



Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Epävarmuuden huomioiminen diagnostisen testausstrategian valinnassa (valmiin työn esittely)

Jesse Myrberg

1.12.2014

Ohjaaja: DI Yrjänä Hynninen

Valvoja: Prof. Ahti Salo

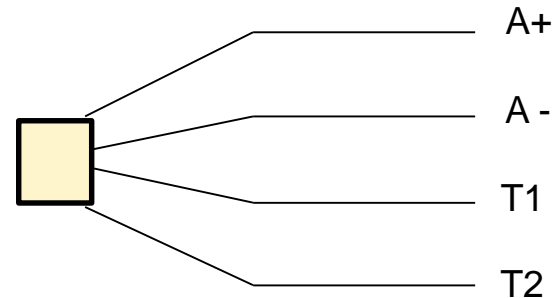
Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

Tausta

- Lääkärit tekevät päivittäin potilasdiagnooseja
 - Selvitetään potilaan sairauden tilaa
- Sairauden tilan epävarmuus
 - Lisäinformaatiota testien avulla
 - Testien epävarmuudet ja kustannukset
- Lääkäriin tulee kuitenkin päättää jatkotoimenpiteistä
 - Miten toimenpidevaihtoehto valitaan epävarmuuden vallitessa?

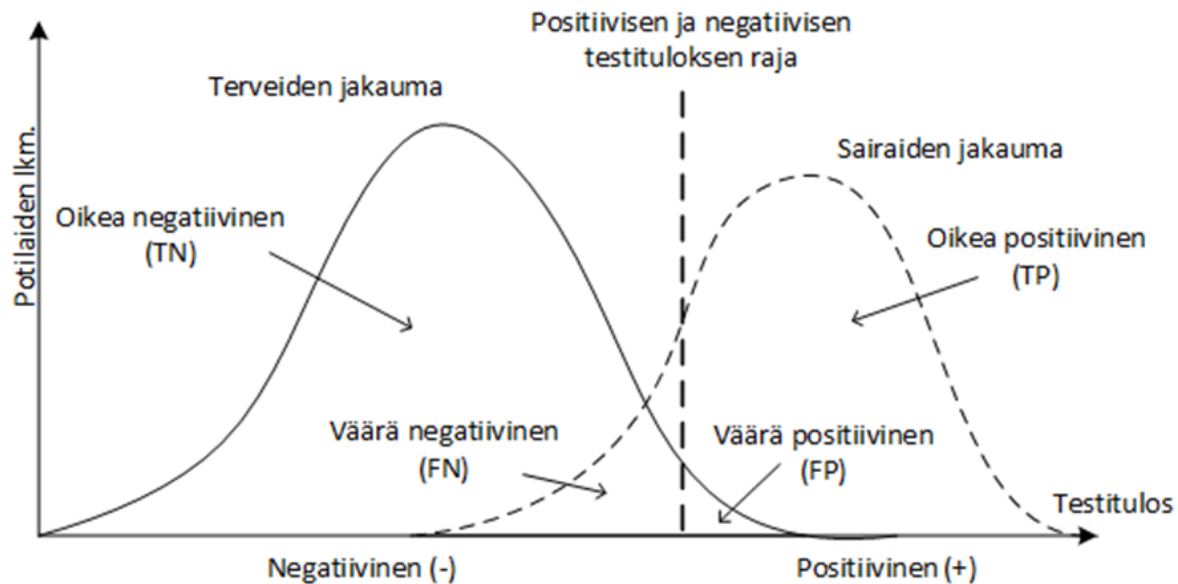
Tausta

- Potilas joko sairas (D) tai ei sairas ($ei D$)
- Tehdään potilaalle diagnostinen tarkastelu
 - Prioritodennäköisyys $P(D)$
- Valitaan testausstrategia:
 - Aloitetaan hoito (A+)
 - Ei toimenpiteitä (A-)
 - Tehdään testi 1 (T1)
 - Tehdään testi 2 (T2)



Tausta

- Kuhunkin diagnostiseen testiin (T_1 , T_2) liittyy
 - Hyöty $U[T_i] < 0$
 - Erottelukyky (*specificity*), $P(-|e_i D)$
 - Tarkkuus (*sensitivity*), $P(+|D)$



Tausta

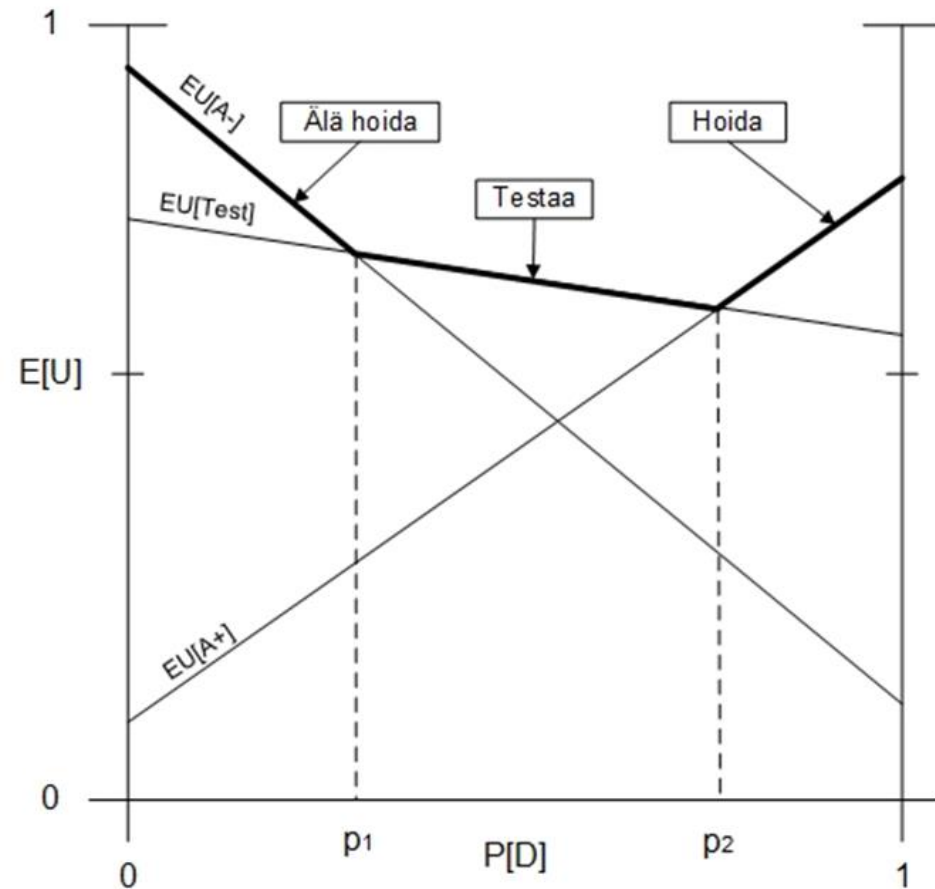
- Kuhunkin lopputulemaan ($A+$, $A-$) liittyy myös hyöty:

	D	$ei D$
$A+$	$U[D \text{ ja } A+]$	$U[ei D \text{ ja } A+]$
$A-$	$U[D \text{ ja } A-]$	$U[ei D \text{ ja } A-]$

- Liitetään epävarmuutta kaikkiin parametreihin

$$S = (P(-|ei D), P(+|D), U[T], U[D \text{ ja } A +], U[ei D \text{ ja } A +], U[D \text{ ja } A -], U[ei D \text{ ja } A -])$$

Tavoitteet



- Maksimoida strategioiden odotusarvoiset hyödyt $P(D)$:n funktiona

$$\max_j E\{U_j[P(D)]\}$$

- Tutkia epävarmuuksien vaikutusta
- Löytää paras strategia kullekin $P(D)$, jos mahdollista

Työkalut ja menetelmät

MATLAB

Parametrien mallinnus

Performance

True	
D	no D
+	755 100
-	100 317

Utility: -0.52

Performance

True	
D	no D
+	1250 100
-	100 435

Utility: -0.64

Treatment	D	no D
0.95	0.365	
No Treatm.	0.1	1

Calculate

Graafinen tarkastelu

Dominanssit

Solution info

p = 0:
NTr > NoTrU > NoTrL > T2U > T1U > T1 > T2 > T1L > T2L > TrU > Tr > TrL

p = 0.001001:
NoTrU > NTr > NoTrL > T2U > T1U > T1 > T2 > T1L > T2L > TrU > Tr > TrL

p = 0.2002:
NoTrU > NTr > NoTrL > T2U > T1U > T1 > T2 > T1L > TrU > Tr > T2L > TrL

p = 0.25325:
NoTrU > NTr > NoTrL > T2U > T1U > T1 > T2 > T1L > TrU > Tr > T2L > TrL

p = 0.26126:
NoTrU > NTr > T2U > NoTrL > T1U > T1 > T2 > T1L > TrU > Tr > T2L > TrL

p = 0.28228:
NoTrU > NTr > T2U > T1U > NoTrL > T1 > T2 > T1L > TrU > Tr > T2L > TrL

p = 0.2993:
NoTrU > T2U > NTr > T1U > NoTrL > T1 > T2 > T1L > TrU > Tr > T2L > TrL

p = 0.3003:
T2U > NoTrU > NTr > T1U > NoTrL > T1 > T2 > T1L > TrU > Tr > T2L > TrL

p = 0.31431:
T2U > NoTrU > NTr > T1U > NoTrL > T1 > T2 > T1L > TrU > Tr > TrL > T2L

p = 0.31932:
T2U > NoTrU > T1U > NTr > NoTrL > T1 > T2 > T1L > TrU > Tr > TrL > T2L

p = 0.32032:
T2U > T1U > NoTrU > NTr > NoTrL > T1 > T2 > T1L > TrU > Tr > TrL > T2L

p = 0.33233:
T2U > T1U > NoTrU > NTr > T1 > NoTrL > T2 > T1L > TrU > Tr > TrL > T2L

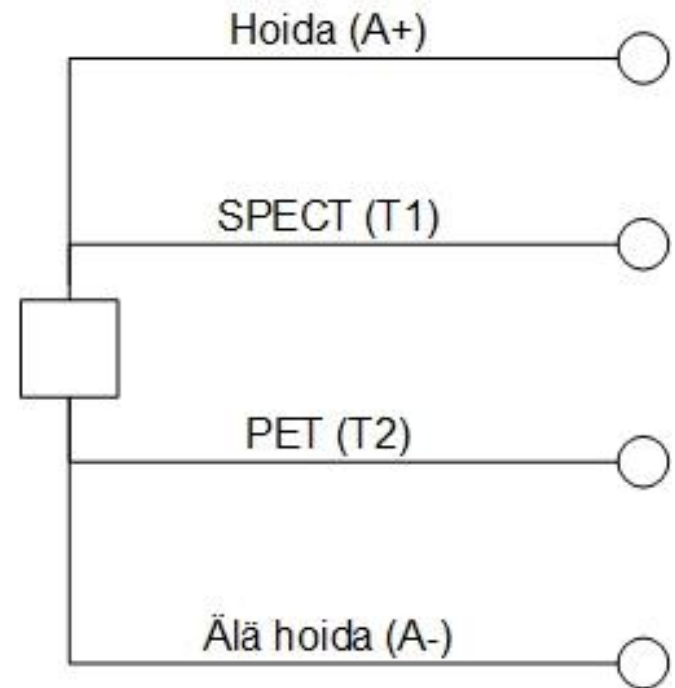
Test info

Test 1	Test 2
P[+ D] : 0.883041	P[+ D] : 0.925926
P[- D] : 0.116959	P[- D] : 0.074074
P[+ no D] : 0.239808	P[+ no D] : 0.186916
P[- no D] : 0.760192	P[- no D] : 0.813084
LR = 3.68228	LR = 4.9537

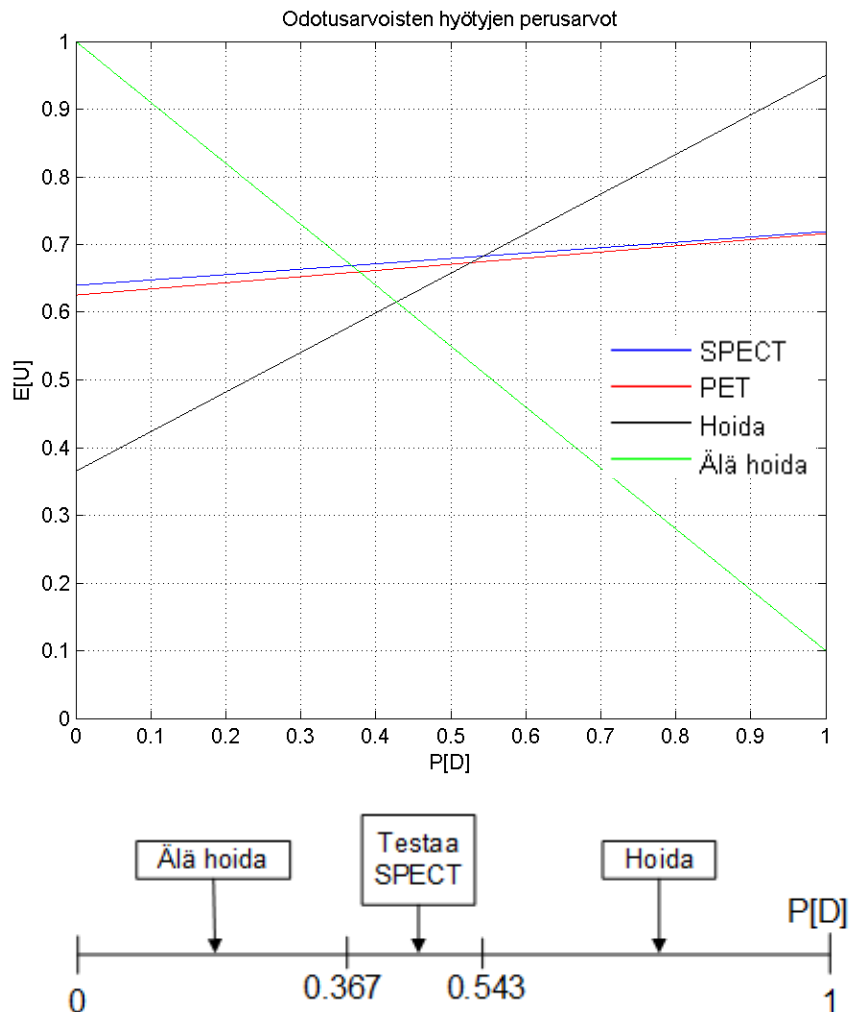
Sensitivity limits [0.865, 0.9] Sensitivity limits [0.883, 0.955]
 Specificity limits [0.724, 0.794] Specificity limits [0.666, 0.904]

Työssä käytetty esimerkki

- Meta-analyysi sepelvaltimotaudin tutkimiseen käytettävistä PET- ja SPECT-testeistä
 - $P(-|ei D)$
 - $P(+|D)$
- Testien ja sairauksien hyödyt *oletettu annetuiksi*
 - $U[T]$
 - $U[D ja A +]$
 - $U[ei D ja A +]$
 - $U[D ja A -]$
 - $U[ei D ja A -]$

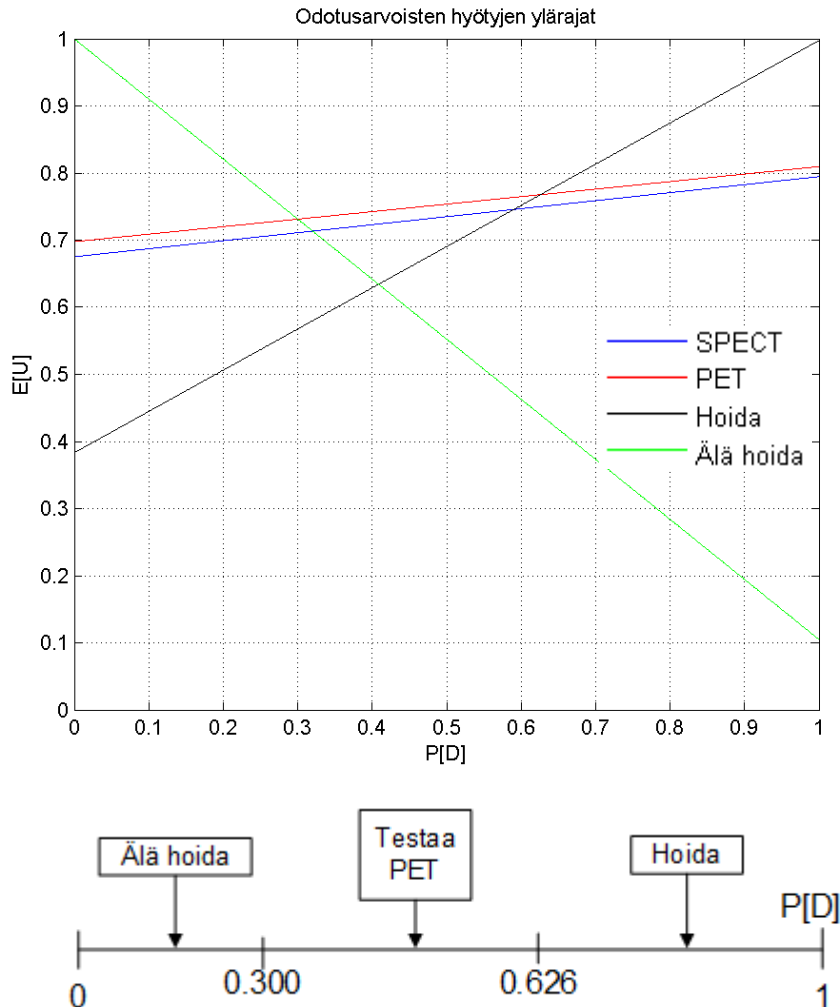


Tulokset - perusarvoinen tarkastelu



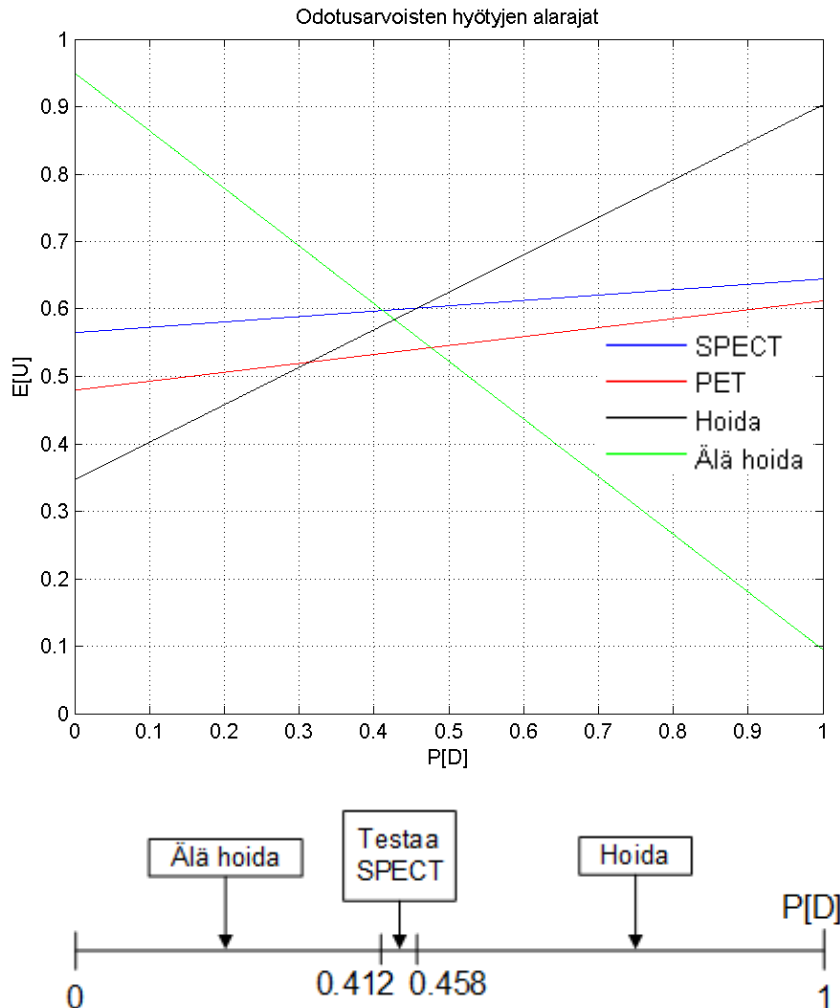
- $P(D) \in [0, 0.367)$
 - Potilaalle ei tehdä toimenpiteitä
- $P(D) \in [0.367, 0.543)$
 - Lähetä potilas SPECT-testiin
- $P(D) \in [0.543, 1]$
 - Aloita potilaan hoito

Tulokset - optimistinen tarkastelu



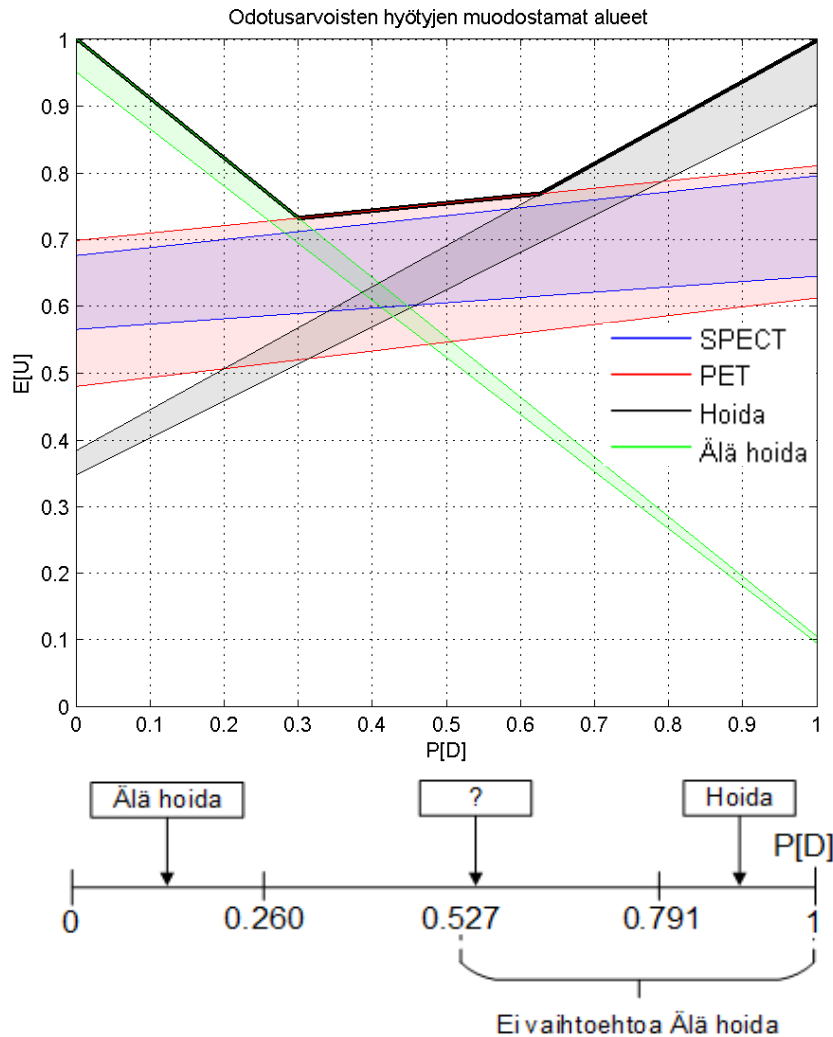
- $P(D) \in [0, 0.300)$
 - Potilaalle ei tehdä toimenpiteitä
- $P(D) \in [0.300, 0.626)$
 - Lähetä potilas PET-testiin
- $P(D) \in [0.626, 1]$
 - Aloita potilaan hoito

Tulokset - pessimistinen tarkastelu



- $P(D) \in [0, 0.412)$
 - Potilaalle ei tehdä toimenpiteitä
- $P(D) \in [0.412, 0.456)$
 - Lähetä potilas SPECT-testiin
- $P(D) \in [0.456, 1]$
 - Aloita potilaan hoito

Tulokset - kokonaisvaltainen tarkastelu



- $P(D) \in [0, 0.260)$
 - Potilaalle ei tehdä toimenpiteitä
- $P(D) \in [0.260, 0.791)$
 - EI YKSIKÄSITTEISTÄ TESTAUSSTRATEGIAA
 - Välillä $P(D) \in [0.527, 1]$ ei kuitenkaan kannata valita vaihtoehtoa *Älä hoida*
- $P(D) \in [0.791, 1]$
 - Aloita potilaan hoito

Yhteenveto

- Kaikkia muita vaihtoehtoja dominoivaa testausstrategiaa ei aina löydy
- Tarkastelunäkökulma vaikuttaa strategian valintaan
- Testin tarkkuudella ja erottelukyvyllä vaikutusta
 - Mitä parempi testi, sitä useammin potilas kannattaa testata
- Hyötyjen estimoinnin haasteellisuus

Mahdolliset jatkotarkastelut

- Parametrien jakaumat
 - Odotusarvoisten hyötyjen jakaumat
- Populaation jakauma prioritodennäköisyyden suhteen
 - Odotusarvoiset hyödyt koko populaation näkökulmasta
- Monien testien suorittaminen samanaikaisesti tai peräkkäin, jatkuvat testitulokset
- Herkkyysanalyysi

Lähteet

- Sox, H., Higgings, M., Owens, D., 2013. Medical Decision Making.
- Deeks, J. Systematic reviews of evaluations of diagnostic and screening tests. *BMJ* 2001;323:157-62.
- Metz, E. Basic Principles of ROC Analysis. *Seminars in Nuclear Medicine* 1978;8:283.