



DEBRECENI EGYETEM, ORVOS- ÉS EGÉSZSÉGTUDOMÁNYI CENTRUM, CSALÁDORVOSI TANSZÉK, GYERMEKKLINIKA*, DEBRECEN

BIOELEKTROMOS IMPEDANCIA – ÉS ANYAGCSERE VIZSGÁLATOK GYERMEKKORI ELHÍZÁSBAN

DR. OROSZ ANNA–DR. FELSZEGHY ENIKŐ*–DR. ILYÉS ISTVÁN

Bevezetés. Célkitűzések

Az elhízás népbetegség, az utóbbi évtizedben gyakorisága világszerte epidémia-szerűen növekedett. Az elhízásban kialakuló anyagcsere-eltérések felnőttkorban jelentős mértékben növelik a kardiovaszkuláris veszélyeztetettség mértékét és a 2-es típusú diabetes mellitus (2TDM) kialakulásának valószínűségét (11). Az elhízás gyakorisága az utóbbi időszakban a gyermekkorban is növekvő tendenciát mutat, s a másodlagos anyagcsere-eltérések már ebben az életperiódusban is kimutathatók (2,13). Felnőttkorban végzett vizsgálatok szerint ezen anyagcsere-eltérések gyakorisága az elhízás súlyosságával párhuzamosan növekszik. A kérdés vizsgálata a gyermekkori elhízásban is érdeklődésre tarthat számot. Amíg azonban felnőttkorban az elhízás mértékének meghatározására a testtömeg-index (body mass index – BMI) alkalmazása mellett egyre inkább használják a bioelektromos impedancia analízis (BIA) módszerét, a gyermekkori elhízásban a módszer alkalmazásával kellő tapasztalattal még nem rendelkezünk. Jelen munka elsődleges célja – fentiekből kiindulva – az volt, hogy a BIA módszer alkalmazásával tapasztalatokat szerezzünk a gyermekkori elhízásban. Célul tűztük ki emellett az elhízás mértékét jelző BMI értékek és a BIA módszer alkalmazásával nyert eredmények vizsgálatát is. További célunk volt a BMI értékek és BIA eredmények, továbbá a szénhidrát- és a lipoprotein-eltérések között kimutatható összefüggések tanulmányozása is.

A vizsgáltak köre és az alkalmazott módszerek

Vizsgálatunkat életmódtáborban részt vett gyermekeken végeztük. A vizsgálatba összesen 39 gyermeket, 18 lányt és 21 fiút vontunk be. Életkoruk $13,13 \pm 2,03$ év, BMI-értékük $31,3 \pm 6,4$ kg/m² volt. A lányok és a fiúk életkora és BMI értéke szignifikánsan nem különbözött.

A test bioelektromos impedanciájának mérése tetrapolar készülék (Biodinamics Model 310, Body Composition Analyzer) segítségével történt. Az elektródokat a jobb kéz és lábfej (csukló és boka) pontosan meghatározott helyeire illesztve a vizsgálat fekvő-pozícióban történt, legalább két órával az utolsó étkezés után. A mérést jelentősebb fizikai aktivitás nem előzte meg. Az eredményül kapott impedancia értékből a készülék automatikusan számítja a zsírszázalékot (zs %), a zsírtartalmat (zst) és a zsírintes testtömeget (zsmtt).

A szénhidrát-anyagcsere vizsgálatára legalább 12 órás éhezést követően orális glükóztolerancia-tesztet (OGTT) végeztünk. A vércukor-meghatározás glükózoxidáz módszerrel történt. Eredményeinket az Amerikai Diabetes Társaság (ADA) ajánlásai alapján értékeltük (1).

Károsodott éhomi vércukor-értéket (IFG) akkor állapítottunk meg, ha az éhomi vércukor koncentráció a 6,1 mmol/l és a 6,9 mmol/l értékek közé esett. Csökkent glükóztolerancia akkor kórismézhető, ha a 120 perces vércukor koncentráció a 7,8 mmol/l és 11,1 mmol/l között van, diabetes mellitus fennállása pedig akkor állapítható meg, ha az éhomi vércukor koncentráció eléri vagy meghaladja a 7 mmol/l értéket, vagy pedig a 2 órás vércukor koncentráció eléri vagy meghaladja a 11,1 mmol/l értéket.

A lipidanyagcserét a következő paraméterek meghatározásával vizsgáltuk: szérumszénhidrogén (Tg), szérumszénhidrogén (T-C), HDL-C, LDL-C. A Tg, a T-C, a HDL-C értékeinek meghatározása kolorimetriás módszerrel történt, az LDL-C koncentrációt pedig a Friedewald egyenlet (7) felhasználásával kalkuláltunk. Az eredmények értékelése a Magyar Lipid Konszenzus Konferencia kritériumai alapján történt (14).

Emelkedett szénhidrogén (T-C) szintet 5,2 mmol/l, emelkedett LDL-C szintet 3,4 mmol/l, emelkedett triglicerid szintet 1,5 mmol/l érték felett, csökkent HDL-C szintet pedig 0,9 mmol/l érték alatt állapítottunk meg.

A statisztikai feldolgozás során két csoport eredményeinek összehasonlítására a Student-féle t-próbát, az elhízás mértéke és az anyagcsere paraméterek közötti

összefüggések keresésére pedig a Pearson-féle lineáris korreláció módszerét alkalmaztuk.

Eredmények

A mérések megbízhatóságának vizsgálatára ugyanazon gyermekek esetében ismételt méréseket végeztünk, és meghatároztuk a variációs koefficienseket a mért zsírszázalékok alapján. A variációs koefficiensek értékei 5 és 11% közöttiek voltak. Méréseink pontosságát ezek alapján elfogadhatónak ítéljük.

A vizsgált gyermekek elhízását jellemző paramétereket az 1. táblázatban mutatjuk be. A BMI $31,3 \pm 6,4$ kg/m², a zsírtartalom (zst) $20,58 \pm 10,37$ kg, a zsírszázalék (zs%) $24,49 \pm 10,48\%$, a zsírmentes testtömeg (zsmtt) $58,26 \pm 12,71$ kg volt. A lányok és fiúk eredményei között szignifikáns különbség nem volt kimutatható.

1. táblázat

A vizsgált gyermekek elhízását jellemző paraméterek

Paraméterek	Lányok (n=18)	Fiúk (n=21)	Együtt (n=39)
BMI (kg/m ²)	33,5±6,7	29,4±5,6	31,3±6,4
Zst (kg)	26,15±7,45	15,8±10,26	20,58±10,37
Zs %	31,87±15,43	18,17±9,63	24,49±10,48
Zsmtt (kg)	53,38±7,17	62,43±14,95	58,26±1,71

Az általunk vizsgált beteganyagot a BMI értékek alapján három csoportra osztottuk: a BMI 25-nél alacsonyabb (normál testsúlyú), a BMI 25–30 közé esik (túlsúlyos) és a 30-nál nagyobb BMI (elhízott) csoportokra. A vizsgált gyermekek számának megoszlását a különböző BMI csoportokban a következő volt: <25 kg/m²: 6 fő, 25–30 kg/m²: 13 fő, >30 kg/m²: 20 fő.

A vizsgált gyermekek testösszetételét jellemző paramétereket mutatja be a 2. táblázat BMI csoportok szerint. A BMI érték emelkedésével párhuzamosan változott a testzsír-százalék és a testzsírtartalom. A normál testsúlyú csoportban (BMI <25 kg/m²) a zsírszázalék $8,30 \pm 7,41$, a túlsúlyos csoportban (BMI: 25–30 kg/m²) $21,64 \pm 7,2$, az elhízott csoportban (BMI>30 kg/m²) $31,20 \pm 6,07$ volt.

2. táblázat

A vizsgált gyermekek testösszetételét jellemző paraméterek BMI csoportok szerint

Paraméterek	BMI<25 (n=6)	BMI: 25–30 (n=13)	BMI>30 (n=20)
Zs (kg)	4,82±5,33	15,86±5,72	28,37±5,43
Zs %	8,30±7,41	21,64±7,2	31,20±6,07
Zsmtt (kg)	46,13±9,74	57,61±9,84	62,31±13,16

A vizsgált gyermekek szénhidrát- és lipoprotein-anyagcsere vizsgálatának eredményeit a 3. táblázatban

foglaljuk össze. Az éhomi vércukorszint (0 VC) $4,65 \pm 1,36$ mmol/l, a 120 perces posztprandiális vércukorérték (120 VC) $6,09 \pm 1,50$ mmol/l, a Tg szint $1,35 \pm 0,8$ mmol/l, a T-C $4,49 \pm 0,74$ mmol/l, a HDL-C $1,08 \pm 0,21$ mmol/l, az LDL-C $2,79 \pm 0,57$ mmol/l volt.

A lányok és a fiúk eredményei között szignifikáns különbség nem volt kimutatható.

3. táblázat

A vizsgált gyermekek szénhidrát- és lipoprotein-anyagcsere vizsgálatának eredményei

Paraméterek	Lányok (n=18)	Fiúk (n=21)	Együtt (n=39)
0 VC (mmol/l)	4,66±1,93	4,64±0,61	4,65±1,36
120 VC (mmol/l)	6,47±1,84	5,77±1,07	6,09±1,50
Tg (mmol/l)	1,29±0,67	1,41±0,92	1,35±0,80
T-C (mmol/l)	4,57±0,64	4,43±0,82	4,49±0,74
HDL-C (mmol/l)	1,09±0,23	1,06±0,21	1,08±0,21
LDL-C (mmol/l)	2,89±0,58	2,72±0,58	2,79±0,57

A leírt kritériumokat alkalmazva minősítettük az OGTT eredményeit. A vizsgáltak 84,6%-a összesen 33 gyermek normál glükóztoleranciájúnak (NGT) bizonyult. A vizsgáltak 15,4%-a összesen 6 gyermek került a csökkent glükóztolerancia (IGT) kategóriába. Károsodott éhgyomri vércukorszint (IFG) és 2. típusú diabetes mellitus (2DM) egy esetben sem igazolódott. A 30 kg/m² feletti BMI csoportban már a vizsgáltak 20%-ában igazolódott IGT, míg a 25–30 kg/m² BMI csoportban csak 15,4%-ban, a normál testsúlyúak körében pedig egyáltalán nem fordult elő.

A lipoprotein-anyagcsere vizsgálati eredményeit a Magyar Lipid Konszenzus Konferencia kritériumai alapján minősítettük. A szérumban T-C szintje a vizsgált gyermekek 20,5%-ában volt emelkedett. A HDL-C koncentrációja a vizsgáltak 23,15%-ában csökkent volt. Emelkedett Tg szintet a gyermekek 28,2%-ában találtunk. Az eredmények minősítését a 4. táblázat tartalmazza.

Az impedancia vizsgálatok és a laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek értékelését követő statisztikai feldolgozás során összefüggéseket kerestünk a mért paraméterek között. Az elhízás mértékét jellemző paraméterek, így a zsírszázalék és a BMI, illetve a zsírtartalom és a BMI között szignifikáns pozitív korreláció volt igazolható. A szénhidrát-anyagcsere jellemző éhomi vércukorszint és a BMI között nem sikerült összefüggést kimutatni, de a 120 perces posztprandiális vércukorérték a BMI-vel és a zsírszázalékkal pozitív korrelációt mutatott. A triglicerid-szint és a BMI között is szignifikáns pozitív korreláció igazolódott. A T-C, a HDL-C, az LDL-C és a BMI között statisztikailag szignifikáns kapcsolatot nem tudtunk kimutatni. A statisztikailag jelentős összefüggéseket a korrelációs koefficiensek és a p-értékek feltüntetésével az 5. táblázat tartalmazza.

Az anyagcsere-vizsgálatok eredményeinek minősítése a hivatkozott kritériumok alapján

Paraméterek és minősítések		BMI csoportok						Együtt (n=39)	
		<25 (n=6)		25–30 (n=13)		>30 (n=20)			
		n	%	N	%	n	%	n	%
NGT		6	100	11	84,6	16	80,0	33	84,6
IGT		0	0	2	15,4	4	20,0	6	15,4
IFG		0	0	0	0	0	0	0	0
2 DM		0	0	0	0	0	0	0	0
T-C	Emelkedett	2	33,3	1	1,7	5	25,0	8	20,5
	Normális	4	66,7	12	92,3	15	75,0	31	79,5
HDL-C	Csökken	2	33,3	2	15,4	5	0,25	9	23,1
	Normális	4	66,7	11	84,6	15	75,0	30	76,9
Tg	Emelkedett	3	50	3	23,1	5	25	11	28,2
	Normális	3	50	10	76,9	15	75	28	71,7

Megbeszélés

A testösszetétel meghatározása gyermekekben nem egyszerű feladat. Az alkalmazott számtalan módszer többsége (a denzitometria, az izotóppal jelölt vízmegoszlási tér meghatározása, a teljes test káliumtartalmának mérése, a computertomographia, a fotonabszorpciómérés) kimondottan költséges, munkaigényes és magas szintű technikai felkészültséget igényel (5). Mivel egyik technika sem alkalmas a napi gyakorlatban történő használatra, a bioelektromos impedancia analízis érdeklődésre tarthat számot (3, 12). A módszer lényege, hogy az élő szervezetben egy konstans kisáramerősségű áram áthaladása során frekvenciafüggő impedancia jön létre. Az impedancia mérésével a zsírtartalom és a test zsírtartalma kiszámítható (3, 12, 15). Vizsgálatunk egyik célja az volt, hogy tapasztalatokat szerezzünk az impedancia vizsgálattal a gyermekkori elhízásban. A BIA-val történt mérések igazolták, hogy a módszer alkalmas a test összetételének meghatározására, a bioelektromos impedancia szoros korrelációban áll a test teljes víztartalmával, a zsírtartalommal és a szervezet zsírtartalmával. A módszer gyermekkori alkalmazhatóságát számos előnye támasztja alá: noninvazív, fájdalommentes, olcsó és kevésbé munkaigényes. Több munkacsoport igazolta, hogy

5. táblázat

Statistikailag jelentős összefüggések

Vizsgált paraméterek	Korrelációs együttható	p-érték
BMI – Zs%	0,7270	0,000
BMI – Zst	0,8338	0,000
Zs% – Zst	0,9513	0,000
BMI – Tg	0,4328	0,006
BMI – 120 'VC	0,4774	0,002
Zs% – 120 'VC	0,3941	0,013

standardizált technikai előírások esetén magas a reprodukálhatósága, egy vizsgáló ismételt mérése, illetve több vizsgáló egy személyben történő mérése minimálisan befolyásolja az eredményt (15).

A bőrredő vastagság-mérésen alapuló testösszetétel meghatározást és a BIA-t összehasonlítva úgy tűnik, hogy gyakorlott vizsgáló kezében a BIA legalább olyan megbízható és pontos (3). Az impedancia vizsgálat előnyösebb kisgyermeknél, illetve ha a vizsgáló nem gyakorlott a bőrredő vastagság mérésében.

Az elhízás a fejlett és a közepesen fejlett országokban a leggyakoribb táplálkozási betegség, népegészségügyi probléma (11). A testsúlyfelesleg már gyermek- és serdülőkorban is számos anyagcsere és hormonális eltérés forrása. A gyermek- és serdülőkor elhízás jelentőségét elsősorban az adja, hogy a már ezen életszakaszban elhízottak jelentős hányada válik később kövér felnőtté. Az elhízás pedig az ateroszklerózis, a kardiovaszkuláris és cerebrovaszkuláris megbetegedések szempontjából jelentős rizikófaktort jelent. (9,10).

Az elhízásban észlelhető másodlagos anyagcsere eltérések közül kiemelt jelentőséggel bír a szénhidrát-anyagcsere zavara, melyet a glükóz tolerancia romlása valamint hyperinsulinaemia jellemez. Glükóz tolerancia és az egyidejű hyperinsulinaemia inzulinrezisztencia fennállására utal (14, 8).

Az OGTT-vel számos tanulmány adatai szerint az elhízott gyermekek jelentős hányadában csökkent glükóz tolerancia (IGT) mutatható ki. Az alkalmazott kritériumok szerint az általunk vizsgált gyermekek 15,4%-ában tudtunk IGT-t kimutatni, míg az elhízott (BMI>30) csoportban ez a hányad már 20% volt. Magas éhgyomri vércukorszintet és diabetes mellitust egy esetben sem találtunk. Az elhízás mértéke és az OGTT vizsgálat eredményei közötti összefüggést vizsgálva egyes szerzők korrelációt tudtak kimutatni, mások ezt az összefüggést megerősíteni nem tudták. Vizsgálá-

tunkban szignifikáns pozitív összefüggést találtunk az elhízás mértékét jellemző BMI és zsírszázalék illetve a 120 perces posztprandiális vércukorérték között.

Az IGT kialakulása elhízásban az inzulinrezisztencia fokozódására utal, a glükóz inger ilyenkor a jelen lévő hyperinsulinaemia ellenére a vércukorszint lényeges mértékű emelkedését okozza.

Epidemiológiai és kísérletes tanulmányok eredményei egyértelműen bizonyítják a hyperlipidaemiák és lipoproteinaemiák szerepét az ateroszklerózis folyamatában. Az is bizonyítottá vált, hogy ez a folyamat már a gyermekkorban elkezdődik, ezért alapvető fontosságú a kardiovaszkuláris megbetegedések szempontjából veszélyhelyzetben lévő hyperlipidaemiás/hyperlipoproteinaemiás esetek gyermekkori felismerése (13, 7).

A szérum T-C szintje a vizsgált gyermekek 20,5%-ában, az elhízott csoportba tartozók (BMI>30) körében pedig 25%-ában meghaladta az 5,2 mmol/l-es határértéket. A szérum T-C szintje és az elhízás mértékét jellemző BMI között statisztikailag jelentős összefüggést nem sikerült kimutatni. E tekintetben az irodalmi adatok is megoszlanak. A magas T-C szintet elhízásban a magas bevitel mellett a zsírszövet megnövekedett mennyiségével hozták összefüggésbe. Kiderült azonban, hogy a májban történő megnövekedett szintézis felelős a T-C szint emelkedéséért, melynek kiváltója a hyperinsulinaemia (5). A vizsgált gyermekek csoportja a bevezetett diéta szempontjából nem volt homogén, ami szintén befolyásolhatta a T-C értékeket.

A szérum LDL-C szintje és az ischaemiás szívbetegség gyakoriság között szoros kapcsolat van: az LDL-C koncentráció emelkedésének fő oka elhízásban a megnövekedett VLDL szintézis, ami a hyperinsulinaemia és a megnövekedett szabadzsírsav kínálat következménye. Ehhez járul hozzá a máj LDL-C felvételének csökkenése a magas koleszterin bevitel következményeként megemelkedett chilomicronmaradék-szint miatt (7).

Fontos információt nyújt a lipoprotein anyagcsere alakulásáról a HDL-C vizsgálata is. A HDL-C fő szerepe a sejtekben feleslegessé vált koleszterin visszazállítása a májba, ahol az epével kiválasztódik. Emiatt a HDL-C koncentrációt védő faktornak is tekinthetjük (7). Elhízásban a HDL-C szintjének csökkenése gyakori lelet. Vizsgálatunk során az elhízott gyermekek negyedében találunk HDL-C szint csökkenést. Az alacsony HDL-C koncentráció magas BMI index mellett magasabb inzulinszintekkel együtt fordul elő (5).

Az emelkedet Tg szintet ma már önálló kardiovaszkuláris rizikó faktornak tekintjük. Az elhízás pedig a Tg szintet emelő tényező. Emelkedett triglicerid szintet az elhízottak 28%-ában találtunk. A BMI és a triglicerid szint között szignifikáns pozitív összefüggést sikerült kimutatnunk. Elhízásban a szérum triglicerid szintje és az inzulin koncentrációja között is pozitív összefüggés áll fenn, a hypertriglyceridaemia kialakulása is a hyperinsulinaemiával függ össze. Ugyanakkor bizonyított,

hogy a hypertriglyceridaemia rontja a glükóz toleranciát, hyperinsulinaemiát indukál, s circulus vitiosus jön létre (5).

ÖSSZEFOGLALÁS

A gyermekkori elhízás vizsgálatában a bioelektromos impedancia analízis (BIA) módszer felhasználható az elhízás mértékének jellemzésére. A módszer alkalmazása egyszerű, könnyen elsajátítható, eredményei megbízhatóak. A mérésekből kalkulált zsírtartalom, zsírszázalék és a testtömeg index eredmények jól korrelálnak. A vizsgált elhízott gyermekekben csökkent glükóz tolerancia (IGT) 15,4%-ban, emelkedett koleszterin szint 20,5%-ban, az emelkedett triglicerid szint 28,2%-ban, csökkent HDL-C szint pedig 23,1%-ban volt kimutatható. A szénhidrát és a lipoprotein-anyagcsere káros értékeinek gyakorisága az elhízás mértékével párhuzamosan alakult.

IRODALOM

1. American Diabetes Association: Clinical Practice Recommendations, *Diabetes Care* 21, 5-22, 1988. – 2. Dietz W. H.: Childhood Obesity, *Annals New York Academy of Sciences* Vol. 499. 47-54, 1987. – 3. Erhardt É., Molnár D., Jeges S.: A Bioelektromos Impedancia Analízis értékelése gyermekkorban, *Pediatr*, 1995.4.231-236. – 4. Friedewald W. T., Levy R. I., Fredrickson D. S.: Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol without use of the preparative ultracentrifuge, *Clin. Chem.* 18, 499-502, 1972. – 5. Ilyés I.: Hyperlipoproteinaemiák és az atherosclerosis prevenciója gyermekkorban, *Medicus Universalis* XXVIII/8. 345-350, 1995. – 6. Ilyés I., Sári B.: A gyermek és serdülőkori elhízás gyakorlati kérdései I., Az elhízás kimutatására alkalmas módszerek, *Medicus Universalis* XXVII/3. 137-139, 1994. – 7. Ilyés I., Sári B.: A gyermek és serdülőkori elhízás gyakorlati kérdései IV.: A lipoprotein-anyagcsere eltérései, *Medicus Universalis* XXVIII/11. 491-493, 1995. – 8. Ilyés I., Sári B.: A gyermek és serdülőkori elhízás gyakorlati kérdései V.: A szénhidrátanyagcsere zavarai, *Medicus Universalis* XXIX/3. 109-221, 1996. – 9. Ilyés I., Sári B.: A gyermek és serdülőkori elhízás gyakorlati kérdései VI.: Az elhízás káros következményei a gyermek és serdülőkorban és átmenete a felnőttkori formába, *Medicus Universalis* XXIX/7-8. 279-282, 1996. – 10. Kumar V., Cotran R. S. Robbins S. L.: *A pathologia alapjai*, *Medicina* 1997. – 11. Prentice A. M.: *Epidemiology and Health Risk of Obesity*, *Topical Endocrinology*, 1997/5. – 12. Révai K. Czinzer A.: Új módszer a test folyadéktereinek meghatározására, *Bioelektromos Impedancia Analízis*, *Orvosképzés* 1996/5. 305-313, 1996. – 13. Rodé M.: A gyermek- és serdülőkori kövér(beteg)ség, *Golden Book* Kiadó Kft. 1998. – 14. Romics L., Szollár L., Zajkás G.: Magyar Lipid Konszenzus Konferencia ajánlása. Az atherosclerosisral összefüggő zsíryanagcsere zavarok kezelése. *Orvosi Hetilap* 134, 227-238, 1992. – 15. Schaefer F., Georgi M., Zieger A., Schäre K.: Usefulness of Bioelectric Impedance and Skinfold Measurements in Predicting Fat-Free Mass Derived from Total Body Potassium in Children, *Pediatric Research* 35. 617-624, 1994.