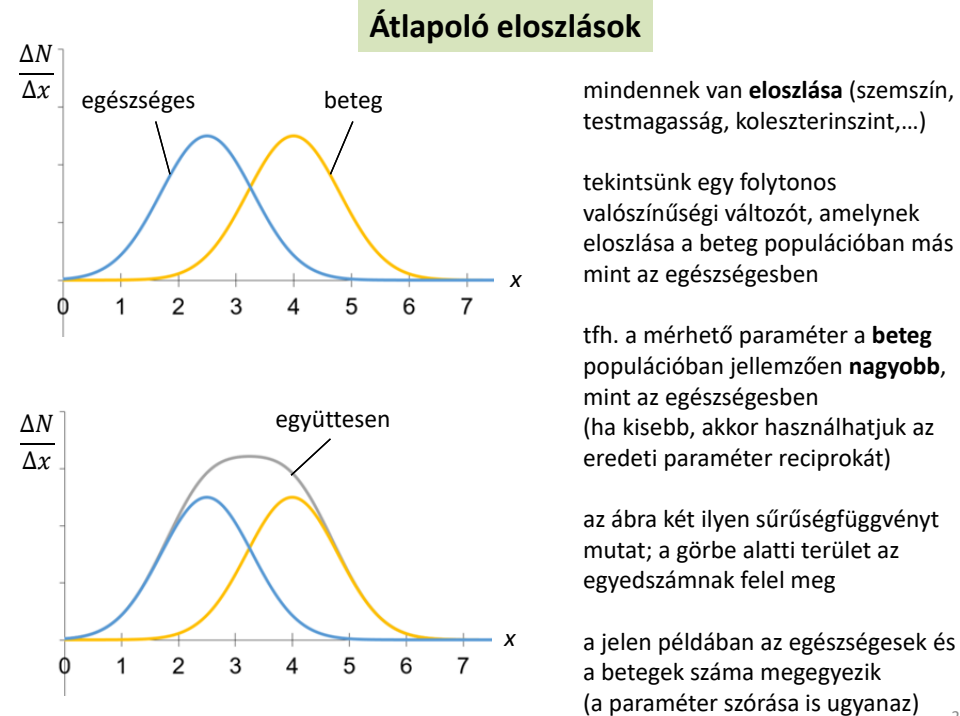
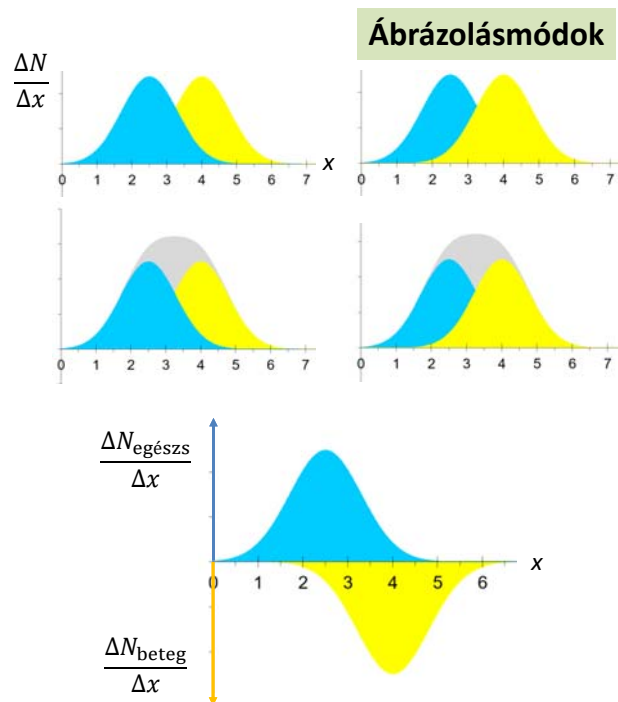


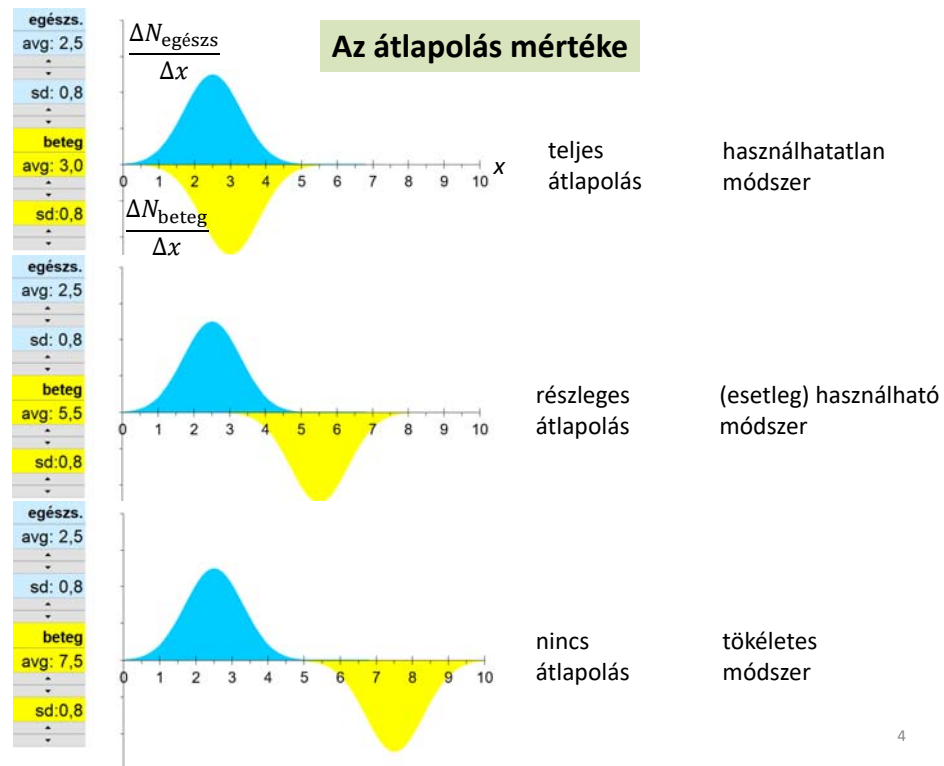
KAD 2021.11.10



2



3

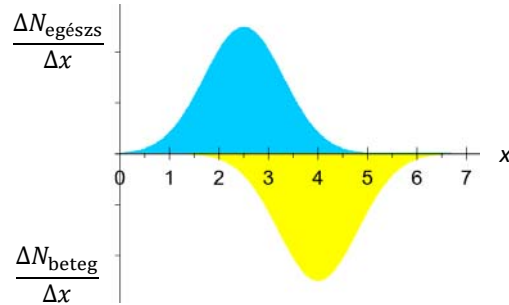


4

Prevalencia

a betegség gyakorisága a vizsgált populációban

= elterjedtség
= a tesztet megelőző valószínűség
= a-priori-valószínűség

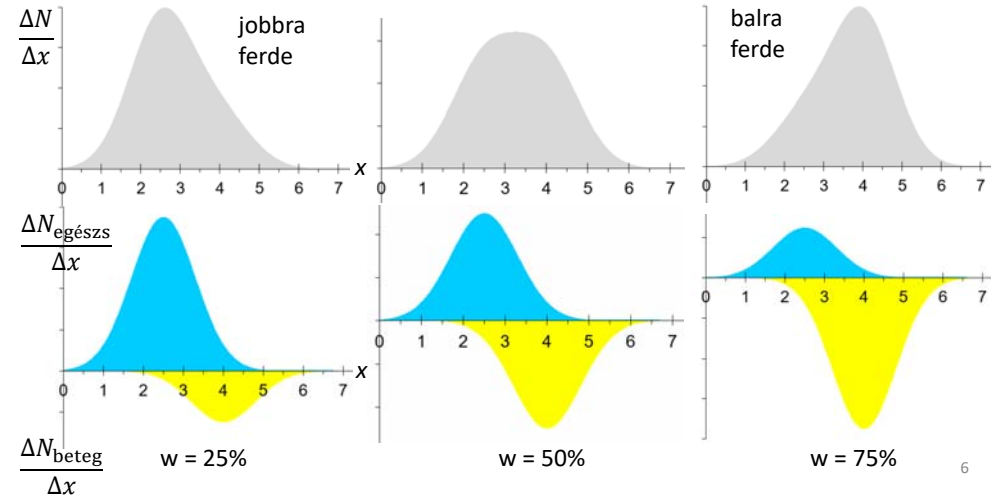


$$w = \frac{\text{beteg}}{\text{összes}} = \frac{\text{beteg}}{\text{beteg} + \text{egészséges}} = \frac{de - sp}{se - sp}$$

vö: incidencia = új betegek száma egy adott időszakban és adott számú népességben
pl. 29/(év*1 000 fő)

5

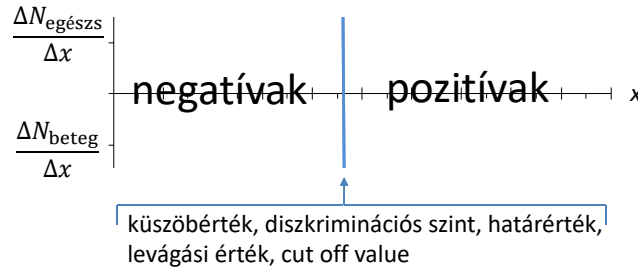
A prevalencia hatása az együttes eloszlásra



6

Küszöbérték alatt negatív, fölötté pozitív teszteredmény

a lehetséges mérési paraméterértékek között egy **küszöbérték** kijelölésével döntünk arról, hogy a teszt módszer szerint melyek lesznek a pozitív értékek és melyek a negatívak



az a **kíváncsi**, hogy a beteg és a pozitív, ill. az egészséges és a negatív minél jobban megfeleljen egymásnak

a **klasszifikáció** azonban szinte sohasem tökéletes:

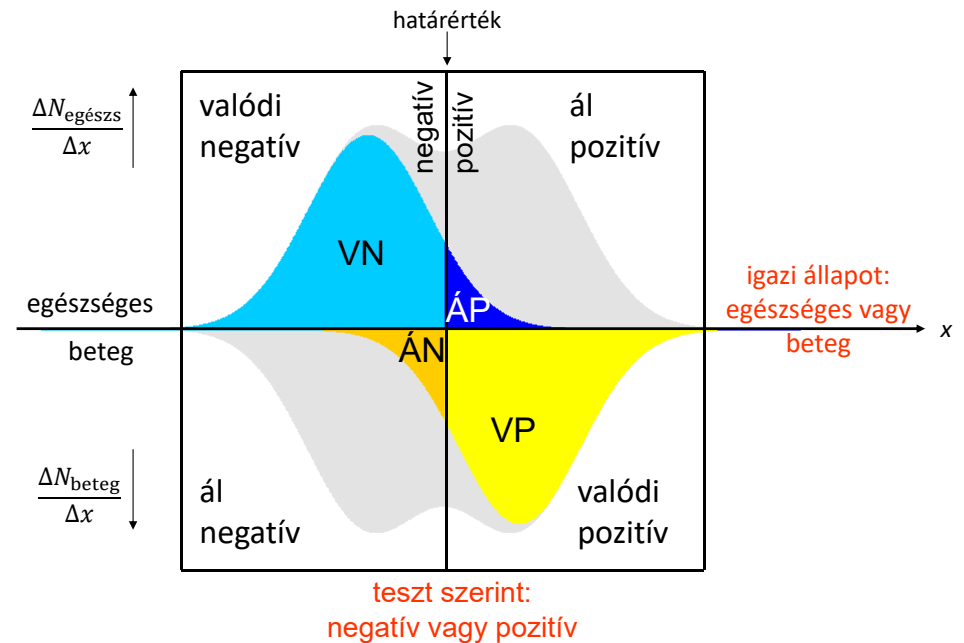
lesznek olyan betegek, akik pozitívak: valódi pozitívak, VP ✓
lesznek olyan betegek, akik negatívak: ál negatívak, ÁN ✗
lesznek olyan egészségesek, akik negatívak: valódi negatívak, VN ✓
lesznek olyan egészségesek, akik pozitívak: ál pozitívak, ÁP ✗

elnevezés

Ál	Valódi
Fals	Korrekt
Hamis	Igaz
Téves	Helyes
False	True

7

Igazságmátrix



8

Diagnosztikus teszt „jósa”

diagnosztikus tesztek egy (vagy több) mért paraméter alapján a vizsgáltakat (teszt)**pozitív** és (teszt)**negatív** csoportokra bontja

a csoportra bontás „jósa” **egy számadattal nem** jellemezhető

(a) mennyire fogja ki a **kifogandókat**?

pl. egy COVID fertőzöttről milyen valószínűséggel állítja/állapítja meg, hogy pozitív

(b) mennyire hagyja békén a **békén hagyandókat**?

pl. egy COVID-dal nem fertőzöttről milyen valószínűséggel állítja, hogy negatív

(c) mennyire megbízható a **pozitív teszteredmény**?

pozitív teszteredmény esetén mennyire biztos, hogy beteg az illető

pl. pozitív COVID teszt esetén mennyire biztos, hogy COVID fertőzött az illető

(d) mennyire megbízható a **negatív teszteredmény**?

negatív teszteredmény esetén mennyire biztos, hogy egészséges az illető

pl. negatív COVID teszt esetén mennyire biztos, hogy nem COVID fertőzött az illető

9

A tesztek megbízhatósága a következő diagnosztikus paraméterekkel írható le:

szenzitivitás

specifititás

csak 3 független!

relevancia

szegregancia

mindegyik tesztmódszer összehasonlítható egy referencia módszerrel: „**Goldstandard**” az ami biztosan jó, hiteles (néha csak a boncolás eredménye)



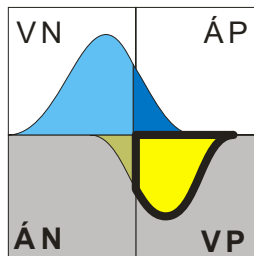
10

Diagnosztikus szenzitivitás

= érzékenység

= valódi pozitív arány

= sensitivity



annak a valószínűsége, hogy a teszt egy beteget pozitívnak talál

pozitív a betegek között

$$\frac{\text{VP}}{\text{ÁN} + \text{VP}} = \text{se} = \frac{\text{VP}}{\text{beteg}} = \frac{\text{VP}}{\text{ÁN} + \text{VP}} = p(\text{pozitív}|\text{beteg})$$

határérték ↓ szenzitivitás ↑

Nagy szenzitivitású tesztek (közel 100%) a korai diagnózis során kívánatosak (screening), ekkor kevés beteg marad felismerés nélkül.

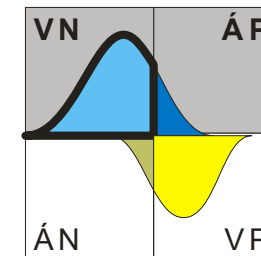
11

Diagnosztikus specificitás

= fajlagosság

= valódi negatív arány

= specificity



annak a valószínűsége, hogy a teszt egy egészségeset negatívnak talál

negatív az egészségesek között

$$\frac{\text{VN}}{\text{VN} + \text{ÁP}} = \text{sp} = \frac{\text{VN}}{\text{egészséges}} = \frac{\text{VN}}{\text{VN} + \text{ÁP}} = p(\text{negatív}|\text{egészséges})$$

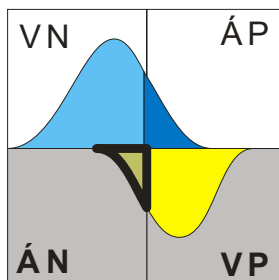
határérték ↑ specificitás ↑

Magas specificitású tesztek (közel 100%) akkor fontosak, ha az álpozitív értékek súlyos következménnyel járnak.

12

Álnegatív arány

= másodfajú hiba
= false-negative
rate/fraction



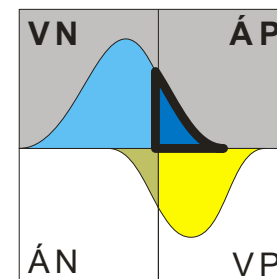
annak a valószínűsége,
hogy a teszt egy beteget
negatívnak talál
negatív a betegek között

$$\frac{\text{ÁN}}{\text{ÁN} + \text{VP}} = 1 - \text{se} = \frac{\text{ÁN}}{\text{beteg}} = \frac{\text{ÁN}}{\text{ÁN} + \text{VP}} = \underline{p(\text{negatív}|\text{beteg})}$$

13

Álpozitív arány

= elsőfajú hiba
= false-positive
rate/fraction



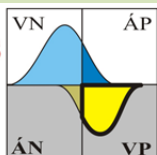
annak a valószínűsége,
hogy a teszt egy
egészségeset
pozitívnak talál
pozitív az egészségesek
között

$$\frac{\text{ÁP}}{\text{VN} + \text{ÁP}} = 1 - \text{sp} = \frac{\text{ÁP}}{\text{egészséges}} = \frac{\text{ÁP}}{\text{VN} + \text{ÁP}} = \underline{p(\text{pozitív}|\text{egészséges})}$$

14

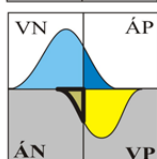
Arányok „vízszintesen” a prevalenciától függetlenek

SZENZITIVITÁS
VALÓDI POZITÍV
ARÁNY
(se)



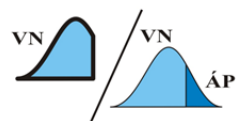
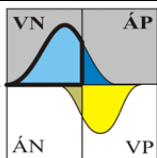
$$= \frac{\text{VP}}{\text{VP} + \text{ÁN}} = \text{se}$$

ÁLNEGATÍV
ARÁNY
másodfajú hiba



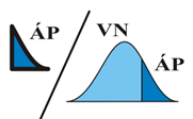
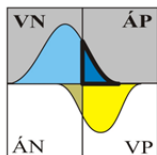
$$= \frac{\text{ÁN}}{\text{VP} + \text{ÁN}} = (1 - \text{se})$$

SPECIFICITÁS
VALÓDI NEGATÍV
ARÁNY
(sp)



$$= \frac{\text{VN}}{\text{VN} + \text{ÁP}} = \text{sp}$$

ÁLPOZITÍV
ARÁNY
elsőfajú hiba



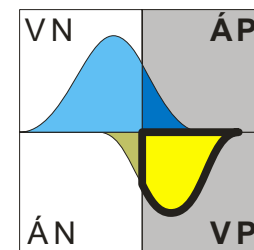
$$= \frac{\text{ÁP}}{\text{VN} + \text{ÁP}} = (1 - \text{sp})$$

15

teszt utáni (a-posteriori) valószínűségek

Diagnosztikus relevancia

= korrekt pozitívítás
= pozitív prediktív
érték
= positive predictive
value = PPV



a betegség jelenlétének
a valószínűsége, ha a
teszt pozitív
beteg a pozitívak
között

$$\frac{\text{VP}}{\text{ÁP} + \text{VP}} = \text{PPV} = \frac{\text{VP}}{\text{ÁP} + \text{VP}} = \frac{\text{se} \cdot w}{\text{se} \cdot w + (1 - \text{sp}) \cdot (1 - w)} = \underline{p(\text{beteg}|\text{pozitív})}$$

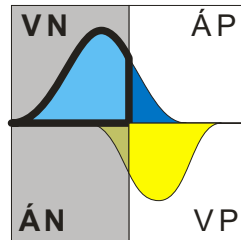
16

Diagnosztikus szegregancia

= korrekt negativitás

= negatív prediktív érték

= negative predictive value = NPV



a betegség hiányának a valószínűsége, ha a teszt negatív

egészséges a negatívak között

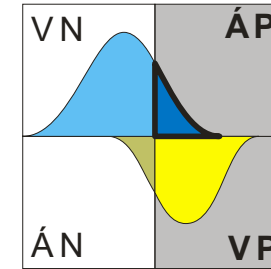
$$\frac{\text{VN}}{\text{VN} + \text{ÁN}} = \text{NPV} = \frac{\text{VN}}{\text{összes negatív}} = \frac{\text{VN}}{\text{ÁN} + \text{VN}} = \frac{\text{sp} \cdot (1 - w)}{\text{sp} \cdot (1 - w) + (1 - \text{se}) \cdot w} = p(\text{egészséges} | \text{negatív})$$

17

Téves figyelemfelkeltő arány

= 1-PPV

= false alarm rate



a betegség hiányának a valószínűsége, ha a teszt pozitív

egészséges a pozitívak között

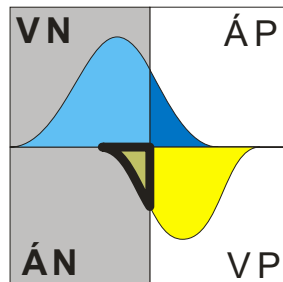
$$\frac{\text{ÁN}}{\text{ÁN} + \text{VN}} = 1 - \text{PPV} = \frac{\text{ÁP}}{\text{összes pozitív}} = \frac{\text{ÁP}}{\text{ÁP} + \text{VP}} = p(\text{egészséges} | \text{pozitív})$$

18

Téves megnyugtató arány

= 1-NPV

= false reassurance rate



a betegség jelenlétének a valószínűsége, ha a teszt negatív

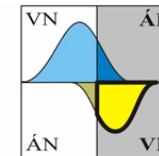
beteg a negatívak között

$$\frac{\text{ÁN}}{\text{ÁN} + \text{VN}} = 1 - \text{NPV} = \frac{\text{ÁN}}{\text{összes negatív}} = \frac{\text{ÁN}}{\text{ÁN} + \text{VN}} = p(\text{beteg} | \text{negatív})$$

19

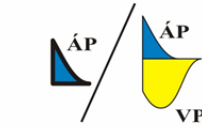
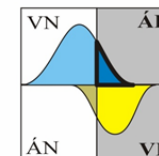
Arányok „függőlegesen”, a prevalenciától erősen függenek

RELEVANCIA
KORREKT POZITIVITÁS pozitív prediktív érték



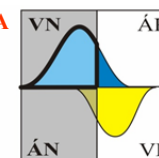
$$\frac{\text{VP}}{\text{ÁP} + \text{VP}} = \text{PPV} = \frac{\text{se} \cdot w}{\text{se} \cdot w + (1 - \text{sp}) \cdot (1 - w)}$$

TÉVES FIGYELEM-FELKELTŐ ARÁNY



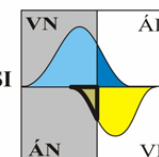
$$\frac{\text{ÁP}}{\text{VP} + \text{ÁP}} = 1 - \text{PPV}$$

SZEGREGANCIA
KORREKT NEGATIVITÁS negatív prediktív érték



$$\frac{\text{VN}}{\text{VN} + \text{ÁN}} = \text{NPV} = \frac{\text{sp} \cdot (1 - w)}{\text{sp} \cdot (1 - w) + (1 - \text{se}) \cdot w}$$

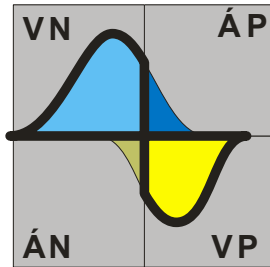
TÉVES MEGNYUGTATÁSI ARÁNY



$$\frac{\text{ÁN}}{\text{VN} + \text{ÁN}} = 1 - \text{NPV}$$

Diagnosztikus **effektivitás**

= accuracy
= korrekt
klasszifikáció



helyes besorolás aránya

$$\frac{\text{VN} + \text{VP}}{\text{VN} + \text{VP} + \text{ÁN} + \text{ÁP}} = \text{de} = \frac{\text{VP} + \text{VN}}{\text{összes}} = \frac{\text{VP} + \text{VN}}{\text{VP} + \text{ÁN} + \text{VN} + \text{ÁP}} = \text{se} \cdot w + \text{sp} \cdot (1 - w)$$

gyakran a határértéket úgy választjuk meg, hogy az
effektivitás maximális legyen

21

A prevalencia hatása

NPV = 90%

Pl. A: **w = 50%**

sp = 90%

		teszt	
		negatív	pozitív
Gold-standard	egészs.	90	10
	beteg	10	90

se = 90%

(de = 90%)

PPV = 90%

NPV = 99%

Pl. B: **w = 10%**

sp = 90%

		teszt	
		negatív	pozitív
Gold-standard	egészs.	810	90
	beteg	10	90

se = 90%

(de = 90%)

PPV = 50%

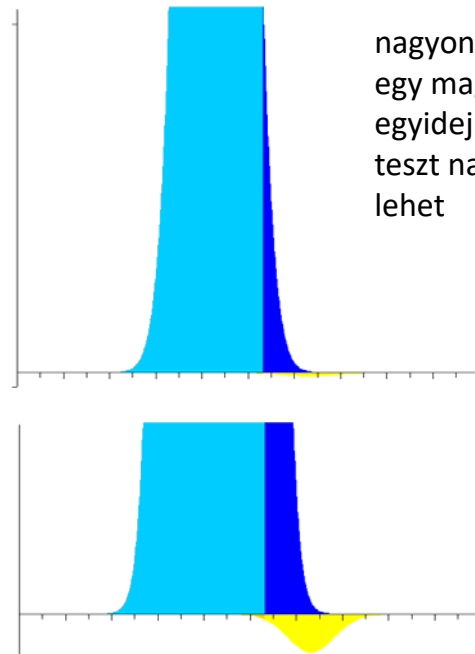
22

Áttekintő tábla

szenzitivitás	se	$\frac{VP}{VP + \text{ÁN}}$	$p(P B)$	pozitív a betegek között	VPa (valódi pozitív arány)
specifitás	sp	$\frac{VN}{VN + \text{ÁP}}$	$p(N E)$	negatív az egészségesek között	VNa (valódi negatív arány)
álnegatív arány	1-se	$\frac{\text{ÁN}}{VP + \text{ÁN}}$	$p(N B)$	negatív a betegek között	ÁNa
álpozitív arány	1-sp	$\frac{\text{ÁP}}{VN + \text{ÁP}}$	$p(P E)$	pozitív az egészségesek között	ÁPa
relevancia	PPV	$\frac{VP}{VP + \text{ÁP}}$	$p(B P)$	beteg a pozitívak között	
szegregancia	NPV	$\frac{VN}{VN + \text{ÁN}}$	$p(E N)$	egészséges a negatívak között	
téves figyelem-felkeltő arány	1-PPV	$\frac{\text{ÁP}}{VP + \text{ÁP}}$	$p(E P)$	egészséges a pozitívak között	
téves megnyugtató arány	1-NPV	$\frac{\text{ÁN}}{VN + \text{ÁN}}$	$p(B N)$	beteg a negatívak között	

prevalenciától
függetlenek

prevalenciafüggők



nagyon kicsi prevalencia esetén
egy magasan szenzitív és
egyidejűleg magasan specifikus
teszt nagyon gyenge relevanciájú
lehet

prevalencia = 0.1 %

szenzitivitás = 98 %

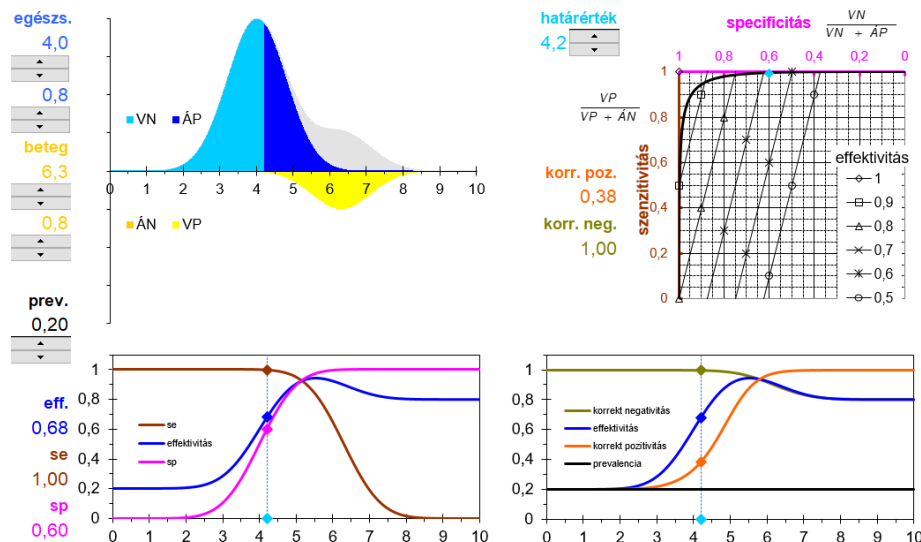
specifitás = 98 %

↓
relevancia = 4 %

23

mennyire fogja ki a kifogandókat?

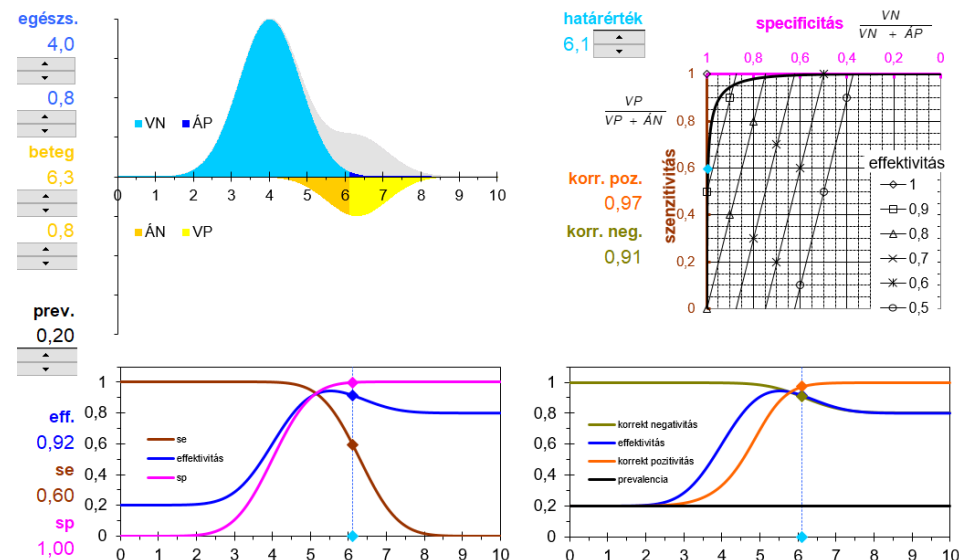
Diagnosztikus szenzitivitás maximalizálása



25

mennyire hagyja békén a békén hagyandókat?

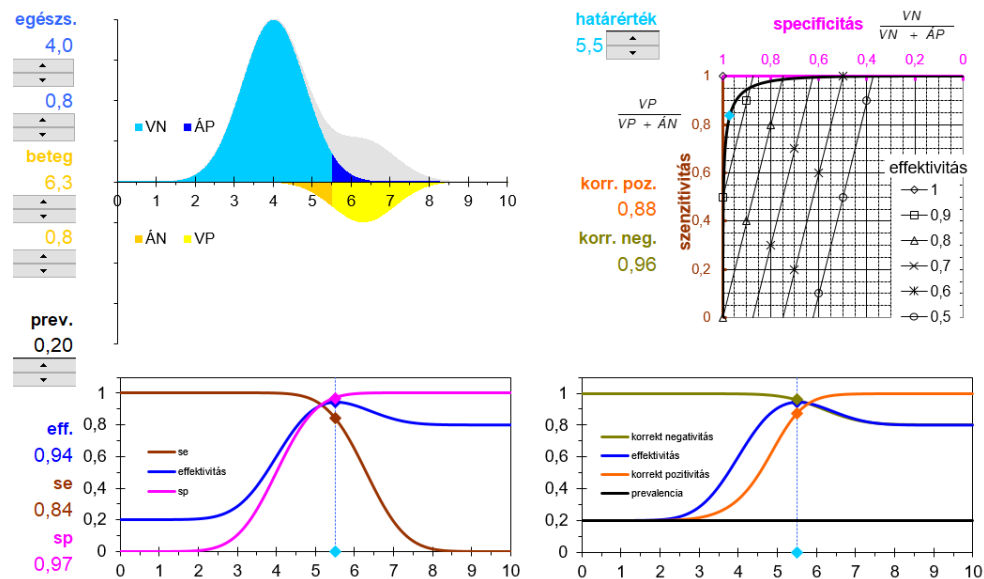
Diagnosztikus specificitás maximalizálása



26

a kifogandók kifogása és a békén hagyandók békén hagyása egyformán fontos

Diagnosztikus effektivitás maximalizálása



27

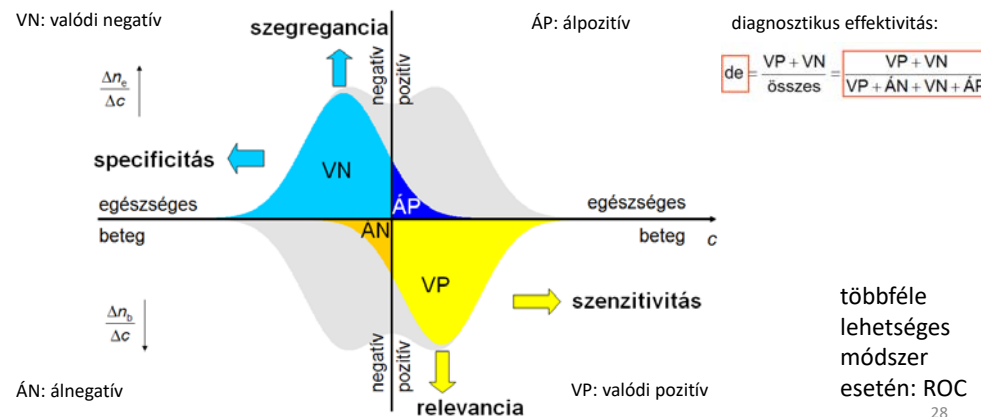
mindennek eloszlása van; a beteg és egészséges értékek eloszlása átfed egymással el lehet-e dönteni, hogy melyik fontosabb:

Útavaló

kimutatni a tényleges betegek minél nagyobb hányadában a betegséget, hogy kezelést kaphassanak (szenzitivitás maximalizálása) vagy

az egészségesek minél kisebb hányadánál vélelmezni hamis pozitív értéket (álpozitív arány minimalizálása ill. specificitás maximalizálása), hogy feleslegesen ne kapjon terápiát az egészséges

ha nem lehet eldönteni, akkor egyformán fontosak: diagnosztikus effektivitás maximalizálása



28