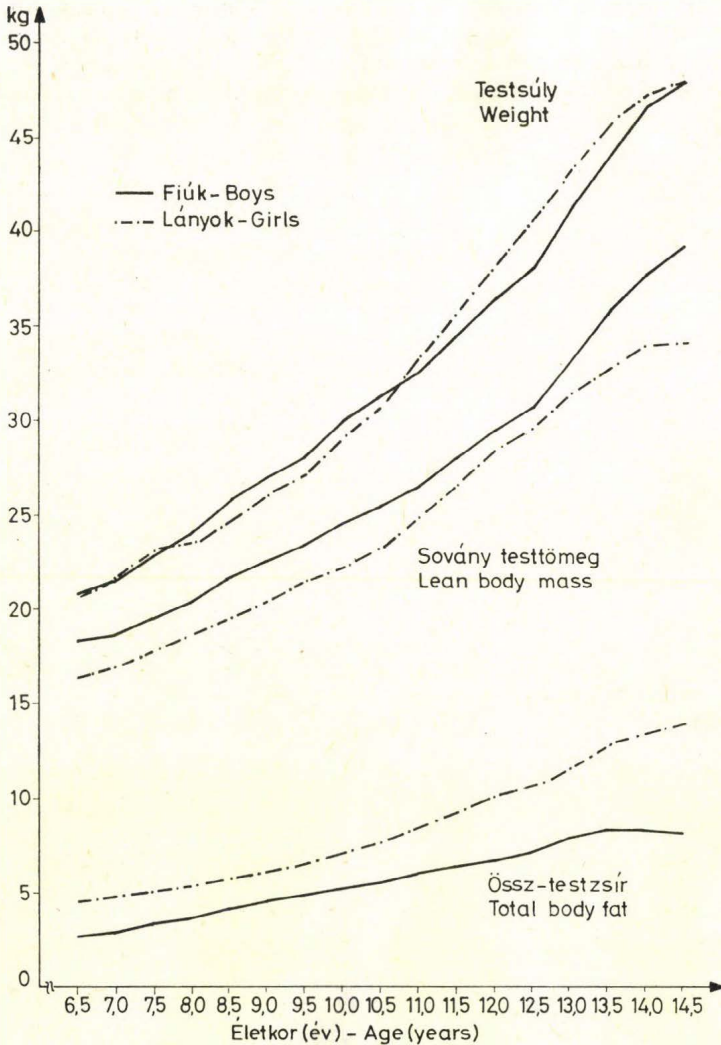
$F_{VA} = 386,31 \quad p < 0,001$ $F_{VA} = 426,54 \quad p < 0,001$

* Szignifikáns különbség az előző korcsoporthoz viszonyítva, $p < 0,05$ Different from previous age group, $p < 0,05$

A vizsgálati eredmények értékelése

Az 1. ábrán a testsúly, a sovány testtömeg és az össz-testzsír növekedési görbéje látható. Az ábráról egyértelműen leolvasható, hogy a fiúk és a leányok 10,5 éves korig gyakorlatilag megegyező testsúlyát a zsír- és a sovány testtömeg igen eltérő aránya hozza létre. A fiúk nagyobb mértékű sovány testtömeg gyarapodása, a leányok nagyobb mértékű testzsír felhalmozása eredményezi az azonos testsúlyt.

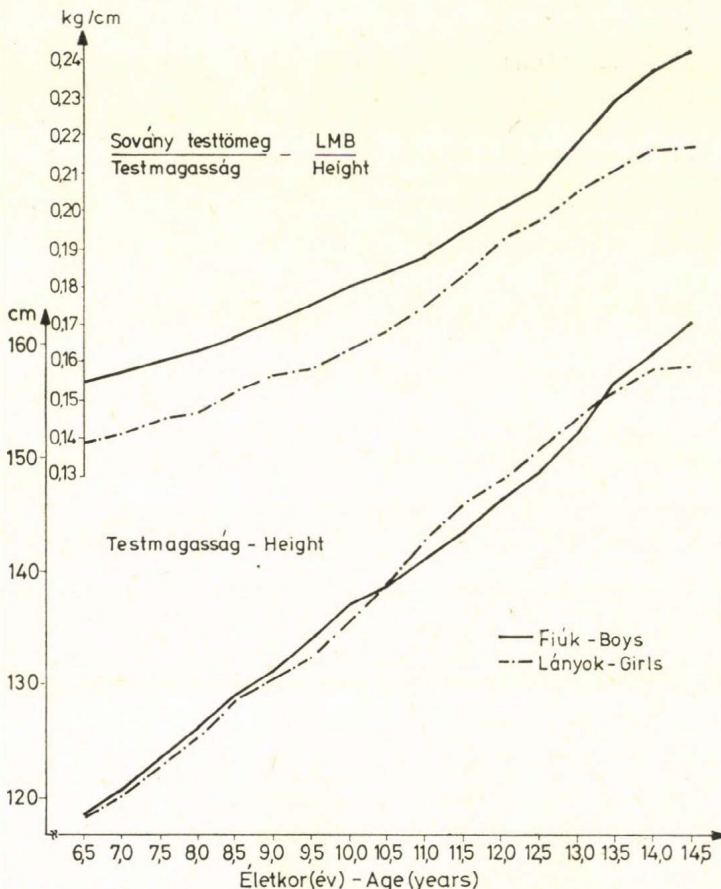
Ez a tendencia az általunk vizsgált korintervallum végéig kimutatható, de bizonyos eltérés is tapasztalható 10,5 éves kor után. A sovány testtömegben



1. ábra. A testsúly, a soványtesttömeg és az össz-testzsír középértékei
 Fig. 1. Means of weight, lean body mass and total body fat

a fiúknál 12,5 éves kortól egy igen jelentős növekedésfokozódás van, ugyanakkor az össz-testzsír növekedési intenzitása csökken. Ez a testösszetételbeli változás a fiúk megnyúlását, lesoványodását eredményezi. A leányoknál is kimutatható a sovány testtömeg serdülőkori növekedési lökése és az össz-testzsír növekedési ütemének csökkenése, de ezeknek a változásoknak az intenzitása lényegesen elmarad a fiúkétól. Ugyanakkor a leányoknál 13,0 éves kor után a zsírfelhalmozódás fokozódását a sovány testtömeg növekedési intenzitásának csökkenése kíséri. Mindezek a leányok csak egy rövid ideig tartó és kevésbé jelentős megnyúlását eredményezik.

A csont- és izomrendszer növekedésének menetét általában a testmagasság növekedési görbéjével demonstrálják, mivel e testméret változása a többi abszolút testmérethez viszonyítva abszolút értelemben a legnagyobb. A 2. ábrán a sovány testtömeg és a testmagasság hányadosának korcsoportonkénti átlagértékeit ábrázoltuk. E viszonyzámmal azt kívántuk bemutatni, hogy a sovány testtömeg növekedése a fiúknál minden korcsoportban, a leányoknál 14,0 éves



2. ábra. A testmagasság és a sovány testtömeg/testmagasság arányának középértékei
Fig. 2. Means of height and LBM/height ratio

korig jelentősebb, mint a testmagasságé. Ez a növekedés intenzitásbeli különbség mind a fiúknál, mind a leányoknál a serdülési növekedési lökés idején fokozódik.

Összefoglalva eredményeinket, megállapíthatjuk, hogy a prepubertás időszakában a fiúk és leányok testösszetétel komponenseinek növekedési üteme hasonló, de az összetevők egymáshoz való viszonya eltérő. A serdülés idején e nemi különbségek fokozódását a testösszetevők eltérő növekedési üteme eredményezi.

*

(Közlésre beérkezett: 1984. április 13-án.)

IRODALOM

- BODZSÁR, B. É. (1980): Physique and sexual maturation. — *Anthrop. Közl.* 24; 23—30.
— (1982a): The indices of the physique and socio-economic factors based on a growth study in Bakony girls. — *Anthrop. Közl.* 26; 129—134.
— (1982b): Secondary sex characters and menarche. — In: NOVOTNÝ, V. V. (ed.): *II Ind Anthropological Congress of Aleš Hrdlička*. Univ. Carolina Pragensis, 139—142.
— (1982c): Adatok a falusi iskolásgyermekek testi fejlettségéhez. — In: PAKSY, A. et al. (Eds): *A MOTESZ Egészségügyi Szervezők Tudományos Egyesülete VI. Kongresszusának Előadásai*, Budapest, 202—207.
- BUGYI, B. (1972): Középiskolások test-összetételére vonatkozó vizsgálati adatok. — *Testnev. Sporteü. Szle.* 13; 253—258.
- CHUMLEA, C. WM.—SIEVOGEL, R. M.—ROCHE, A. F.—WEBB, P.—ROGERS, E. (1983): Increments across age in body composition for children 10 to 18 years of age. — *Hum. Biol.* 55; 845—852.
- DURNIN, J. V. G. A.—RAHAMAN, M. N. (1967): The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. — *Brit. J. Nutr.* 21; 681.
- EIBEN, O.—KARDOS, I.—KOVÁCS, G.—PAPY, I. (1979): Szakmunkástanuló-jelöltek testi fejlettsége, testösszetétele és szomatotípusa. — *Anthrop. Közl.* 23; 53—61.
- FORBES, G. B. (1978): Body composition in adolescence. — In: FALKNER, F.—TANNER, J. M. (Eds): *Human Growth*. Vol. 2, Plenum Press, New York, 239—272.
- HAJTMAN, B. (1968): *Bevezetés a matematikai statisztikába*. — Akadémiai Kiadó, Budapest 491 old.
- HOLLIDAY, M. A. (1978): Body composition and energy needs during growth. — In: FALKNER, F.—TANNER, J. M. (Eds): *Human Growth*. Vol. 2, Plenum Press, New York, 117—139.
- MARTIN, R.—SALLER, K. (1957—1966): *Lehrbuch der Anthropologie*. 3. Aufl. — G. Fischer, Stuttgart 2999 p.
- NOVAK, L. P. (1970): Comparative study of body composition of American and Filipino women. — *Hum. Biol.* 42; 206—216.
- PAŘÍZKOVÁ, J. (1977): *Body fat and physical fitness*. — Martinus Nijhoff B. V. Medical Div. The Hague. 279 p.
- SIRI, W. E. (1956): Body composition from fluid spaces and density. — MS UCRL 3349. Donner Lab. University of California.
- TANNER, J. M. (1974): Sequence and tempo in the somatic changes in puberty. — In: GRUMBACH, M. H.—GRAVE, G. D.—MAYER, F. E. (Eds): *Control of the Onset of Puberty*. John Wiley and Sons, New York 448—470.
- WEINER, J. S.—LOURIE, J. A. (Eds) (1969): *Human biology. A guide to field methods*. IBP Handbook No. 9. — Blackwell, Oxford 621p.

A szerző címe:

Author's address: Dr. B. BODZSÁR ÉVA
ELTE Embertani Tanszéke
Budapest, Puskin u. 3.
H-1088

