

TÖBBVÁLTOZÓS BIOMETRIAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA ISKOLÁS GYERMEKEK VITÁLKAPACITÁSÁNAK ELEMZÉSÉRE

Varga Sándorné, Szöllősi Erzsébet

Debreceni Orvostudományi Egyetem Egészségügyi Szervezési Intézete,
DOTE Közegészségtani és Járványtani Intézete

A vitálkapacitás a legmélyebb belégzés után maximálisan kifújható levegőmennyiség. Más biológiai jellemzőkhöz hasonlóan, számos endogén és exogén jellemző determinálja, amelyek összességét és az egyes jellemzők szerepét pontosan nem ismerjük. Értéke egészséges populációban nem, kor és testi fejlettség szerint jellemzően alakul. Vizsgálatainkban iskolás gyermekek vitálkapacitását a szűkebb értelemben vett testi fejlettségi mutatók egy csoportjával állítottuk szembe. Több-tényezős megközelítésben kerestük a választ arra, hogy a testjellemzők milyen mértékben és strukturálisan hogyan vesznek részt a vitálkapacitás determinációjában. Vizsgáltuk továbbá, hogy változik-e szerepük a gyermekkorról a serdülőkorra.

Vizsgálatunk alapját a DOTE Közegészségtani és Járványtani Intézete által debreceni iskolások körében végzett longitudinális szometometriai felmérések adatai képezték /1. tábla/. A felmérés 8-9 éves korában bevont 173 fiú és 150 lány esetében a vitálkapacitás mellett a testmagasság, testsúly, mellkaskörfogot és testfelszín kerül feljegyzésre. Ugyanezen iskolások 16 éves korában az előbbieken túl, rögzítette a felmérés a zsirmentes testtömeget, valamint a serdülők rendszeres sporttervékenységét is. 16 éves korukban a fiúk 24,9 %-a, a lányok 7,3 %-a nem volt elérhető a vizsgálat számára. A lemorzsolódás a longitudinális vizsgálatok - irodalomból ismert - sajátos velejárója, amellyel hosszabb távon mindig számolnunk kell.

Nem	8 - 9	16
	éves korban vizsgáltak száma	
Fiú	173	130
Lány	150	139

1. tábla. A felmérésbe bevont iskolások száma kor és nem szerint

Az elemzésben többszörös lineáris regresszió- és korrelációanalízist alkalmaztunk az ún. step-down, vagy "backward" eljárással. Kiindultunk az összes figyelembe vett tényező változóból és lépésenként elhagytuk a parciális F-próba eredménye szerint legkevésbé jellemző tényezőt. A direkt és indirekt, illetve kölcsönhatások elkülönítését a path-együtthatókra alapoztuk, amelyek meghatározásához standardizált többváltozós lineáris regressziós egyenletet alkalmaztunk [2, 3, 5, 6, 7]:

$$Y' = p_1 X'_1 + \dots + p_n X'_n + p_R X_R, \quad (1)$$

ahol

$$X'_i = \frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{S_{X_i}} \quad i = \overline{1, n} \quad (2)$$

$$b_i = p_i \frac{S_Y}{S_{X_i}} \quad i = \overline{1, n}$$

Az (1) egyenlet annyiban tér el a szokásos regressziós egyenlet-től, hogy az eredeti eredményváltozó és tényezőváltozók helyett azok standardizáltjai szerepelnek. A p_i együtthatók, más néven path-együtthatók, amelyek dimenzió nélküli számok és a parciális regressziós együtthatókkal a (2) alatti összefüggésben állnak.

A path-együtthatókat a (3) alatti mátrix-algebrai egyenlet megoldásával határoztuk meg:

$$\underline{p}^T = \underline{r}^T K^{-1} \quad (3)$$

ahol

\underline{p}^T a path-együtthatók sorvektora,

\underline{r}^T az X_i testjellemzőknek a vitálkapacitással alkotott korrelációs sorvektora és

K^{-1} a testjellemzők korrelációs mátrixának az inverze.

Felhasználtunk egy path-analizisből ismert összefüggést [7] miszerint az Y eredményváltozó önmagával alkotott teljes lineáris korrelációja (4) alakban írható le.

$$r_{YY} = 1 = p_1 r_{YX_1} + \dots + p_n r_{YX_n} + p_R^2 \quad (4)$$

azaz

$$1 = \underbrace{\sum_{i=1}^n p_i r_{XY_i}}_{R^2} + p_R^2 \quad \text{hibatag}$$

$p_i r_{YX_i}$ az X_i tényező összhatása.

Az egyenlőség jobboldala két részre bomlik. Az első rész az Y változónak az elemzésbe bevont X_i magyarázó változókkal történő lineáris determinációjának, más szóval az R^2 determinációs együtthatónak a becslése. Az összeget képező tagok pedig az egyes tényezők összhatását jelzik. A második tag a reziduális tag, az elemzésben figyelembe nem vett tényezők hatását mutatja.

Feltéve, hogy $\forall X_i$ -re $r_{X_i X_R} = 0$,

(4)-ből kapjuk, hogy

$$r_{YX_i} = p_1 r_{X_i X_1} + \dots + p_i + \dots + p_n r_{X_i X_n} \quad (4')$$

és így

$$p_i r_{YX_i} = p_i^2 + \sum_{j \neq i} p_i p_j r_{X_i X_j} \quad i = \overline{1, n} \quad (5)$$

\downarrow \downarrow \downarrow
 össz- direkt indirekt
 hatás hatás hatás

Az (5) indirekt hatásban összegződő, páronként közös hatások azonban az X_j jellemzők indirekt hatásában is megjelennek, így két-két tényező páronkénti kölcsönhatása a (6) alatti formában kapható:

$$2p_i p_j r_{X_i X_j} \quad \text{az } X_i \text{ és } X_j \text{ tényezők} \quad (6)$$

páronkénti kölcsönhatása.

Az elemzés programját a DOTE Egészségügyi Szervezési Intézetében üzemelő Olivetti P-602 típusu, asztali számítógépre készítettük el. Az Olivetti igen szűk belső tároló kapacitása okozta nehézségeket egyrészt mágnesszalagos tároló felhasználásával, másrészt a teljes program 3 önálló, de egymás által hívható részprogramra bontásával hidaltuk át. Ezek a részprogramok sorrendben: 1./ a páronkénti egyszerű korrelációk és a tényezők paramétereinek számítását; 2./ a korrelációs mátrix inverzének képzését szolgálják. Míg a 3./ magát a többváltozós elemzést végzi. Ez utóbbiban a bemenő adatokat a tényezők korrelációs rendszere és a vizsgálatba bevont jellemzők paraméterei képezték /1. ábra, 2. tábla/.

8-9 éves korban a jellemzők átlaga és szórása nem szerint még nem különbözött lényegesen, 16 éves korban már jellegzetes az elkülönülés. A tényező változók korrelációs mátrixát és a vitálkapacitással alkotott korrelációs vektorát felépítő korrelációk /1. ábra/ a multi-kollinearitás veszélyére hívják fel a figyelmet. Az egyes tényező változók erősen korrelálnak egymással és ez bizonytalaná téheti szerepük megítélését [5, 6]. Különösen szoros a testfelszín korrelációja a többi tényezővel, amely meghatározási módjának egyenes következménye. Ezért ezt a testjellemzőt a továbbiakban kizártuk az elemzésből. 16 éves korban a tényező változók közötti korrelációk némileg csökkentek, mindezekelőtt a testmagassággal szemben /2. ábra/. Változatlanul problémát jelentett azonban a testfelszín szerepeltetése, ezért itt is elhagytuk az elemzésből. Új problémaként jelentkezett a zsirmentes testtömeg és a testsúly szoros összefüggése, így ezeket külön-külön - egymás helyett - szerepeltettük. A rendszeres sporttevékenységet alternatív változóként vontuk be.

Eredmények

A 8-9 éves fiúk figyelembe vett testjellemzői közül a testmagasság és a mellkaskörfogathat path-koefficiense, illetve parciális regressziója maradt szignifikáns. A testsúly többtényezős viszonylatban jelentéktelenné vált. A vitálkapacitással alkotott 0,5-es /0,50093/ egyszerű korrelációja jórészt a testmagasság és a mellkaskörfogathatérhatását hordozza, saját - direkt - hatása jelentéktelen. Parciális korrelációja mindössze 0,04 /0,0396/, gyakorlatilag nulla.

K
korrelációs mátrix

I
korrelációs vektor

a./ PIUK /N=173/

	①	②	③	④	Vitálkapacitás
① Testmagasság	1				0,55224 [magasság]
② Testsúly	0,73055 [magasság]	1			0,50093 [magasság]
③ Mellkas- körfogot	0,62177 [magasság]	0,86589 [magasság]	1		0,46752 [magasság]
④ Testfelszín	0,84609 [magasság]	0,94338 [magasság]	0,82708 [magasság]	1	0,55201 [magasság]

b./ LÁNYOK /N=150/

① Testmagasság	1				0,65167 [magasság]
② Testsúly	0,65858 [magasság]	1			0,44970 [magasság]
③ Mellkas- körfogot	0,49346 [magasság]	0,86567 [magasság]	1		0,40494 [magasság]
④ Testfelszín	0,79846 [magasság]	0,94324 [magasság]	0,81564 [magasság]	1	0,53420 [magasság]

Itt és a továbbiakban:

*:P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001; n.sz.:nem szignifikáns

1. ábra 8-9 éves iskolás gyermekek vitálkapacitása és a feltételezett befolyásoló jellemzők korrelációs rendszere

Kor- év	Nem	Paraméter	Vitál- kapacitás /liter/	Test- magas- ság /cm/	Test- súly /kg/	Mellkas- körfogot /cm/	Zsir- mentes testtömeg /kg/	Test- felszín /m ² /
8-9	fiú	Átlag	1,73	131,1	28,3	61,6	-	1,02
	lány	/ \bar{Y} , \bar{X}_1 /	1,58	130,4	28,6	60,9	-	1,02
	fiú	Szórás	0,323	5,84	4,78	3,93	-	0,096
	lány	/ S_Y , S_{X_1} /	0,302	5,84	5,37	4,96	-	0,100
16	fiú	Átlag	4,27	172,4	61,2	83,9	60,1	1,72
	lány	/ \bar{Y} , \bar{X}_1 /	3,24	162,2	53,5	81,0	41,3	1,54
	fiú	Szórás	0,680	6,74	8,95	6,27	5,85	0,138
	lány	/ S_Y , S_{X_1} /	0,442	5,88	3,24	5,93	5,07	0,112

2. tábla A vitálkapacitás és a testjellemzők paraméterei kor és nem szerint

s./ FIUK /N=130/	K korrelációs mátrix					Vitálkapacitás korrelációs vektor
	①	②	③	④	⑤	
① Testmagasság	1					0,61343 ###
② Testsúly	0,54291 ###	1				0,55321 ###
③ Mellkas- körfogot	0,39314 ###	0,86082 ###	1			0,53607 ###
④ Zsírintes testtömeg	0,61023 ###	0,92718 ###	0,82124 ###	1		0,58371 ###
⑤ Testfelszín	0,76813 ###	0,92893 ###	0,80249 ###	0,92092 ###	1	0,64592 ###
⑥ Sport	0,01226 n.sz.	0,06252 n.sz.	0,12475 n.sz.	0,06923 n.sz.	0,07241 n.sz.	1 0,13610 n.sz.

s./ LÁNYOK /N=139/	①	②	③	④	⑤	⑥	Vitálkapacitás
① Testmagasság	1						0,41105 ###
② Testsúly	0,42253 ###	1					0,40956 ###
③ Mellkas- körfogot	0,12824 n.sz.	0,79308 ###	1				0,29683 ###
④ Zsírintes testtömeg	0,48087 ###	0,94688 ###	0,76644 ###	1			0,42047 ###
⑤ Testfelszín	0,68554 ###	0,92006 ###	0,68121 ###	0,92777 ###	1		0,45500 ###
⑥ Sport	0,09325 n.sz.	0,13736 n.sz.	0,03540 n.sz.	0,09098 n.sz.	0,12539 n.sz.	1	0,03534 n.sz.

2. ábra A 16 éves iskolások vitálkapacitása és a feltételezett befolyásoló jellemzők korrelációs rendszere

A testmagasság és a mellkaskörfogot együtt 33,0 %-ban magyarázza a vizsgált fiúk vitálkapacitásának változékonyságát /3. tábla/. Ezen belül *dominál a testmagasság hatása, s a mellkaskörfogot relatív jelentősége* mintegy fele /47,5 %-a/ a testmagasságénak. A determinációs százalék 1/3-a pedig a két jellemző kölcsönhatásából származik.

A 8-9 éves lányok körében szintén nem szignifikáns a testsúly hatása a vitálkapacításra. Nem egyértelmű a mellkaskörfogot jelentősége sem.

3 tényezős viszonylatban - tehát a testsúly jelenlétében - a mellkaskörfogot parciális regressziója, a testmagasságéhoz hasonlóan szignifikáns, a testsúly elhagyásakor azonban csak a testmagasságé marad az. Ezt a jelenséget fiuknál nem észleltük. Okát a testsúly és a két tényező relatív magas, negatív kölcsönhatásában látjuk, mely a testsúly jelenlétében jól megfigyelhető /4. tábla/. A 3 tényező determinációs százaléka $44,3\% /R^2 = 0,444260/$, több mint 10 %-kal magasabb a fiúk esetében kapott értéknél, és itt is a testmagasság direkt hatása az elsődleges.

16 éves korban a nem szerinti jellegzetességek a megfigyelt testjellemzők vitálkapacításra gyakorolt hatásában is kifejezettebbé váltak.

Fiúk esetében szintén a *testmagasság és a mellkaskörfogot* jellemzi a vitálkapacitást, de már nagyobb szerep jut a mellkaskörfogot direkt hatásának. A mellkaskörfogot relatív jelentősége ekkor már

A testmagasság és a mellkaskörfogati
direkt- és páronkénti kölcsönhatás
a determinációs százalékban
/ 8-9 éves fiúk/

Direkt hatás *	
testmagasságnak	18,2 %
mellkaskörfogatnak	4,1 %
Páronkénti kölcsönhatás *	
testmagasságnak és a mellkaskörfogatnak	10,7 %
A jellemzők determinációs összege /R ² %/ 33,0 %	
Ismeretlen tényezők determinációja 67,0 %	

3. tábla

A vizsgált tényezők direkt- és páronkénti kölcsönhatás
a determinációs százalékban
/8-9 éves lányok vitálkapacitása/

Direkt hatás *	
testmagasságnak	44,1 %
testűlynak	4,7 %
mellkaskörfogatnak	7,1 %
Páronkénti kölcsönhatás *	
testmagasságnak és a testűlynak	-19,0 %
mellkaskörfogatnak	17,4 %
testűlynak és a mellkaskörfogatnak	-10,0 %
A hatások determinációs összege /R ² %/ 44,3 %	
Ismeretlen tényezők determinációja 55,7 %	

4. tábla

A testmagasság és a mellkaskörfogati vitálkapacitásra
szakorolt hatásának alakulása iskolás fiúk
8-9. illetve 16 éves korban

	8-9 éves korban	16
Direkt hatás		
testmagasságnak	18,2 %	22,7 %
mellkaskörfogatnak	4,1 %	12,2 %
Kölcsönhatás		
testmagasságnak és a mellkaskörfogatnak	10,7 %	13,0 %
A jellemzők determinációs összege /R ² %/ 33,0 % 47,9 %		
Ismeretlen tényezők determinációja 67,0 % 52,1 %		

5. tábla

A vizsgált tényezők direkt- és páronkénti
kölcsönhatás a determinációs százalékban
/16 éves lányok/

	I. modell - változatban	II.
Direkt hatás		
testmagasságnak	8,4 %	7,4 %
testűlynak	8,3 %	
szirmentes testtömegnek		8,4 %
Páronkénti kölcsönhatás		
testmagasságnak és testűlyal	7,0 %	
szirmentes testtömeggel		7,6 %
A jellemzők determinációs összege /R ² %/ 23,7 % 23,4 %		
Ismeretlen tényezők determinációja 76,3 % 76,6 %		

6. tábla

73,2 %-a a testmagasságénak. A két jellemző determinációs százaléka /5. tábla/ a gyermekkori 33,0 %-ról 47,9 %-ra emelkedett és a többletet elsősorban a mellkaskörfogat direkt hatásának emelkedése jelenti.

Lányok körében a mellkaskörfogat értéke elvesztette - esetükben korábban is labilis - jelentőségét a vitálkapacitásra. Ebben feltehetően szerepe van testük formái változásának is, melynek következtében tényleges mellkaskörfogatuk torzítással mérhető. A mellkaskörfogat helyett a testsúly kerül előtérbe. A *testmagasság* és a *testsúly* közel azonos hatást fejt ki vitálkapacitásukra /6. tábla/, sőt a testsúly helyett a *zsírmentes testtömeget* szerepeltetve, ez utóbbi hatása minimális mértékben meg is haladja a testmagasságét. A determinációs százalék azonban mindkét változatban alacsony: 23,7, illetve 23,4 %, azaz ebben az iskolás csoportban a legalacsonyabb.

A tapasztalatoknak ellentmond, hogy a rendszeres sporttevékenység nem differenciálta a vizsgált serdülők vitálkapacitását. Ez mindenekelőtt a következőkkel magyarázható. Egyrészt a rendszeres sporttevékenység igen tág keretek között volt értelmezve, és a valóban rendszeresen sportolók között is szerencsésebb lett volna különbséget tenni a kifejtett sport jellege és intenzitása szerint. Az alkalmazott alternatív tényező elfedi ezeket a különbségeket. Másrészt, az sem elhanyagolható, hogy rögzítése az iskolások *bemondása* alapján történt.

Összefoglalva, megállapíthatjuk, hogy szigoruan vett testjellemzők csak részben magyarázzák a vitálkapacitás varianciáját. Iskolás korban a testmagasság szerepe elsődleges. Azt követi fiuk esetében a mellkaskörfogat. A testsúly, illetve zsírmentes testtömeg a lányok serdülő korában válik jelentőssé.

Eredményeink irodalmi adatokkal történő összehasonlítását akadályozza, hogy - bár hasonló szomatometriai elemzések fellelhetők az irodalomban [1,3,4] - iskolás gyermekek vitálkapacitásának az általunk alkalmazott konkrét módszerrel való analizisére nem találtunk adatokat.

Tekintettel a biológiai jelenségeknek az esetek jórésztében többfaktoros jellegére, úgy gondoljuk, hogy az általunk alkalmazott módszerek más kutatási területen is segítségül szolgálhatnak az egyes hatótényezők szerepének megvilágítására és az összetett hatások szétválasztására. Lényegesnek ítéljük továbbá, hogy az elemzés kivitelezéséhez, viszonylag kevés számú tényező változó esetében, az egyszerűbb elektronikus számítógépek is alkalmasak.

Irodalom

- [1] Akgün, N. and Özgönül, H.: Spirometric Studies on Normal Turkish Subjects Aged 8 to 20 Years. *Thorax* /1969/, 24, 714.
- [2] Armitage, P.: *Statistical Methods in Medical Research*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1971.
- [3] Biersteker, K. and Leeuwen, P.: Air Pollution and Peak Flow Rates of Schoolchildren. *Arch. Environ. Health* /1970/, 20, 382.

- [4] Lipková, V., Svátková, H., Grunt, J.: The Relation of Vital Capacity of Schoolchildren to Some Somatic Parameters. *Ceskoslovenská Hygiena* /1962/, 17, 207.
- [5] Mundruczó, Gy.: Alkalmazott regresszió-számítás. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1981.
- [6] Sváb, J.: Többváltozós módszerek a biometriában. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1969.
- [7] Wright, S.: Path Coefficients and Path Regressions: Alternative or Complementary Concepts? *Biometrics* /1960/, 16, 189.