

Intelligens orvosi műszerek

VIMIA023

Diagnózistámogatás = döntéstámogatás
A döntések jellemzése (ROC, AUC)

2018 ősz

<http://www.mit.bme.hu/oktatas/targyak/vimia023>

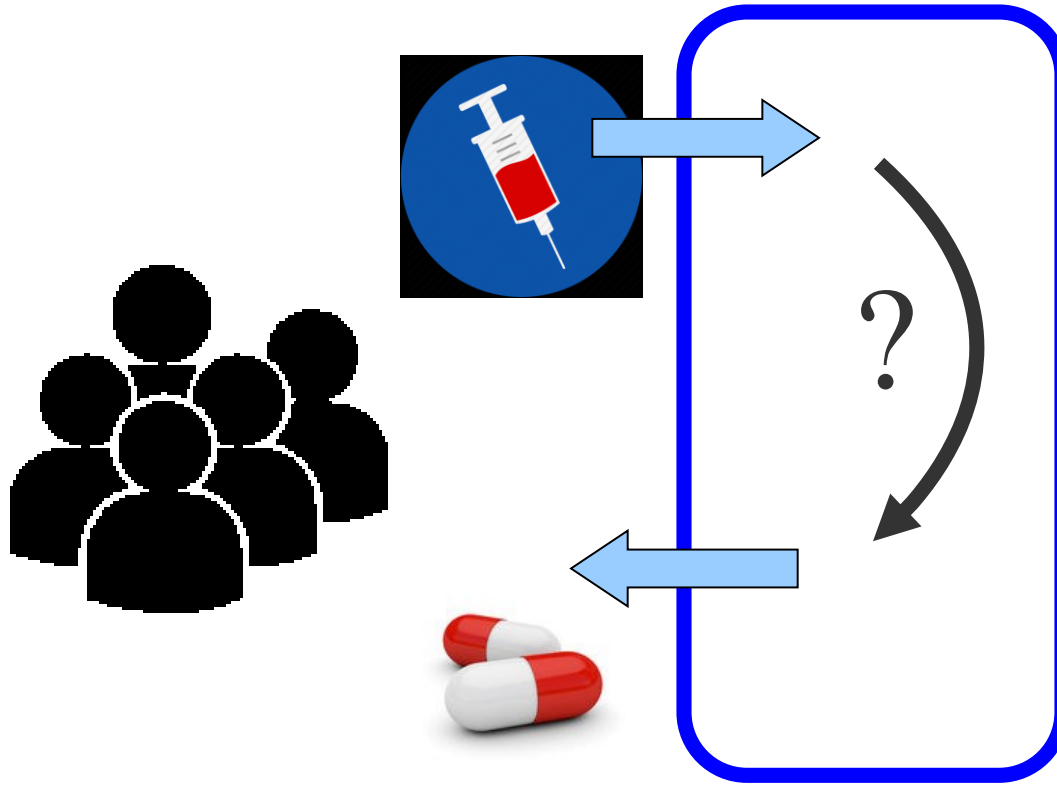
dr. Pataki Béla

pataki@mit.bme.hu

(463-)2679

Az észleléseink alapján térjünk át injekcióról tablettára!

Ez jó döntés?



Jó döntést szeretnénk hozni.

De mi a jó döntés?

- Általában nincs tökéletesen jó döntés, csak az egyik jobb, a másik rosszabb!
- Ahhoz, hogy össze tudjunk hasonlítani két alternatívát (döntési módszert), kell legyen a döntés jóságát jellemző (skalár) mérőszámunk
- **Először a döntések minősítésével, értékelésével foglalkozunk**
- Alapvetően bináris (jó/rossz, igaz/hamis, beteg/egészséges, ártatlan/bűnös) döntéseken mutatjuk be a módszereket

A döntések értékelése: melyik a jó döntés?

Osztályozás \Rightarrow itt, most bináris döntés

igazi állapot $f(x)$ tény	feltételezett állapot $h(x)$ hipotézis	helyzet
paciens beteg $f(x) = I$	felismerjük $h(x) = I$	kezeljük, helyesen tesszünk Valós Pozitív, True Positive TP
paciens egészséges $f(x) = H$	felismerjük $h(x) = H$	nem kezeljük, most is jól teszünk, Valós Negatív, True Negative TN
paciens beteg $f(x) = I$	nem ismerjük fel $h(x) = H$	nem kezeljük, nem járunk el jól, Hamis Negatív, False Negative FN, („elnezett támadás”, <u>2. tip. hiba</u>)
paciens egészséges $f(x) = H$	nem ismerjük fel $h(x) = I$	kezeljük fölöslegesen, nem járunk el jól, Hamis Pozitív, False Positive FP, („hamis riadó”, <u>1. tip. hiba</u>)

true positive rate (TPR)
valódi pozitív arány, **érzékenység**
(hit rate, recall, **sensitivity**)
 $TPR = TP/P = TP / (TP+FN)$

true negative rate (TNR)
valódi negatív arány, **specificitás**
(**specificity**)
 $TNR = TN/N = TN / (TN+FP)$

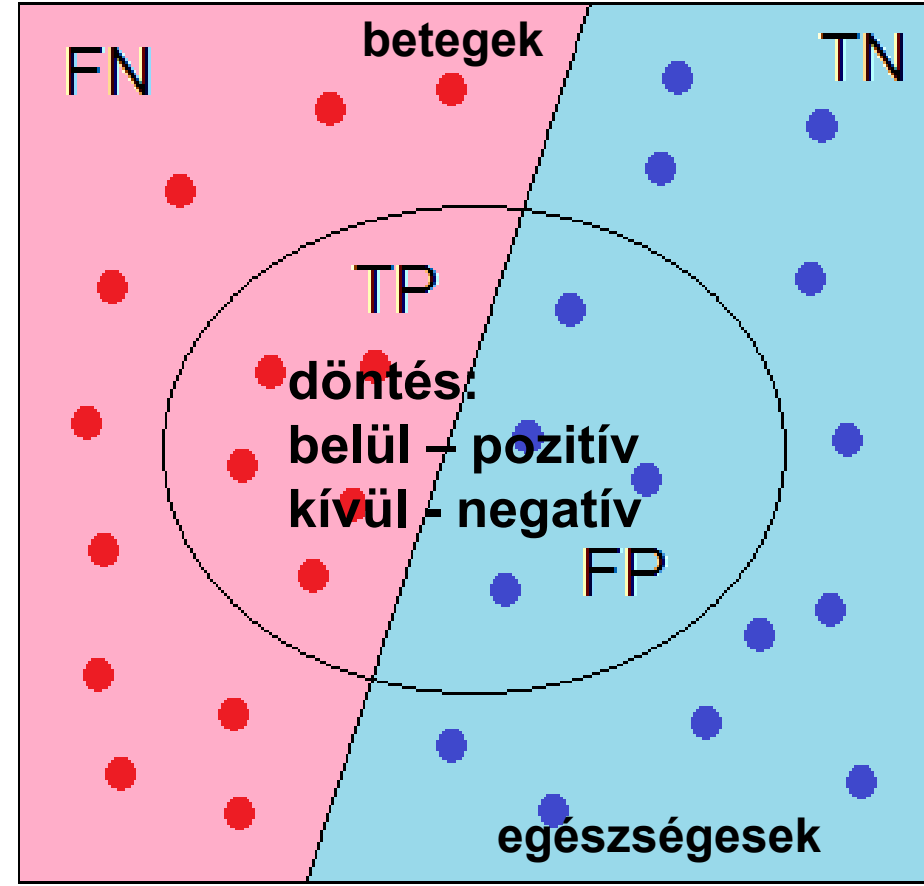
false positive rate (FPR)
fals pozitív arány,
 $FPR = FP/N = FP / (TN+FP)$

és sok egyéb más mérőszám ...

Az ábrán vázolt esetben:

Döntéseink: TP = 5, TN = 11,
FP = 4, FN = 10

Tények: P = 15, N = 15



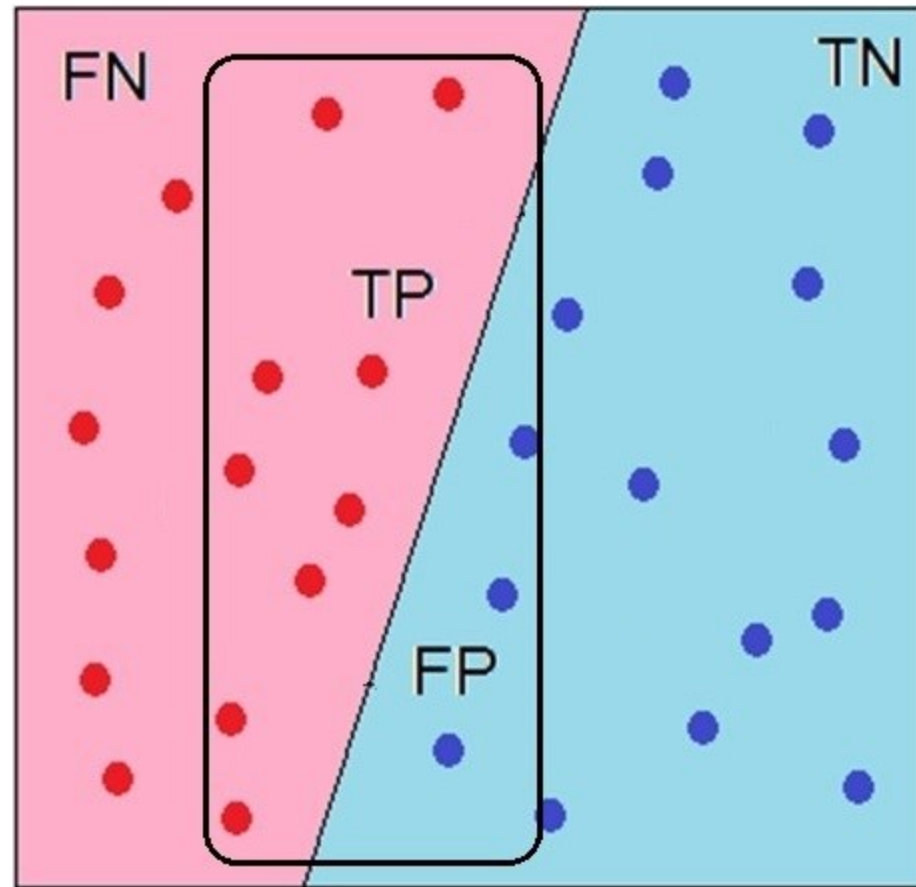
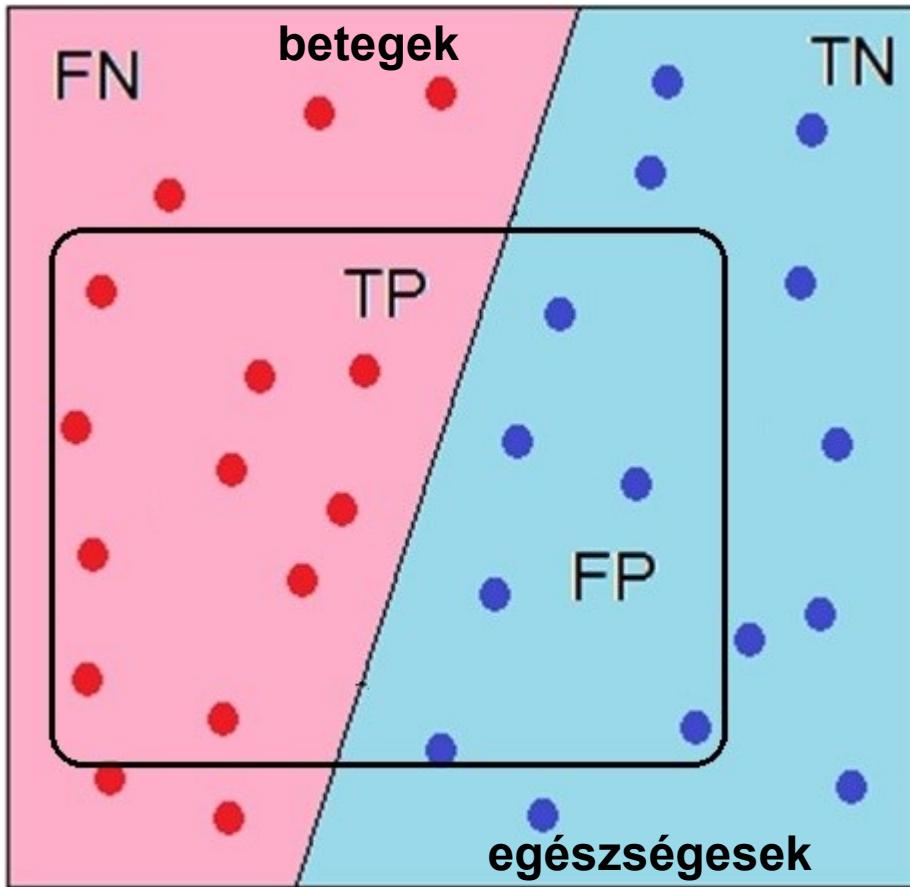
$$TPR = TP / (TP+FN) = 5/15 = .33$$

$$FPR = FP / (FP+TN) = 4/15 = .26$$

$$ACC = (TP+TN)/(P+N) = 1/2 = .5$$

Néhány más javaslatra is kipróbáltuk...

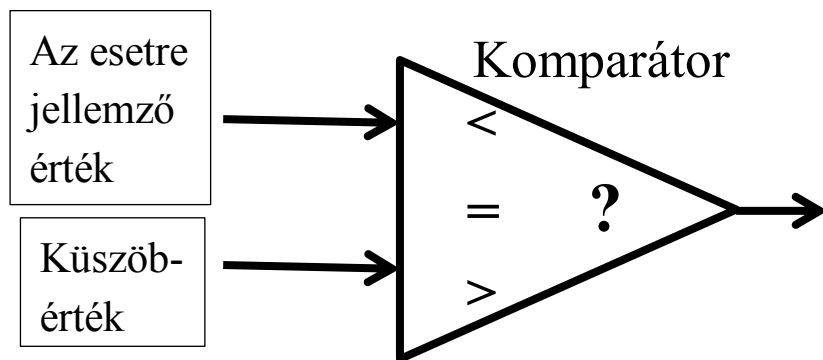
Melyik jobb?



TP = 10, TN = 9, FP = 6, FN = 5

TP = 9, TN = 12, FP = 3, FN = 6

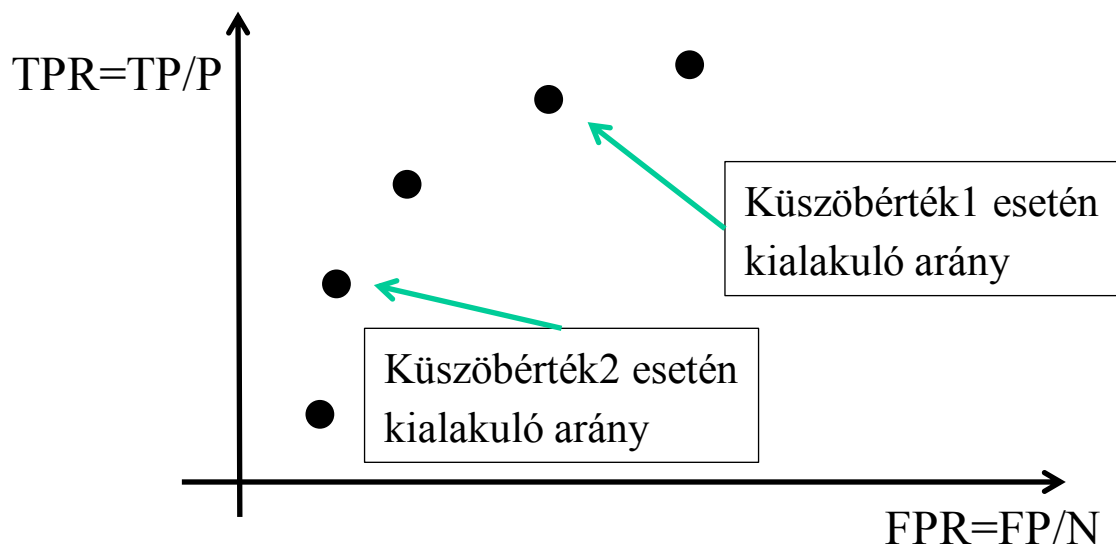
A döntésünk modellje



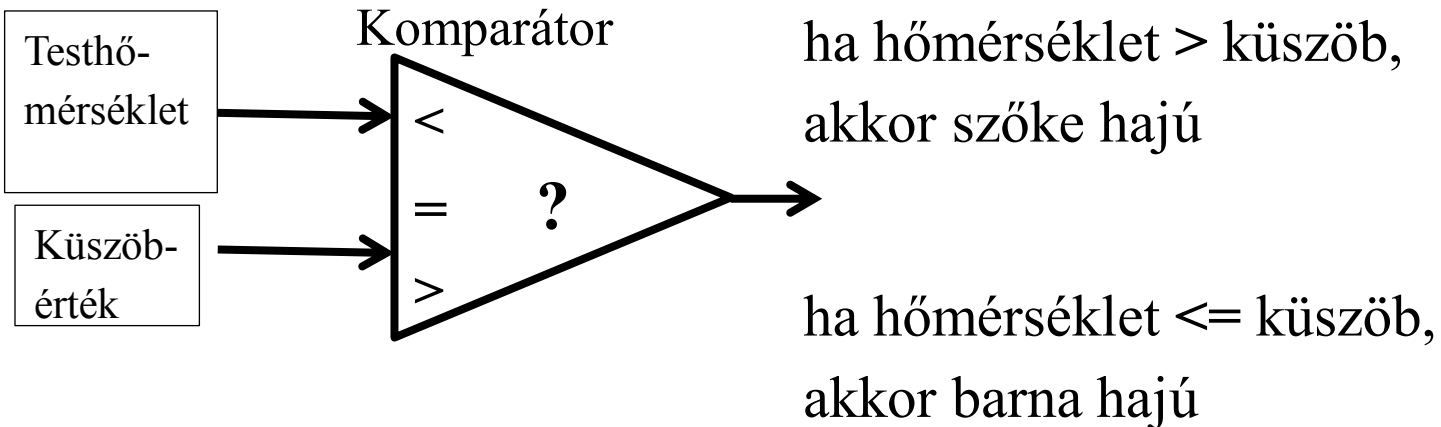
például (lehetne fordítva is):
ha $>$, akkor kimenet=1
pozitív esetnek vesszük
ha \leq , akkor kimenet= 0
negatív esetnek vesszük

Példa:

Ha a mért testhőmérséklet 38°C küszöbnél nagyobb, akkor láz (betegség), ha kisebb vagy egyenlő, akkor nem lázas (egészséges).

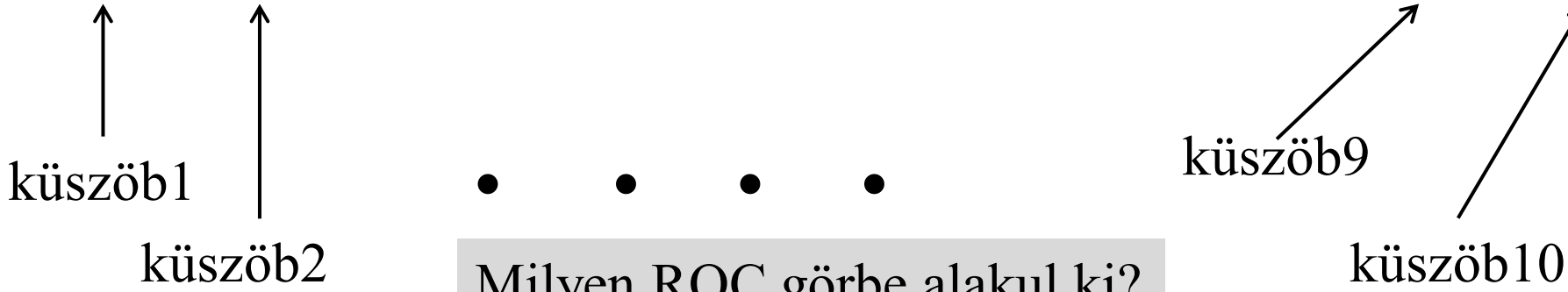


Mi van, ha egy érdektelen (irreleváns) paraméterre alapozzuk a döntésünket?

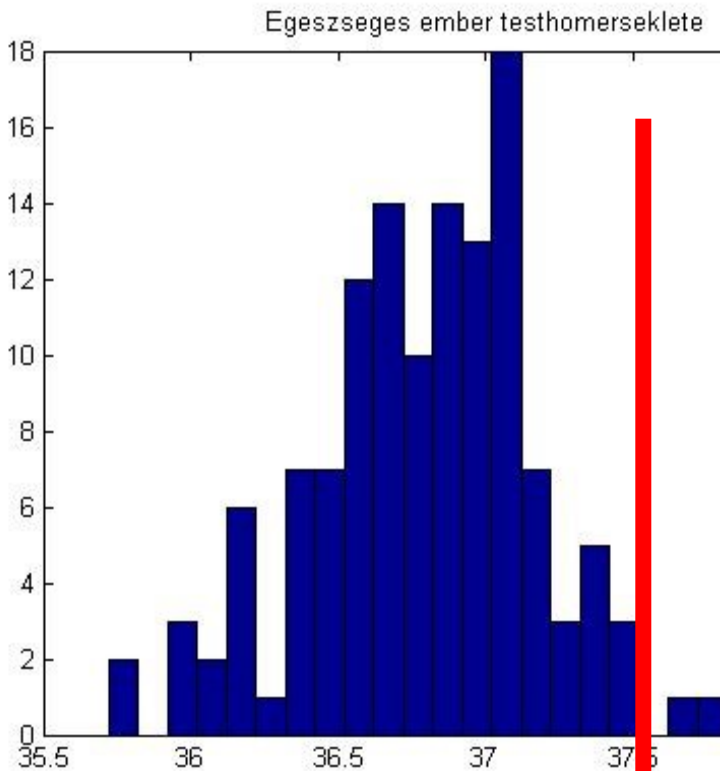


Megvizsgáltunk 6396 embert, köztük 2460 volt szőke, a többi barna.

Testhőm. [°C]	35,0... 36,0	36,0... 37,0	37,0... 38,0	38,0... 39,0	39,0... 40,0	40,0... 41,0	41,0... 42,0	42,0... 43,0	43,0... 44,0
SZŐKE	5	1000	800	600	40	10	5	0	0
BARNA	8	1600	1280	960	64	16	8	0	0



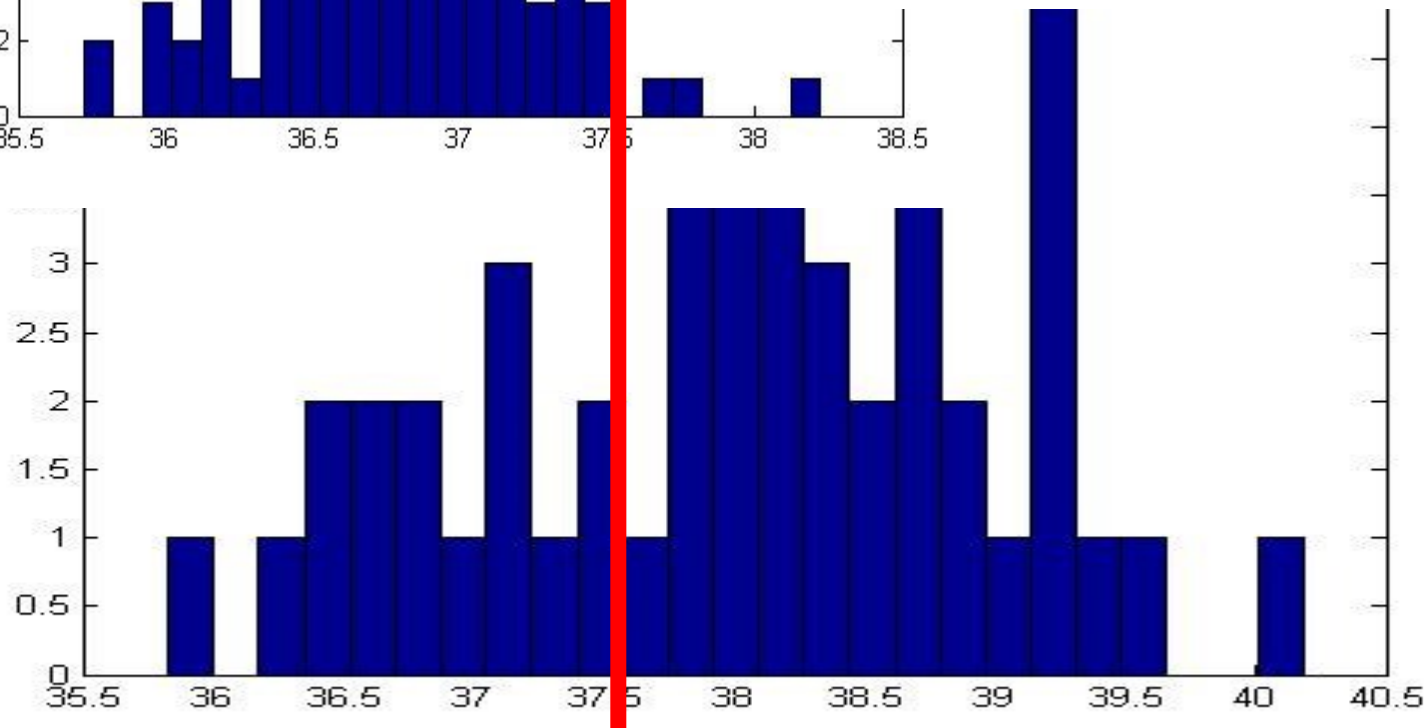
Milyen ROC görbe alakul ki?



Probléma: döntést kell hoznunk, egy numerikus paraméter értéke alapján arról, hogy milyen esettel állunk szemben.

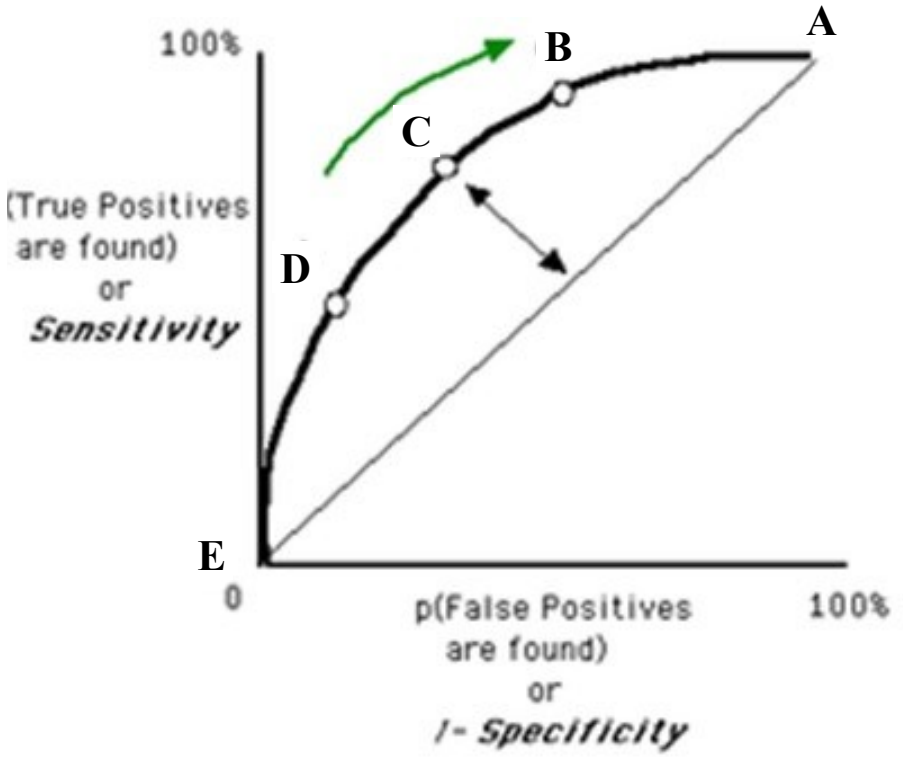
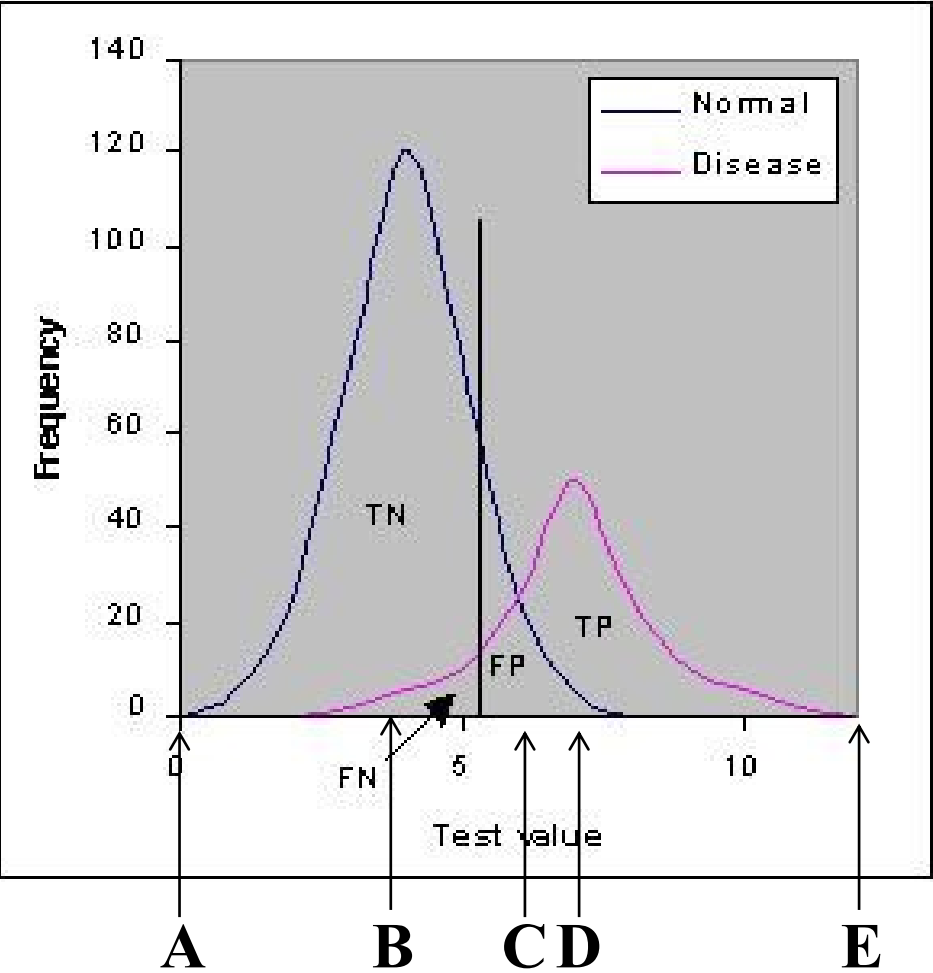
(pl. testhőmérséklet alapján, hogy egészséges vagy beteg?)

Cél: rájönni, mi a teszt (optimális) küszöb értéke.



ROC: Vevő működési karakterisztika

Receiver Operating Characteristic



A küszöb fölött betegek tekintjük, alatta egészségesnek

Hiba (confusion) mátrix

true positive rate (**TPR**)

$$\text{TPR} = \text{TP}/P = \text{TP} / (\text{TP} + \text{FN})$$

false positive rate (**FPR**)

$$\text{FPR} = \text{FP}/N = \text{FP} / (\text{FP} + \text{TN})$$

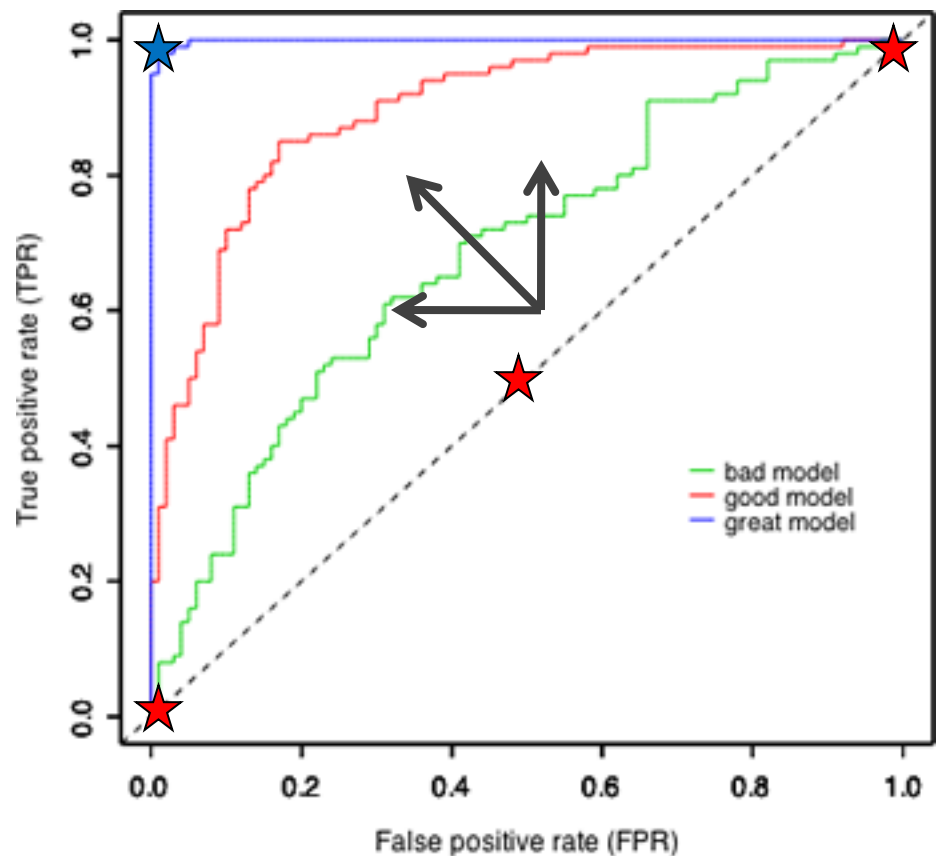
ROC: Vevő működési
karakterisztika

**Receiver Operating
Characteristic**

AUC: Görbe alatti terület
Area Under Curve

Döntés

		Tények	
		Beteg	Egész- séges
Döntés	Beteg	TP	FP
	Egész- séges	FN	TN



Összefoglaló táblázat – különböző szokásos paraméterek

true positive (TP)

eqv. with hit

true negative (TN)

eqv. with correct rejection

false positive (FP)

eqv. with false alarm, Type I error

false negative (FN)

eqv. with miss, Type II error

sensitivity or true positive rate (TPR)

eqv. with hit rate, recall

$$TPR = \frac{TP}{P} = \frac{TP}{TP + FN}$$

specificity (SPC) or true negative rate (TNR)

$$SPC = \frac{TN}{N} = \frac{TN}{FP + TN}$$

precision or positive predictive value (PPV)

$$PPV = \frac{TP}{TP + FP}$$

negative predictive value (NPV)

$$NPV = \frac{TN}{TN + FN}$$

fall-out or false positive rate (FPR)

$$FPR = \frac{FP}{N} = \frac{FP}{FP + TN} = 1 - SPC$$

false discovery rate (FDR)

$$FDR = \frac{FP}{FP + TP} = 1 - PPV$$

miss rate or false negative rate (FNR)

$$FNR = \frac{FN}{P} = \frac{FN}{FN + TP} = 1 - TPR$$

accuracy (ACC)

$$ACC = \frac{TP + TN}{P + N}$$

F1 score

is the harmonic mean of precision and sensitivity

$$F1 = \frac{2TP}{2TP + FP + FN}$$