

PTE Közgazdaságtudományi Kar és POTE Egészségügyi
Szervezési Intézet

Nemparaméteres statisztikai módszerek alkalmazása a kérdőíves
cardiovascularis előszűrés adatainak számítógépes értékelésében

Csébfalvy György, Szilárd István és Tényi Jenő

A megbetegedési esetek gyakorisága és az összmorbiditás egyes kórformák közötti megoszlása igen szoros összefüggést mutat a társadalmi és gazdasági változásokkal, azoknak egyenes következménye. Párhuzamosan a tudományos-technikai fejlődéssel, ennek körében bekövetkezett robbanásszerű felgyorsulásával, a morbiditási struktúrán belül is rövid idő alatt alapvető változások történtek. Jellemzőnek csak egy példa: a Wiener Medizinische Wochenschriftben 1833-ban számolt be Adam Hammer extrém bradycardiában szenvedő betegéről, kórokként a szívkoszorúér rögzös elzáródását tételezve fel. Ez volt az acut myocardialis infarctus első, élőben diagnosztizált esete. Ma az összhalálozás több mint 50 %-át a keringésrendszeri megbetegedések okozzák, ezeknek 1/5-e acut myocardialis infarctus.

A cardiovascularis betegségcsoport magas részesedési aránya az összmorbiditásból indokoltá teszi a speciálisan csak erre a betegségcsoportra koncentrált szűrővizsgálat bevezetését.

A POTE Egészségügyi Szervezési Intézetében évek óta folytatunk olyan céltudatos kutatómunkát, mely a szűrővizsgálatokkal szemben támasztott alapvető követelmények megtartása mellett (nagy szenzitivitás, megfelelő specificitás), a magasan kvalifikált orvosi munkaóra igényt csökkenti, illetőleg ennek effektivitását növeli. A kérdőíves előszűrés kialakított módszere lehetővé teszi egészségügyi középkáderek nagyobb mérvű bevonását a vizsgálatba, s ezen túlmenően az értékelés és a sürgősségi sorrend felállítása számítógép segítségével történhet.

Előadásunk a 7. Neumann Kollokviumon ismertetett kutatás (a keringésrendszeri latens morbiditás önjellemző kérdőívvel való felderi-

tése) továbbfejlesztése során felvetődött számítástechnikai-módszertani problémákkal, illetve ezek megoldási lehetőségeivel foglalkozik.

Az első kísérleti jellegű előszűrést 1975-ben a Pécs-Rácvárosi (44.sz.) orvosi körzetben végeztük.

A kiindulási kérdőívvel, illetve a kutatás első szakaszában alkalmazott számítástechnikai eljárásokkal szerzett tapasztalatok alapján a kérdőívet, illetve a számítógépes értékelés módszerét tökéletesítettük. A kérdőív, illetve a számítástechnikai eljárás továbbfejlesztése során a validitás és ezen belül elsősorban a szenzitivitás növelésére törekedtünk.

A módszertani vizsgálat első szakaszában (Pécs-Rácváros) a számítógépes értékelés a szubjektív klinikai panaszokra és a gyógyszereszedésre irányuló kérdésekre adott válaszok, valamint a vérnyomásmérés eredményéből adódó, összesen 28 adat (28 elemű vektor) figyelembevételével történt. Az értékelés során a kérdőíven szereplő feltételezett kockázati tényezőket, valamint a psychodiagnosztikai tesztként kitöltetett Ozsváth-féle 20 pontos önjellemző panaszleltár eredményét nem vettük figyelembe.

A diszkriminancia analízis (DA) kiindulási adatait az orvosiilag felülvizsgált 773 fős populáció alkotta. A felülvizsgált személyeket a felülvizsgálat eredményétől függően két osztályba soroltuk. A P1 (a felülvizsgálat szerint egészséges) populáció elemszáma 305, a P2 (a felülvizsgálat szerint beteg) populáció elemszáma 468 fő volt. A vizsgált paraméteres eljárások validitása 77-80 %, szenzitivitása 74-75 %, illetve specificitása 80-87 % között mozgott. A kutatás első szakaszában vizsgált eljárásokra általában jellemző, hogy specificitásuk lényegesen kedvezőbb, mint szenzitivitásuk, ugyanakkor a szűrővizsgálatokkal szemben támasztott alapvető követelményeknek legjobban egy nagy szenzitivitású és megfelelő specificitású eljárás felel meg. Ez a tény önmagában indokolja a továbblépés szükségességét.

A továbbfejlesztett kérdőív kialakításakor néhány kérdés esetében a kérdésfeltevés módját, a válaszlehetőségeket megváltoztattuk, illetve néhány kérdést (pl. beszédzavar) elhagytunk. Lényeges változtatást jelent a kiindulási kérdőívhez képest az, hogy a vérnyomásmérés minden esetben két alkalommal, a kérdőív kitöltése előtt, illetve azt

közvetlenül követően történik. A változtatást az a közismert tény indokolta, hogy az aktuális vérnyomás értékét a psychogén tényezők nagymértékben befolyásolják. A 2. mérés alapján a WHO szerint hypertonia kategóriába tartozók száma 4 %-kal alacsonyabb, mint az 1. mérés alapján. Megjegyezzük, hogy a rácvárosi vizsgálat során egy mérés megbízhatóságát 74 %-nak találtuk. A módosított kérdőív $n = 59$ adatot tartalmaz:

- szubjektív klinikai panaszok és gyógyszereszedés (26 adat),
- az 1. és 2. vérnyomásmérés eredménye (2 adat),
- psychodiagnosztikai teszt (Ozsváth) (1 adat),
- feltételezett kockázati tényezők (30 adat).

Az egyes kérdésekre vonatkozó válaszlehetőségek maximális száma $m = 4$, az egyes válaszokat a 0, 1, 2, 3 egész számokkal jelöljük.

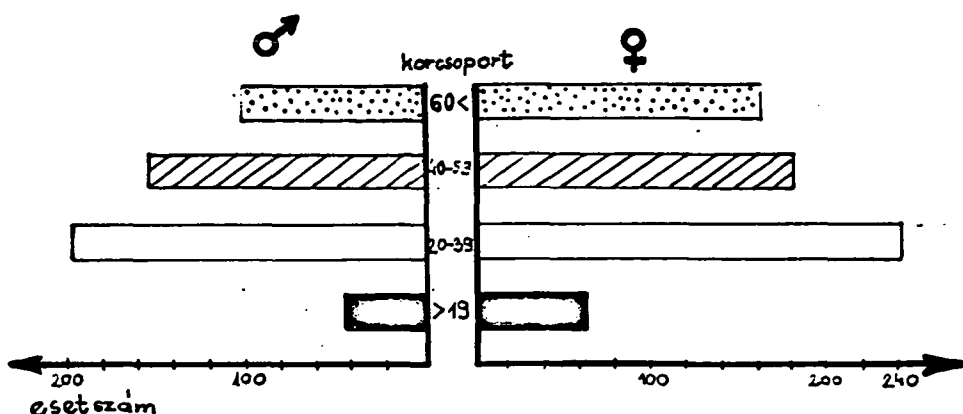
A módosított kérdőív utolsó oldala a felvett adatokat lyukkártya lyukasztásra alkalmas formában tartalmazza.

A továbbfejlesztett kérdőíven alapuló előszűrést Nagyharány községben végeztük. Az előszűrés a község teljes felnőtt lakosságára kiterjedt (1140 fő).

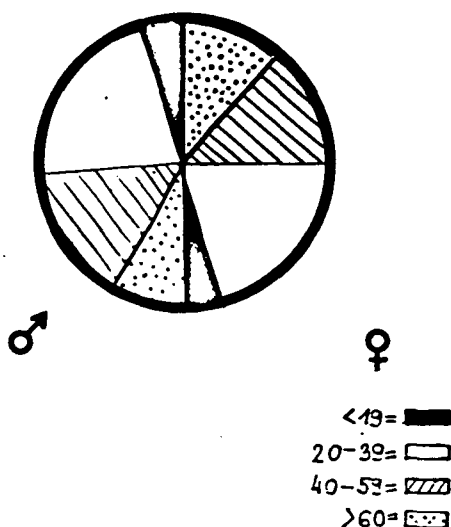
A vizsgált lakosság korcsoport és nem szerinti megoszlását az 1. ábra szemlélteti.

A DA kiindulási adatait az orvosilag felülvizsgált 290 fős populáció alkotta. A felülvizsgált személyeket a felülvizsgálat eredményétől függően három csoportba soroltuk. A P1 (a felülvizsgálat szerint egészséges, tehát orvosi ellátást nem igényel) populáció elemszáma 104 fő, a P2 (a felülvizsgálat szerint sürgős orvosi ellátást nem igényel, de gondozásbavétele, műszeres kivizsgálása indokolt) populáció elemszáma 82 fő, illetve a P3 (beteg, tehát sürgős orvosi ellátást, terápiát igényel) populáció elemszáma 104 fő.

A P2 populációba sorolt személyeket úgy jellemezhetnénk, hogy szubjektív vagy objektív tényezők következtében a keringésszerkezeti megbetegedés veszélyének fokozottan ki vannak téve, illetve a megbetegedés iniciális stádiumában vannak (risk population).



A vizsgált populatio kor és nem szerinti megoszlása



1. ábra

A módszertani vizsgálat első lépéseként a rendelkezésre álló legjobb paraméteres eljárás, a Fisher-féle lineáris eljárás kettőnél több populációra kiterjesztett változatának alkalmazhatóságát vizsgáltuk. Az általánosan alkalmazott Fisher-féle eljárás feltételezi, hogy a válaszvektorok populációnkénti eloszlása többváltozós normális eloszlás, és az egyes populációkat jellemző kovariancia mátrixok egyenlőek. Ezek a feltevések kérdőívünk esetében nyilvánvalóan nem állnak fenn, viszont a Fisher-féle eljárás megbízhatóságát jellemző paraméterek a továbblépéshez biztos támpontot jelentenek.

Mivel a Fisher-féle eljárást - két populációra - már a rácvárosi előszűrés során is alkalmaztuk, így lehetőségünk nyílt arra, hogy a kérdőív módosításának eredményességét ellenőrizzük.

A Fisher-féle eljárással 29, illetve 59 változó figyelembevételével kapott eredményeket a 2. ábra szemlélteti. Az ábrán a zárójeltek közötti értékek a kockázati tényezők figyelembevételével végzett DA eredményei. A megbízhatósági paraméterek a módosítás eredményességét igazolták.

	1	2	3	FISHER
P1	89 (93)	14 (10)	1 (1)	104
P2	11 (8)	57 (62)	14 (12)	82
P3	2 (1)	25 (19)	77 (84)	104

P1 - P23
VD = 90 (93) %
SZ = 93 (95) %
SP = 86 (89) %

Σ 290

CN(3,3)=0,689
(0,724)

2. ábra

A kockázati tényezők figyelembevétele a megbízhatósági paramétereket számottevő mértékben javítja. Már a rácvárosi vizsgálat során megfigyeltük, hogy azon számítógépes eljárással betegnek nyilvánított személyek, akiknél a panaszok mögött objektív elváltozást nem találtunk, átlagos neurotizáltsági szintje szignifikánsan magasabb, mint az objektív orvosi felülvizsgálat szerint betegnek nyilvánított egyéneké. A Fisher-féle eljárással a nagyharsányi populációra kapott eredmények ezt a megfigyelést megerősítették. Vizsgálataink szerint a magas neurotizáltsági szint csökkenti a szubjektív panaszok érvényesülését a 2-3 osztályba sorolásnál. A Fisher-féle eljárás alkalmazásakor problémaként jelentkezett, hogy bizonyos statisztikailag jelentéktelennek tűnő tünetegyüttesek orvosi szempontból igen lényegesek annak a meghatározásakor, hogy az adott egyén műszeres vizsgálatára szükség van-e. A probléma elemzésekor, mint megoldási lehetőség felvetődött a nem-paraméteres (eloszlástól mentes) nemlineáris módszerek alkalmazása.

Az eddigi vizsgálat során ortogonális függvények lineáris kombinációjaként előállítható, nemlineáris diszkriminancia függvények alkalmazhatóságát elemeztük.

Az ismertetendő eljárás a diszkriminancia függvényt az általánosított (komplex értékű) véges WALSH függvények lineáris kombinációjaként állítja elő (1), ennek megfelelően az eredményül adódó diszkriminancia függvény komplex értékű, vagyis a válaszvektorokat a komplex sík pontjaira képezi le.

Komplex értékű ortogonális függvények alkalmazásának szükségessége abból következik, hogy a kérdőívünkben szereplő kérdések válaszlehetőségeinek maximális száma $m < 2$. (Bináris válaszvektorok esetében, tehát ha $m = 2$, az általánosított WALSH függvények valós értékűek.) Az eljárás lényegét a P1 és P23 populáció esetében a 3-4. ábra szemlélteti. (N_1 , ill. N_{23} a P1, ill. P23 populáció elemszáma.)

A W vektor optimális abban az értelemben, hogy a P1 és a P23 populációra vonatkozóan $f(x)$ várható értékének különbségét (a széparációt) maximalizálja.

$$x = [x_1, \dots, x_n], y$$

AHOL

$$x_i \in M, M = \{0, 1, \dots, m-1\}$$

$$y = \begin{cases} 1 \\ 2 \\ 3 \end{cases} \text{ HA } \begin{matrix} E \\ D \\ B \end{matrix}$$

$$P1 = \{ x; y = 1 \}$$

$$P2 = \{ x; y = 2 \}$$

$$P3 = \{ x; y = 3 \}$$

$$P23 = \{ x; y = 2, 3 \}$$

$$f(x), X \rightarrow C \text{ AHOL } X = \{ x \}$$

C = A KOMPLEX SIK

$$C1, C23 \subset C,$$

$$C1 \cap C23 = \emptyset$$

$$\text{HA } x \in P1 \cup P23 \quad f(x) \in C1 \rightarrow x \in P1$$

$$f(x) \in C23 \rightarrow x \in P23$$

3. ábra

$$f(x) = W \phi(x)$$

AHOL

$$W = (\bar{w}_1, \dots, \bar{w}_k)^*$$

$$\phi(x) = (\overline{\phi(x, z_1)}, \dots, \overline{\phi(x, z_k)})^*$$

$$k = 1, 2, \dots, m^n$$

$$z_j, j = 1, 2, \dots, k \text{ POZITIV EGÉSZ}$$

$$\overline{\phi(x, z)} = h \cdot \beta \cdot \overline{g(x, z)}, \quad h = \sqrt{1/m^n}$$

$$\beta = \text{EXP}(2\pi\sqrt{-1}/m), \quad g(x, z) = \sum_1^n x_i z(i)$$

$$W1 = \sum_{x \in P1} \phi(x), \quad W23 = \sum_{x \in P23} \phi(x)$$

$$W = [W1/N1 - W23/N23]$$

DÖNTÉS

$$\text{HA } \text{Re}[f(x) - C] \geq 0 \text{ AKKOR}$$

$$x \in P1, P23$$

$$C = 0,5[W1^*W1/N1^2 - W23^*W23/N23^2]$$

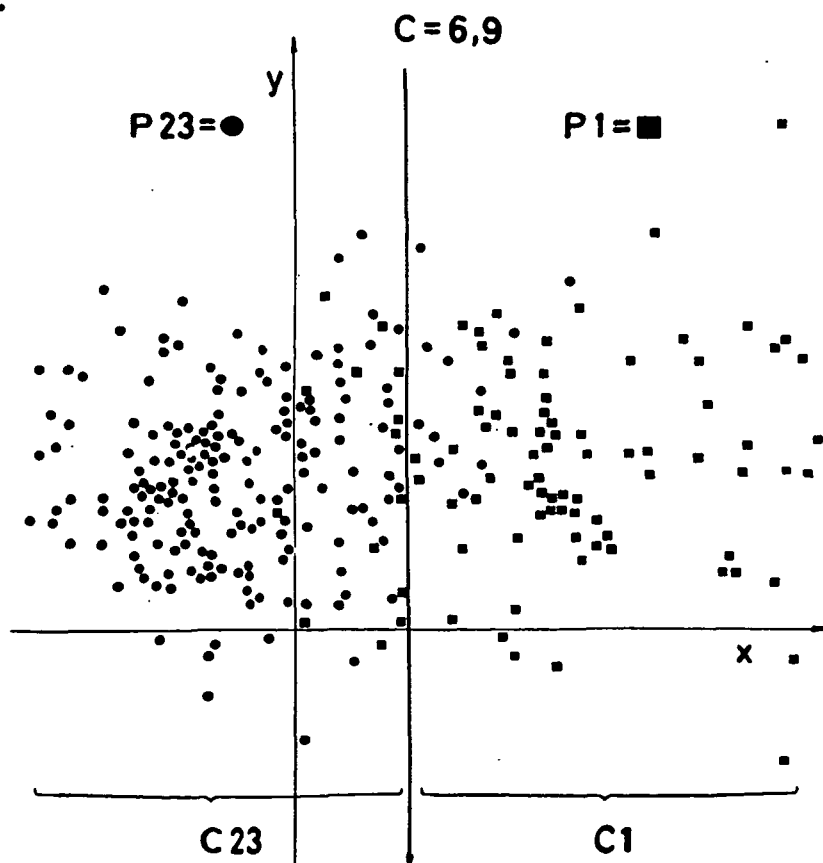
4. ábra

A P2 és a P3 populáció esetében az eljárás hasonló A P1 és a P23 populációkhoz tartozó, 29 változóra vonatkozó diszkriminancia függvénnyel kapott eredményeket a 5. ábra szemlélteti. A vizsgálat során a kockázati tényezőket nem vettük figyelembe. A C1 és a C23 részhalmozok meghatározásakor a legegyszerűbb módszert alkalmaztuk (1).

A diszkriminancia függvény az egyváltozós, valamint a fontosabbnak ítélt két változós kapcsolatoknak megfelelő WALSH függvények lineáris kombinációja. A W vektor elemszáma 320.

A WALSH függvényeken alapuló eljárás megbízhatósági paramétereit a 6. ábra szemlélteti. Az eredmények várakozásunkat igazolták, a P2 és a P3 populációk közötti téves besorolások száma jelentős mértékben csökkent. A módszer adaptív, tehát további fontosnak ítélt kapcsolatokat tükröző együtthatók a már beépített együtthatóktól függetlenül számíthatók, illetve az egyes populációk - újraszámítás nélkül - egyszerűen bővíthetők.

Az eljárás programja FORTRAN nyelven készült, DOS operációs rendszer felügyelete alatt minimum 128 K-s berendezésen futtatható. A program komplex aritmetikát használ. A program első változatának futási ideje $n = 29$, $m = 4$ esetben, 290 megfigyelésre 46 perc.



5. ábra

	1	2	3	WALSH
P1	90	12	2	104
P2	10	63	9	82
P3	1	12	91	104

Σ 290

MEGBIZHATÓSÁG P1 - P23

VD = 91%
SZ = 94%
SP = 87%

CN(3,3) = 0,734

6. ábra

Irodalom

- (1) Uesaka, Y.: Construction of a complex-valued nonlinear discriminant function for pattern recognition, IEEE Trans. Syst. Cybern., vol. SMC-1, no.3, july 1971.
- (2) Csébfaly Gy., Szilárd I.P.: Cardiovascularis kérdőíves előszűrés adatainak számítógépes értékelése, standardizált metodika kidolgozása. Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában, 7. Kollokvium, Szeged, 1976.

- (3) Szilárd I.P., Csébfalvy Gy. és mtsai: Kérdőíves előszűrés és értékelésének kérdései, MOTESZ Eü. Szerv. Tud. Egy. Tudományos Ülése, Budapest, 1977. jan. 27.