

DOTE, Egészségügyi Szervezési Intézet és  
KLTE Számológéppont, Debrecen

Egészségügyi operációkutatást segítő számítógépes  
eljárás /népesség alakulását szimuláló számítógépes program/

Baloghné Belicza Éva, Csobán György és Jékel Pál

A demográfusok, a népességi kutatásokkal foglalkozó szakemberek számos módszert ismernek és alkalmaznak népesség-előreszámítások elvégzésére. A legáltalánosabb ezek között az un. "component method" az "alkotóelem módszer", amely - mint Vukovich (5) írja - a népességi változások egyes elemeinek /termékenység, halandóság stb./ feltételezett jövőbeni alakulása alapján számítja ki a népesség várható számát kor és nem szerint.

Minthogy az egészségügyi ellátás végső célként a népesség egészségi állapotát kívánja javítani, önként adódik az összefüggés, illetve a lehetőség, hogy az egészségügyi ellátás feltételezett hatásait is érvényesítsük a népesség előreszámításban /pl. hogyan alakulna a lakosság száma és korösszetétele, ha a daganatos betegségeket, mint halálokat ki tudnánk küszöbölni/. Vagy más szempontból: az egészségügyi ellátás tervezett szervezeti, vagy egyébbirányu változtatásai hatásainak lehetséges alternatíváit vizsgáljuk - szimuláljuk - a népesség számában, illetve korösszetételében.

A "component method" eredeti formájában csupán nagyvonalú /globális/ hatások "érzékelésére" alkalmas. Például - előbbi feltevésünket véve - csupán az általános halálozási arány csökkenését /változását/ vizsgálhatnánk mint hatást, és nem szelektíven a daganatos betegségek okozta halálozás kiesését.

A népesség egészségi állapotának egyik jellegzetes mutatója a halálozások alakulása betegségi csoportonként, azaz az ugynevezett "halálloki struktúra". Ezen mutató új komponenseként való beépítését az előreszámítási eljárásba Ortiz és Parker (4) írták le. Farkas, Csobán, Szabó (3) az eredetileg öt halálloki csoportot tizre bővítve módosították az eljárást. Tekintettel arra, hogy a korcsoportok 5-5 évet öleltek fel ebben az eljárásban, az előreszámított értékek szakaszos, erősen tördelt képet adtak egy tulajdonképpen folyamatos népességszám és korösszetétel változásról.

Egyéb - később még szóba kerülő - megfontolások mellett ez indokolta, hogy az eljárást ismét átdolgozva, tovább finomítsuk. Továbbra is tíz halálloki csoporttal dolgozunk, de a népességelőreszámítást egyéves periódusokban végezzük. Ezzel elértük, hogy mind a népességszám, mind a népességösszetétel /kor, nem, születések, halálozás/ változások tendenciái folyamatként értékelhetők.

Az eljárás részletes ismertetése előtt bemutatjuk a halálloki csoportosítást, melyhez a Betegségek Nemzetközi Osztályozása VIII. revíziójának rövidített "B" jegyzékét vettük alapul.

Halálloki csoportok:

1. Rosszindulatu daganatok	B 19*	19 %**
2. Magas vérnyomás	B 27	5 %
3. Ischaemiás szivbetegségek	B 28	21 %
4. Egyéb keringési betegségek	B 25, B 26, B 29	5 %
5. Agyér betegségek	B 30	15 %
6. Légzőszervi betegségek	B 31 - B 33	6 %
7. Emésztőszervi betegségek	B 34 - B 37	3 %
8. Perinatalis betegségek	B 42 - B 44	3 %
9. Balesetek és erőszak	BE 47 - BE 49	9 %

\* A BNO VIII. revízió rövidített "B" jegyzéke szerinti kódjelek

\*\* Átlagos részesedések az utóbbi években az összhálalozásból

10. Összes egyéb halálok	B 1 - B 18	
	B 20 - B 24	
	B 38 - B 41	
	B 45, B 46	15 %

A halált okozó betegségek bemutatott csoportosítását részint a betegségek jól definiálható elkülönülése, részint /és emellett/ jelentős részesedése, nemkülönben az egészségügyi ellátással való jellegzetes kapcsolata indokolta.

Az alkalmazott eljárás lényege a következő:

Tekintjük az adott népesség korévenkénti összetételét, valamint az egyes korévekben a halálokok szerint vett halálozási számokat /eseteket/ a vizsgálat kezdő /kiindulási/ évében. Ezekből az adatokból kiszámoljuk a halálozási és túlélési valószínűségeket. Ezen értékekkel konstruálunk egy átmenet valószínűségi mátrixot, melyet a folyamat során állandónak feltételezünk /de tetszés szerint változtathatunk is!/. A keresett értékeket, azaz a nemenkénti, korévenkénti létszámot és a korévenkénti halálokok szerinti halálozási számokat egy állapotvektor segítségével kapjuk meg. Ennek szerkezete az előreszámítás  $t$ -edik évében a következő:

$$C_t = (D_{t,1}, D_{t,2}, \dots, D_{t,10}, W_{t,1}, W_{t,2}, \dots, W_{t,100}) \quad [1]$$

ahol  $D_{t,j}$  a  $t$ -edik stádiumban a  $j$ -edik betegségben a halálozások összes száma;  $W_{t,i}$  a  $t$ -edik stádiumban az  $i$ -edik korévben élő népesség száma. Természetesen külön állapotvektor jellemzi a férfiakat és külön a nőket. Ha  $T$ -vel jelöljük az átmenet valószínűségi mátrixot, akkor

$$\begin{aligned} C_t &= C_{t-1} * T, \\ C_t &= C_0 * T^t \end{aligned} \quad [2]$$

/ahol  $C_0$  a kezdeti állapotvektor/, és így megkapjuk a keresett értékeket.

A T mátrixot a következőképpen konstruáljuk meg:

		(t+1)-edik stádium												
		A	B	...	I	J	1	2	3	...	99	100		
t-edik stádium korintervall.	halállok csop.	A	1		I							0		
	B		1											
	⋮													
	I				1									
	J					1								
					Q							P		
	1	$q_{1,A}$	$q_{1,B}$	...	$q_{1,I}$	$q_{1,J}$	$b_{1,1}$	$p_{1,1}$	0	...	0		0	
	2	$q_{2,A}$	$q_{2,B}$	...	$q_{2,I}$	$q_{2,J}$	$b_{2,1}$	0	$p_{2,3}$	...	0		0	
	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮								
99	$q_{99,A}$	$q_{99,B}$	...	$q_{99,I}$	$q_{99,J}$	$b_{99,1}$	0	0	...	0		$p_{99,100}$		
100	$q_{100,A}$	$q_{100,B}$	...	$q_{100,I}$	$q_{100,J}$	$b_{100,1}$	0	0	...	0		0		

[3]

A jelzések a következők:

Jelölje  $M_{i,j}$  az i-edik korév j-edik halállok-csoport szerinti halálozási arányszámát és

$$M_i = \sum_j M_{i,j} \quad \text{a korévenkénti halálozási arány- [4]} \\ \text{számot.}$$

Ekkor

$$q_i = \frac{M_i}{1 + (1 - a_i) M_i} \quad [5]$$

az i-edik korév halálozási valószínűsége, illetve

$$q_{i,j} = \frac{M_{i,j}}{1+(1-a_i)M_i} \quad [6]$$

az  $i$ -edik korévben a  $j$ -edik betegségben bekövetkező halálozás valószínűsége.

Az  $a_i$  érték konstans, az adott korévre jellemző, 0 és +1 közé eső valós szám, ami jellemzést ad a vizsgált populáció halálozási megoszlására. Kiszámítása nehézkes és bonyolult, ezért irodalmi adatok alapján (1) a következő értékekkel számolunk:  $a_1 = 0,1$  /ez az ujszülöttkori halálozás viszonylag magas számára utal/;  $a_2 = 0,43$ ,  $a_3 = 0,45$ ,  $a_4 = 0,47$ ,  $a_5 = 0,49$  és ennél magasabb korintervallumokra 0,5 értéket vettünk. Ezek az értékek általában egész Európára jellemzőek, legfeljebb századokban térnek el egymástól az egyes országok viszonylatában.

Annak valószínűsége, hogy valaki túllépi az  $i$ -edik korintervallumot és belép az  $(i+1)$ -edikbe:

$$p_i = 1 - q_i \quad [7]$$

A  $P$  mátrix első oszlopában szerepelnek még a  $b_{i,1}$  elemek, ezek határozzák meg az ujszülöttek számát. Ha  $f$ -fel jelöljük a kislányok arányát az ujszülöttek között, akkor a kislány ujszülötteket

$$f \cdot b_{i,1} = f \cdot \frac{(p_i + q_i a_i)(F_i + p_i \cdot F_{i+1})}{2} \quad [8]$$

fogja generálni, ahol  $F_{i+1}$  az  $i$ -éves koru nők termékenységi mutatója, fertilitása.

Végül a számítógépes programban ezek alapján a következő képletekkel számoltunk:

1. A  $t$ -edik stádiumban az  $i$ -edik korintervallumban a  $j$ -edik halálok miatt bekövetkezett halálozások száma:

$$d_{t,i,j} = W_{t-1,i} \cdot q_{i,j} \quad [9a]$$

2. Az újszülöttek száma a  $t$ -edik időpontban:

$$W_{t,l} = \sum_j b_j \cdot W_{t-1,i} \quad [9b]$$

3. A népesség száma az  $i$ -edik korintervallumban és a  $t$ -edik időpontban:

$$W_{t,i} = W_{t-1,i-1} \cdot p_{i-1} \quad [9c]$$

/Megjegyezzük, hogy az  $i$ -edik korintervallum az  $(i-1)$ -éveseket jelenti, azaz pl. az 1. korintervallumba a 0 évesek tartoznak./

A programot PL-1 nyelven irtuk és a futtatásokat a KLTE Számítóközpont R-30-as számítógépén hajtottuk végre.

#### Problémák és eredmények

Tisztában vagyunk azzal, hogy mostani programunk is még sok finomításra szorul. Debreceni értékekkel számoltunk és ez rögtön felvetette a migráció kérdését. Mivel a Debrecenbe bevándorlók száma időben elég nagy ingadozást mutat, pillanatnyilag egy átlagértéket használunk, és ezt az egész előreszámítási folyamat során konstansként kezeljük.

Másik probléma a halandóság alakulása. Különösen Debrecenben erősen csökken a csecsemőhalandóság /ez országos tendencia is/. Ugyanekkor például az ischaemiás sziv-

illetve az agyér-betegségek okozta halandóság növekszik, főleg az idősebbek körében. Nagymértékű változásokat mutatnak a fertilitási arányszámok is, így egy hosszabb távu prognózisban sok függ attól, mennyire közelíti meg a becslés a majdani valós értékeket. Ezért is gyakorlat az, hogy az előreszámításokat több /de egyaránt valószínű/ változatban készítik el. Ilyen célok vezettek bennünket, mikor programunkat úgy dolgoztuk át, hogy futtatás közben, tetszőleges stádiumokban változtathassuk mind a halálozási, mind a fertilitási arányszámok értékeit. Tervezzük, hogy eljárást és programot szerkesztünk az említett arány-változtatások számítógépes generálására, illetve matematikai módszert keresünk annak megalapozására.

A programot 1974-es debreceni adatokkal futtattuk le. 1979-től 1999-ig ötévenként irattuk ki az eredményeket /a számolás végig évenként történt/. Az 1979. év adatai természetesen a "valóság" szimulációját szolgálták, azaz kipróbáltuk tudja-e programunk reprodukálni az elmúlt öt évet. Természetesen nem várhattunk nagy pontosságú eredményeket, hiszen kiinduló értékeink csak közelítő, becsült adatok voltak /nem állt rendelkezésünkre adat a szükséges részletességű bontásban!/. Mivel Magyarország egészére részletesebb adatokkal rendelkezünk, ezekre az értékekre is végrehajtottuk az előreszámítást. Eredményeinket az 1980. jan. 1-i népszámiálás előzetes adataival összevetve csupán 4 %-nyi eltérést találtunk az össznépesség számára vonatkozóan előreszámításunkban, melyet 1974-es kiindulási adatokból számítottunk.

Programunk a halálozási és népességszámon kívül megadja az egyes életkorokban még várható átlagos élettartamokat a számítás kezdetekor, és minden olyan esetben, mikor változtattunk a halálozási arányszámokon. Ezt grafi-

kus módon összesíti programunk az egyes évekre vonatkozó korstrukturákat nemenként az ugynevezett korfa formájában.

Irodalomjegyzék

- (1) Chiang, Ch.L.I Introduction to Stochastic Processes in Biostatistics, New York, London, Sydney, 1968.
- (2) Hayes, M.C., Gleave, D.: Migration movements and the differential growth of city regions in England and Wales, Papers of the Reg. Sci. Assoc. 35: 99-126, 1974.
- (3) Farkas, M., Csobán, Gy., Szabó, Z.: Diplomamunka - kézirat, 1978.; nem publikált adatok 1978-1980.
- (4) Ortiz, J., Parker, R.: A Birth-Life-Death Model for Planning and Evaluation of Health Services Programs, Health Services Research 1971, Summer 120-143 pp. 1971.
- (5) Vukovich, Gy.: A regionális és város-község szerinti népesség előreszámítások néhány problémája, Demográfia, 16/1: 43-57., 1973.