

# Lääketieteellinen kuvantaminen

Biofysiikan kurssi  
Liikuntabiologian laitos  
Jussi Peltonen

# Muista ainakin nämä

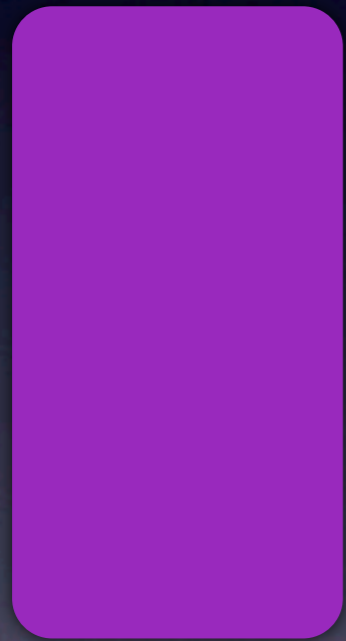
- Kuinka energia viedään kuvauskohteeseen?
- Aiheuttaako menetelmä kudostuhoa?
- Kuvataanko anatomiaa vai fysiologiaa?

# Kuvaamisen periaate

- Annostellaan energia kohteeseen
- Kerätään annosteltu energia
- Muodostetaan kuva  
kuvanmuodostusyksikössä

# Absorptio

Vastaanotin



Kohde



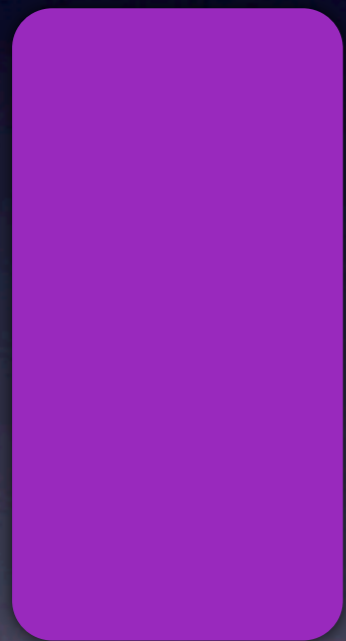
Lähetin



# Emissio

Vastaanotin

Kohde



Annostus

# Heijastus

Kohde

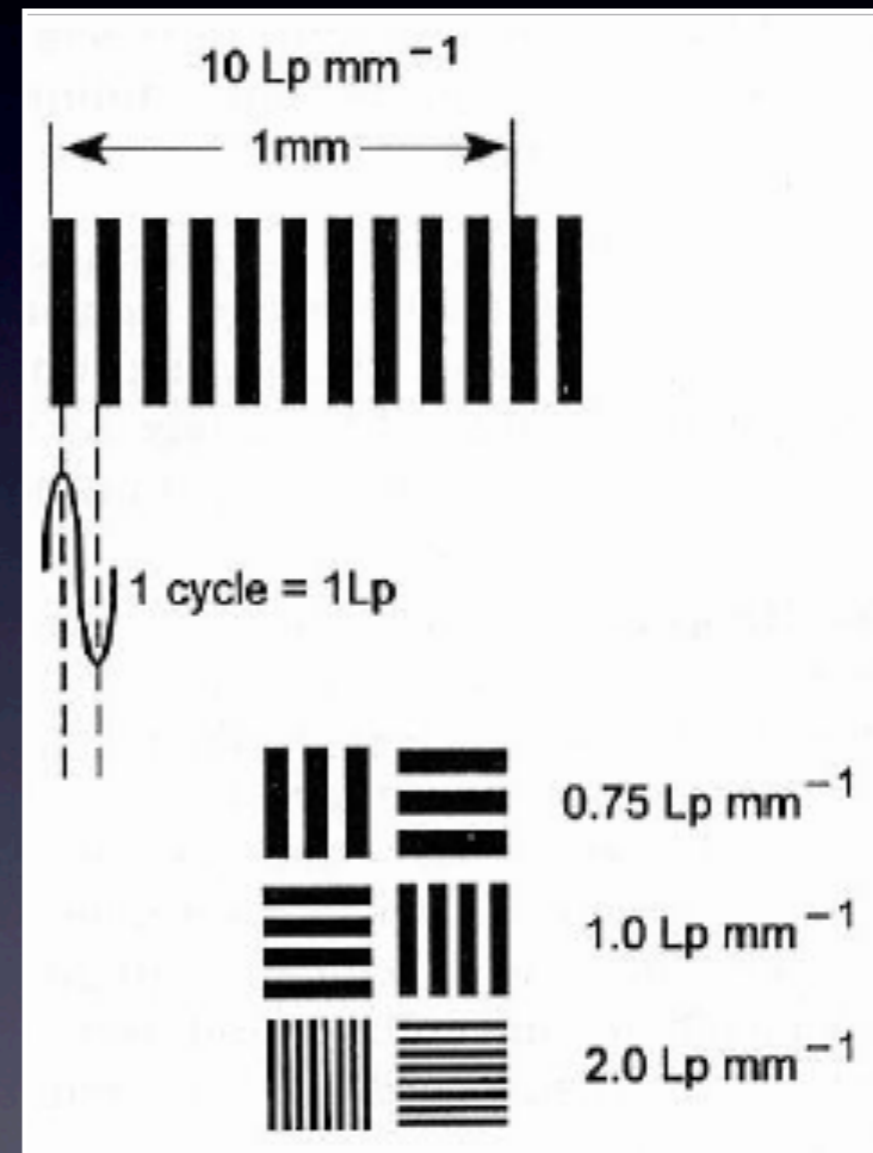
Lähetin/  
vastaanotin



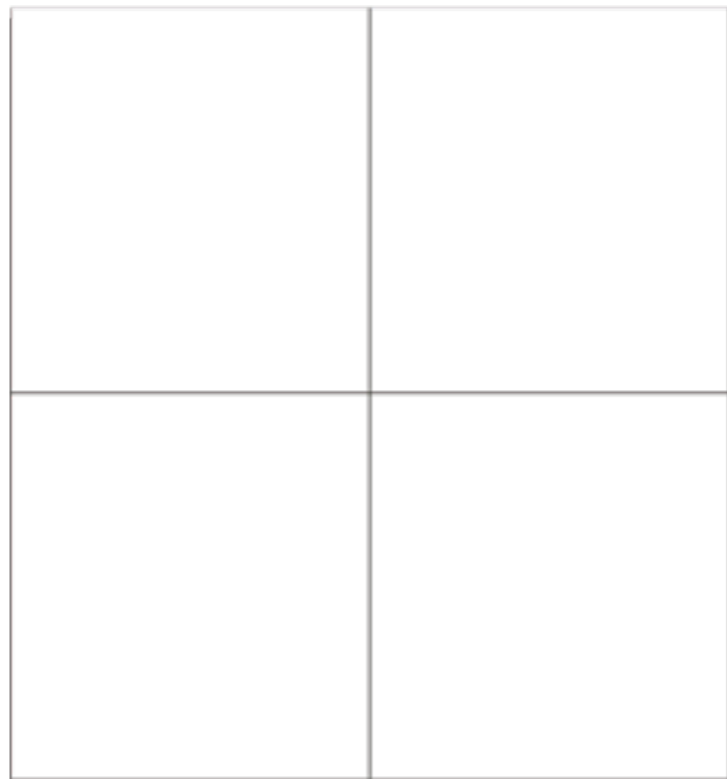
# Kuvauksen peruskäsitteitä

# Peruskäsitteitä

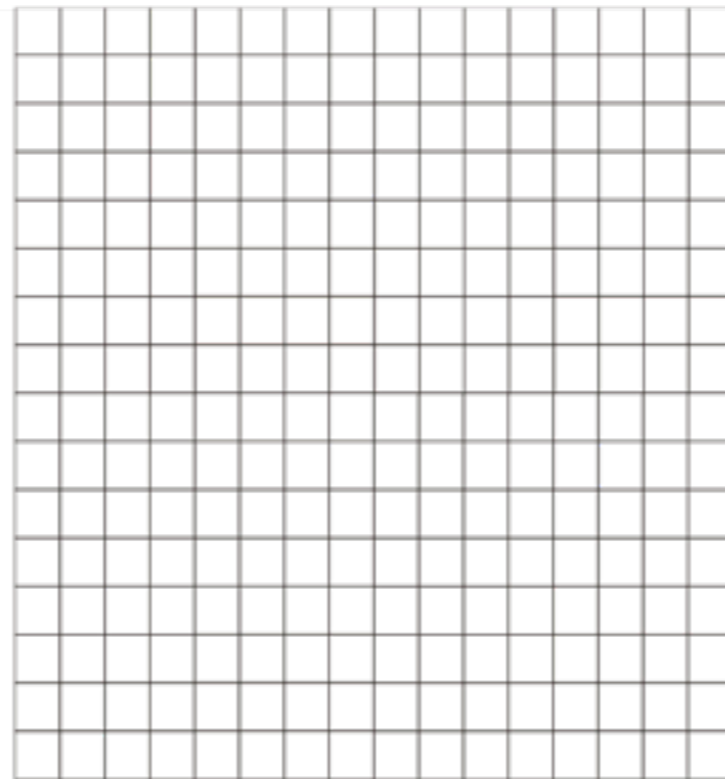
- Resoluutio eri erotuskyky
- Mitta = viivaparia / mm
- Vaihtelee välillä 0.5-5.0 vp / mm



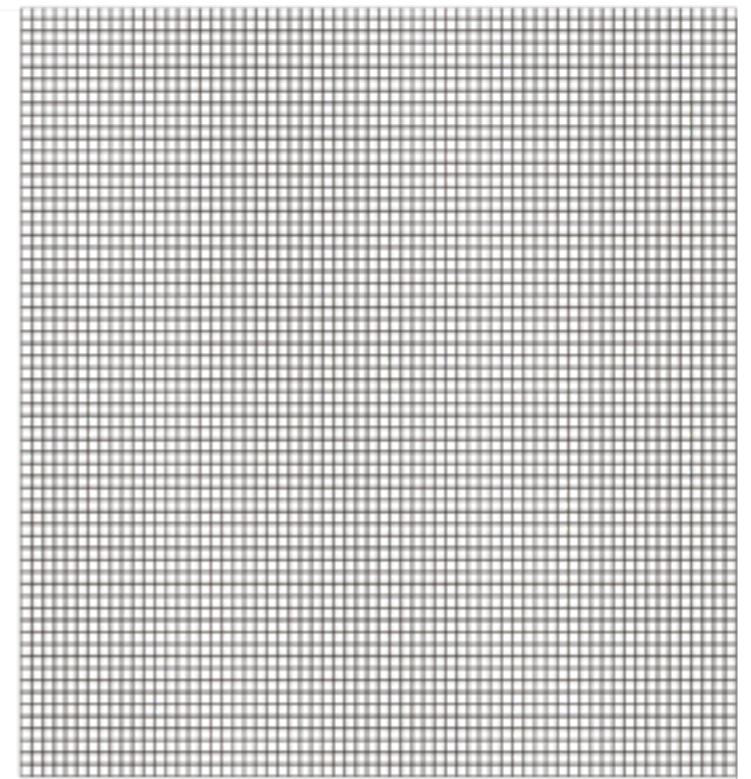




2x2 matriisi

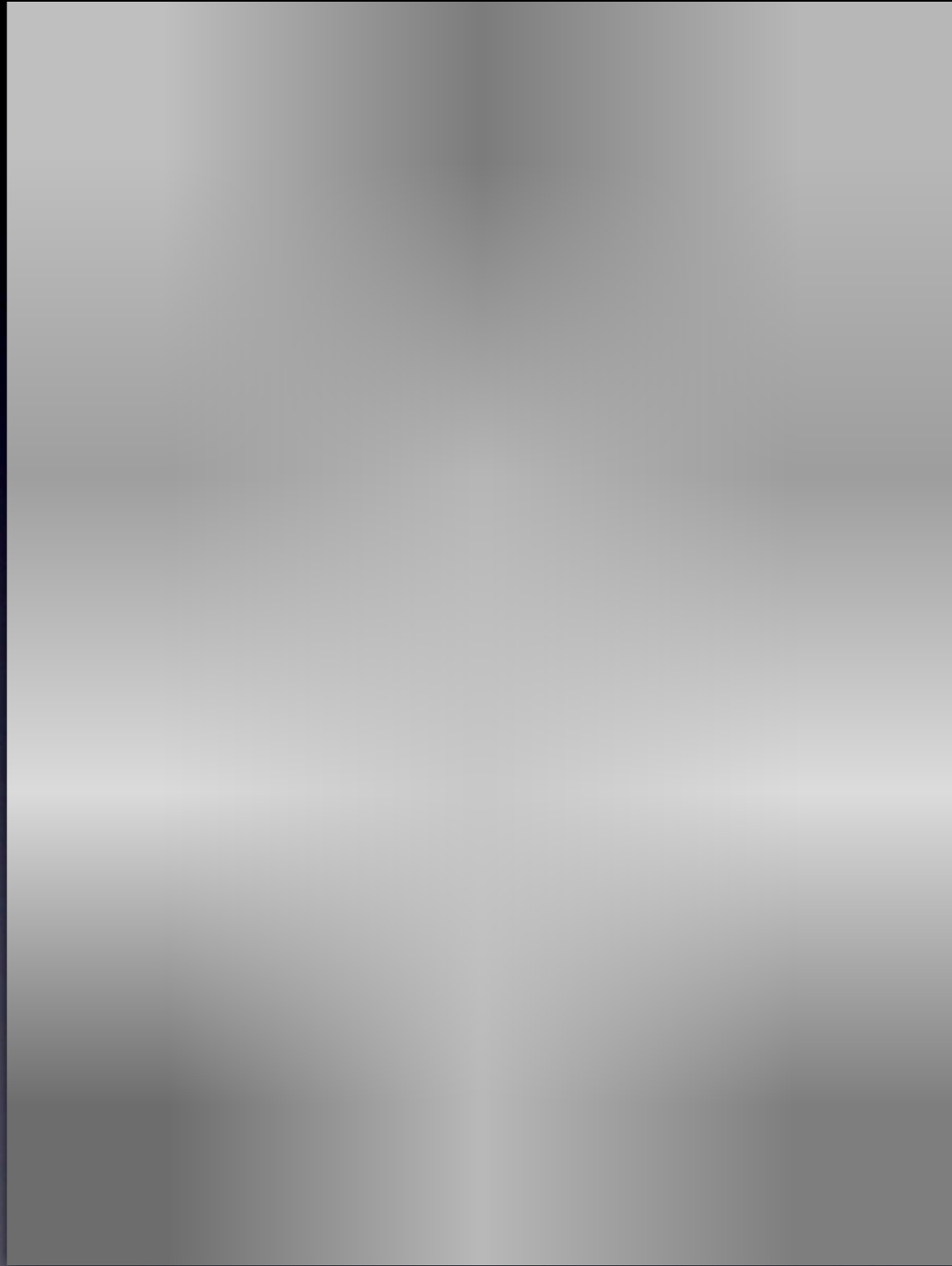


16x16 matriisi

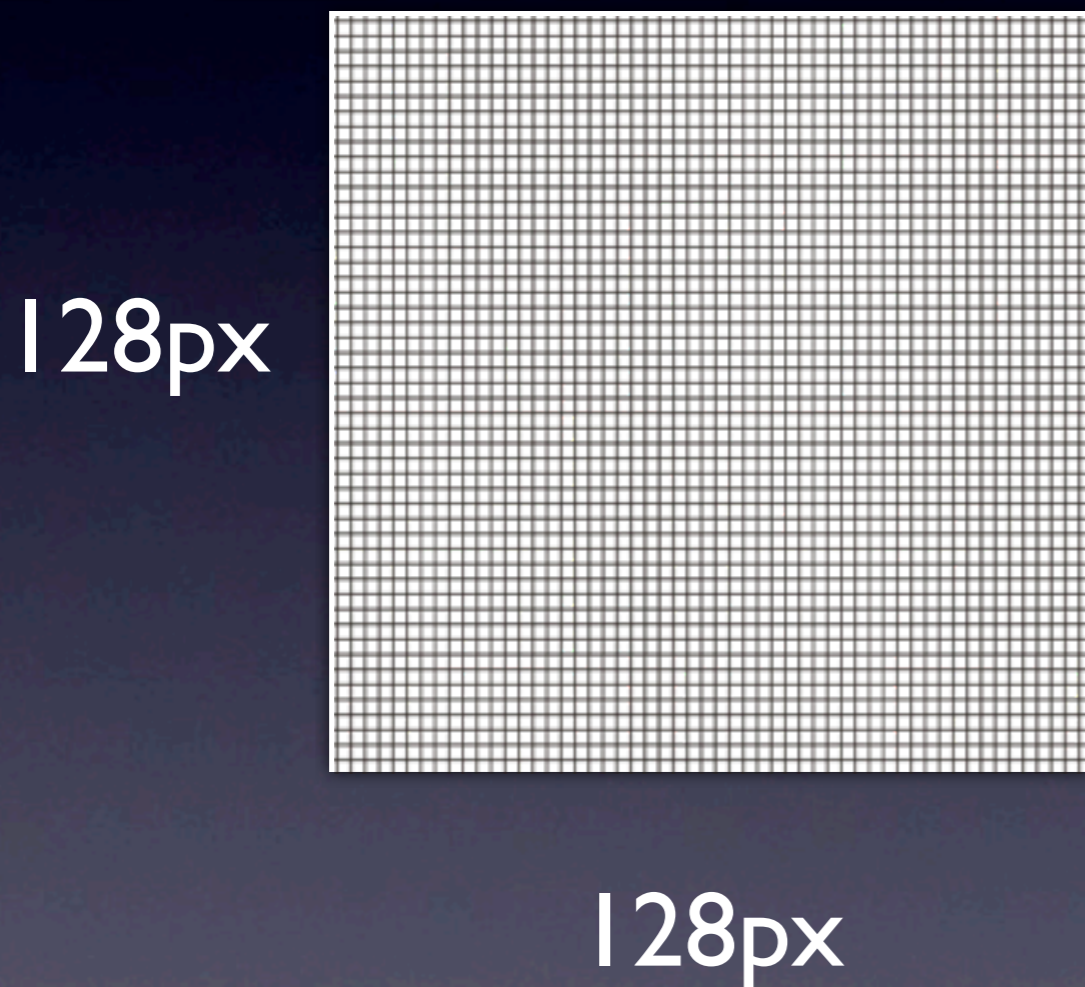


64x64 matriisi

# Kuvamatriisin koko



# Peruskäsitteitä



- Kuva-alkio eli pikseli
- Pinta-ala =  $128 \times 128 = 0.016 \text{MPx}$
- Vertaa esim. digikameran 24MPx

# Peruskäsitteitä

- Kuvan syvyys ilmoitetaan bitteinä
- Mustavalkokuvassa on  $2^1 = 2$  sävyä
- 8-bittisessä harmaasävykuvassa on  $2^8 = 256$  eri harmaasävyä
- 12-bittisessä harmaasävykuvassa on  $2^{12} = 4096$  eri harmaasävyä



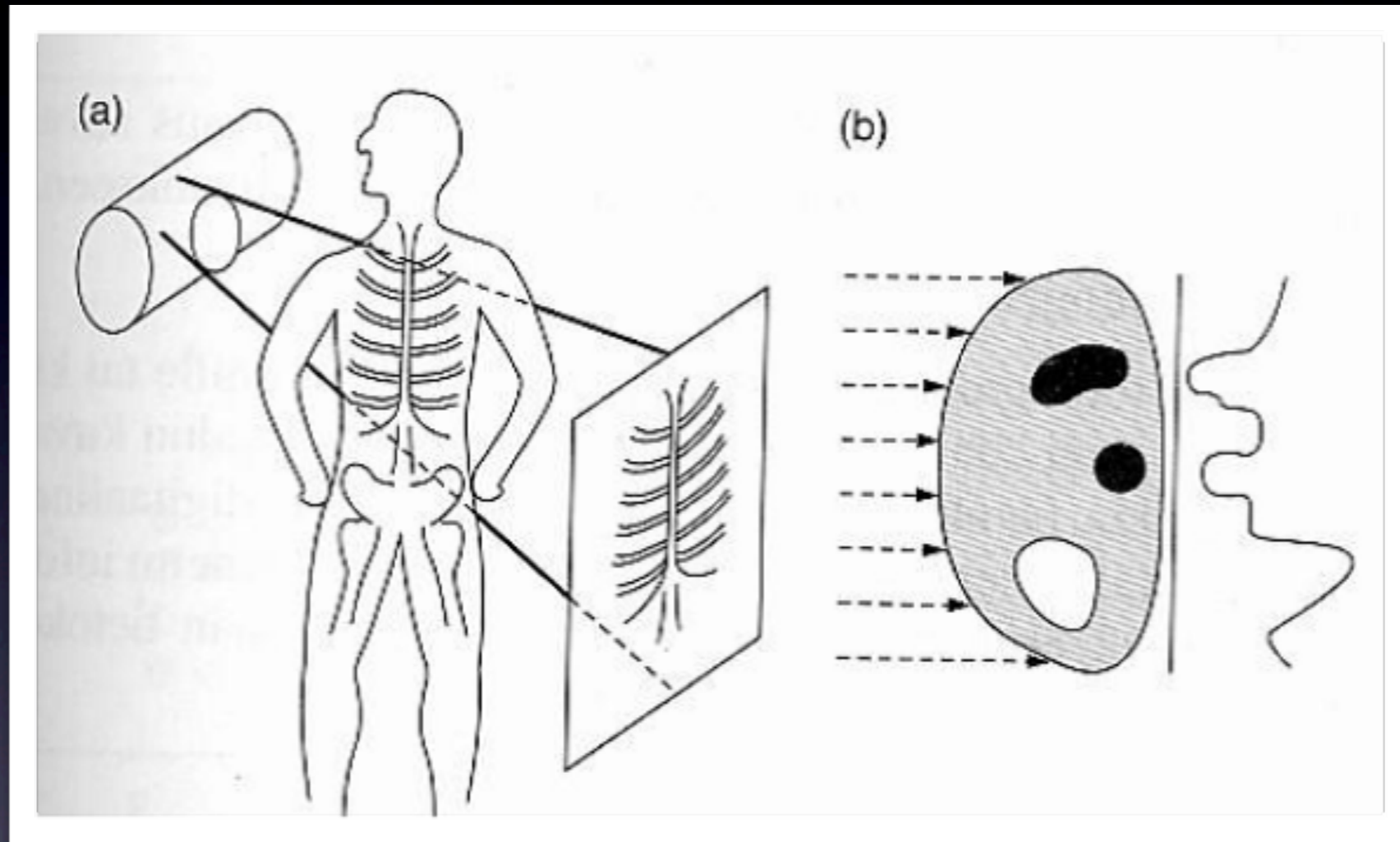
Harmaasävykuva

# Peruskäsitteitä



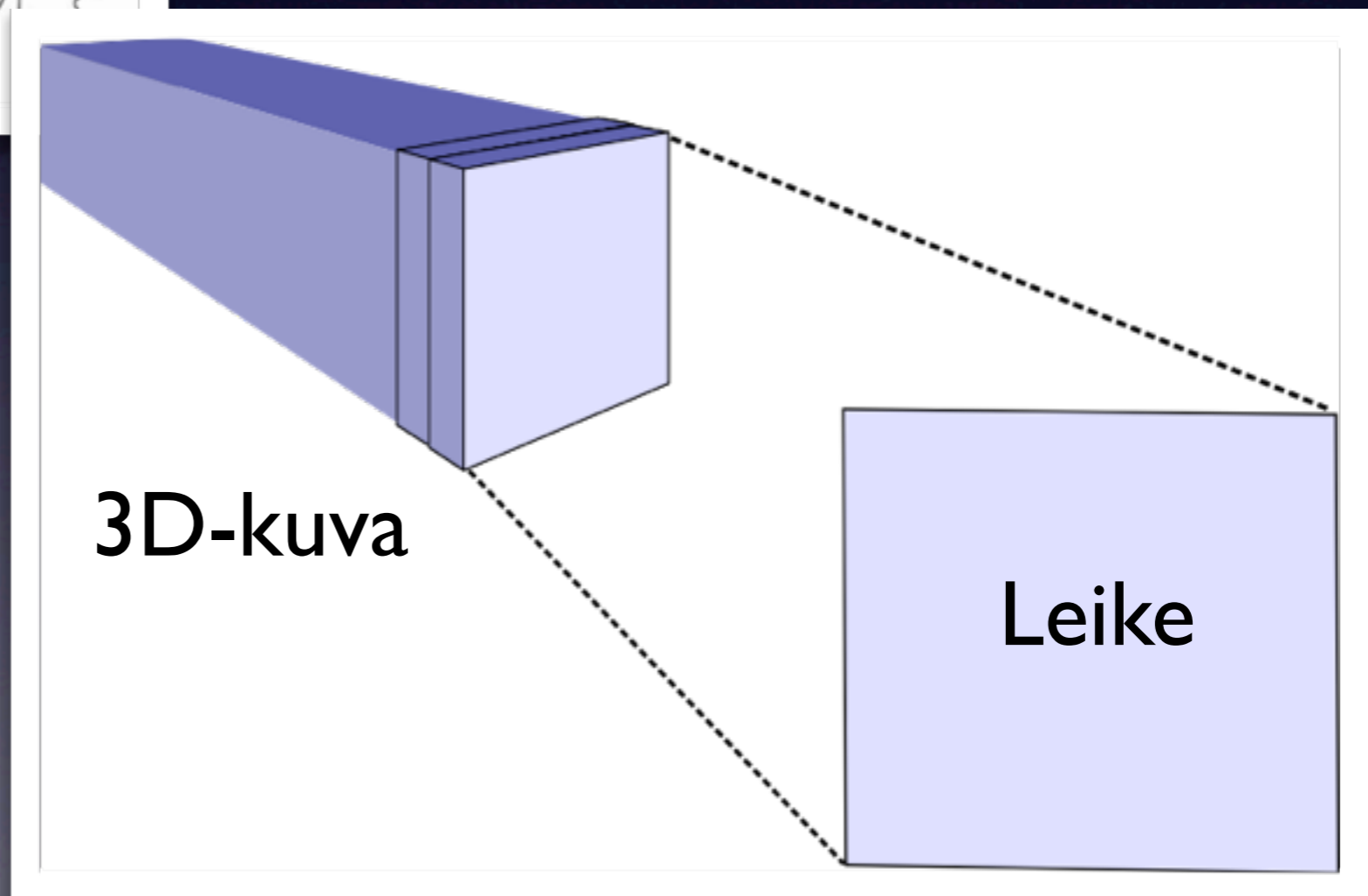
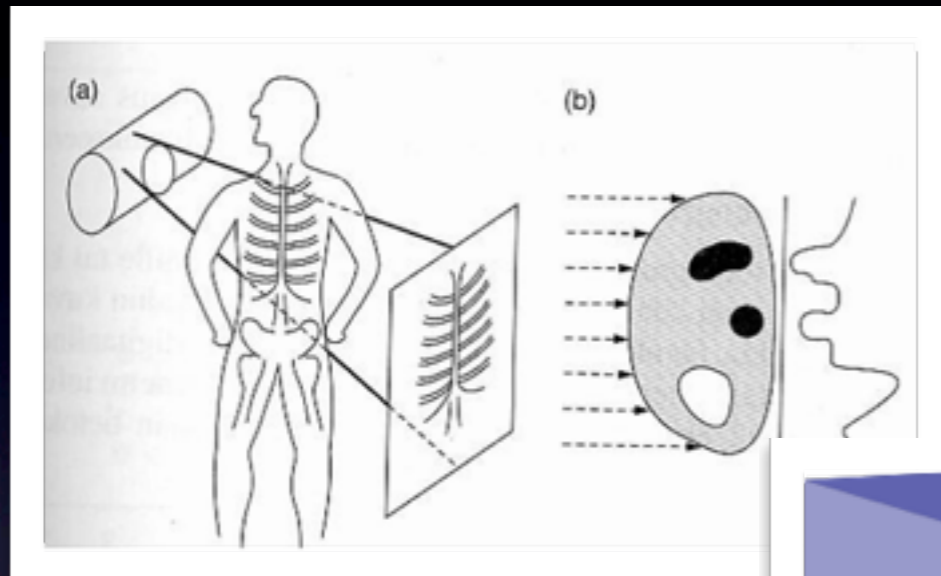
1. Röntgen-kuvaus
2. Emissiotomografia
3. Magneettiresonanssi
4. Ultraääni

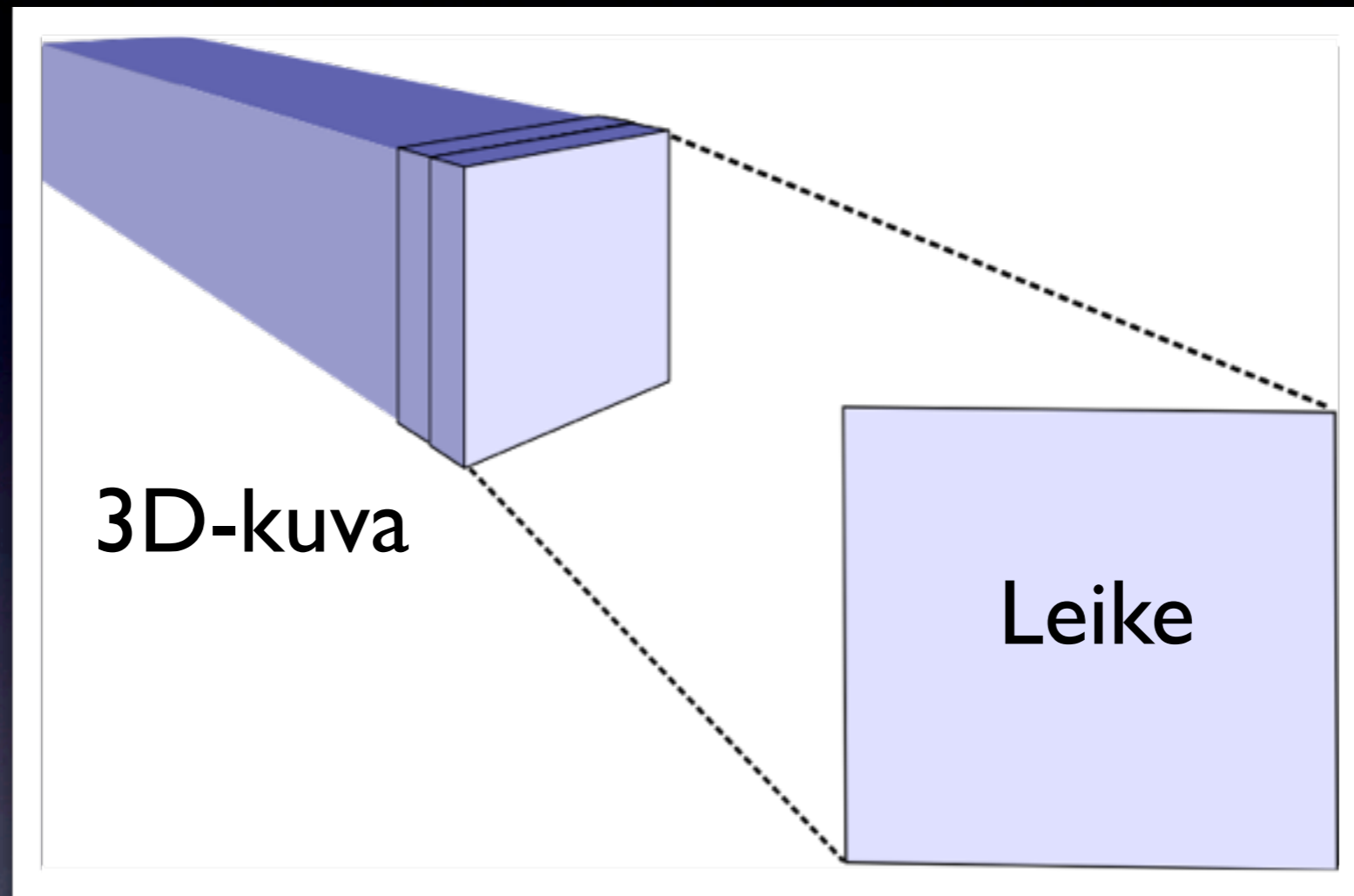
# I. Röntgen-kuvaus



Röntgen = luuntiheyskartta





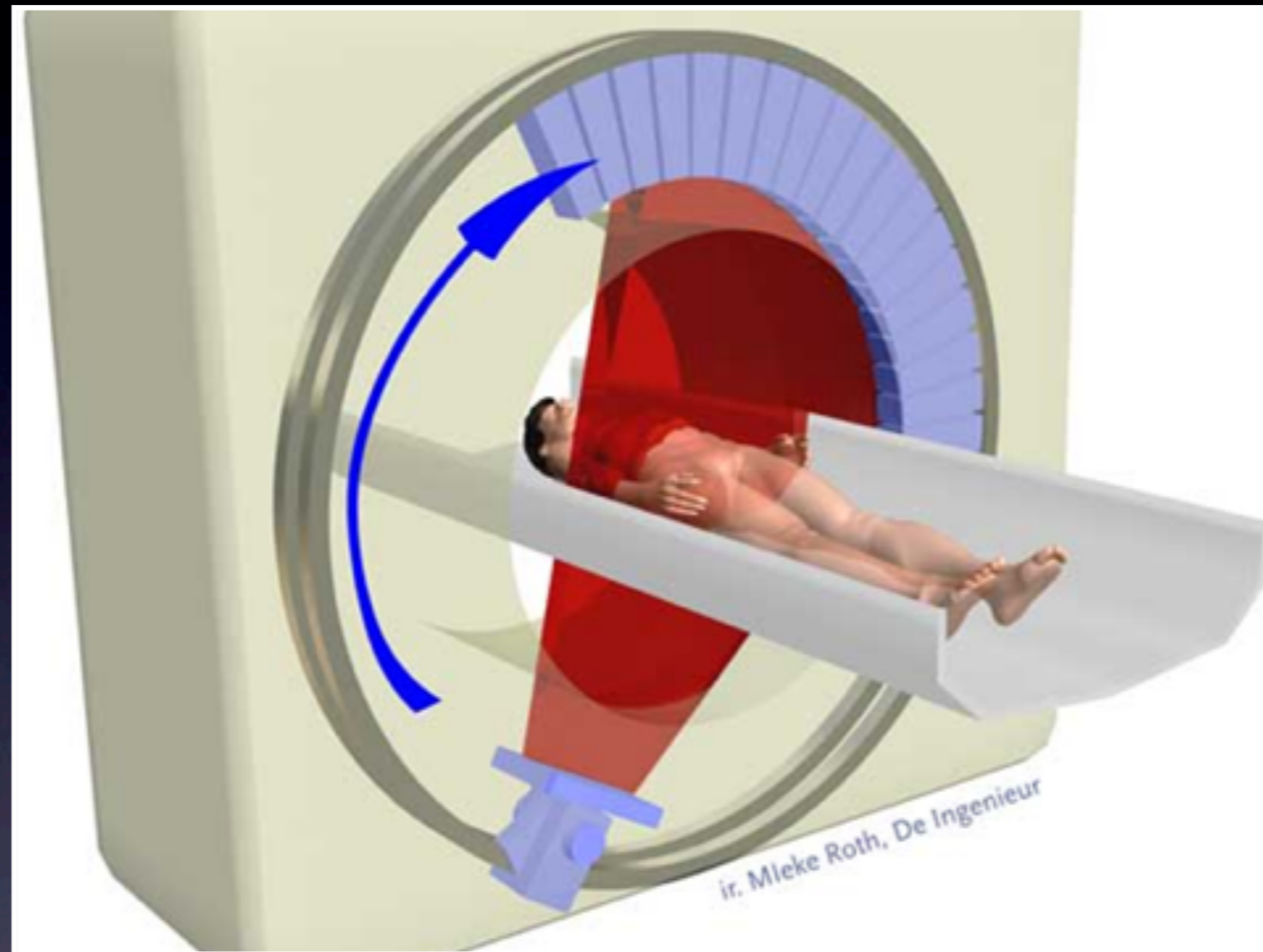


Tomografia = leikekuvaus

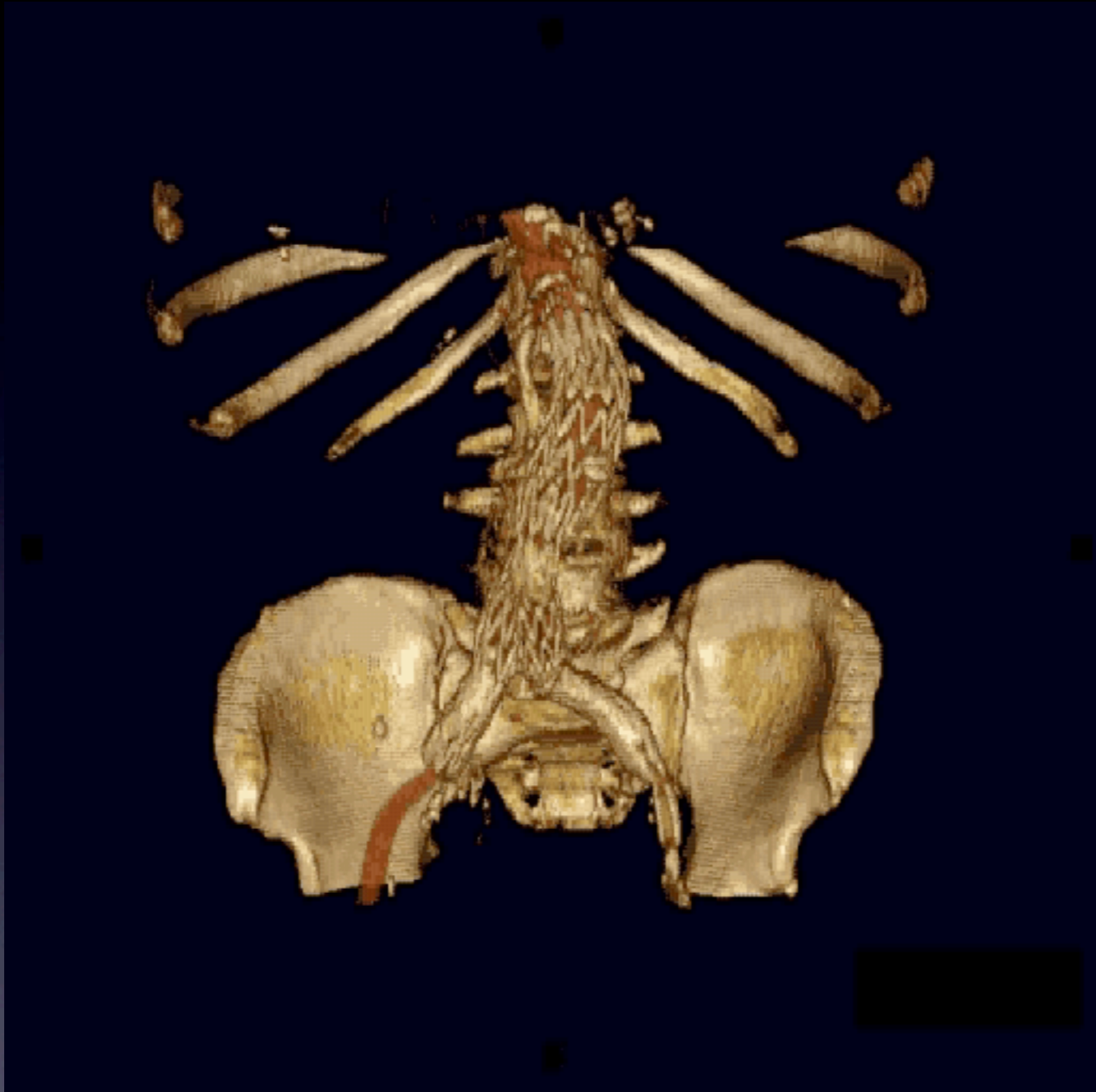
# Tietokonetomografia (TT)

= Tietokoneavustein  
leikekuvaus

Engl. Computed Tomography  
(CT)



# TT-skanneri



# TT:n edut ja haitat

- Plussat (+)

- Tarkka
- Kivuton
- Non-invasiivinen
- Nopea

- Miinukset (-)

- Ionisoivaa säteilyä
- Ei sovellu raskaana oleville
- Ei kuvaa hyvin pehmytkudosta (valitaan MRI)

# Efektiivinen annos

- Säteilyannoksen mittarina käytetään efektiivistä annosta
- Efektiivisen annoksen yksikkö = mSv (millisievert)
- Ottaa huomioon sekä säteilyn määrän että laadun

# Efektiivinen annos

Keskimääräinen taustasäteilyannos:

3-4 mSv/vuosi



# Röntgen-säteilyannoksia

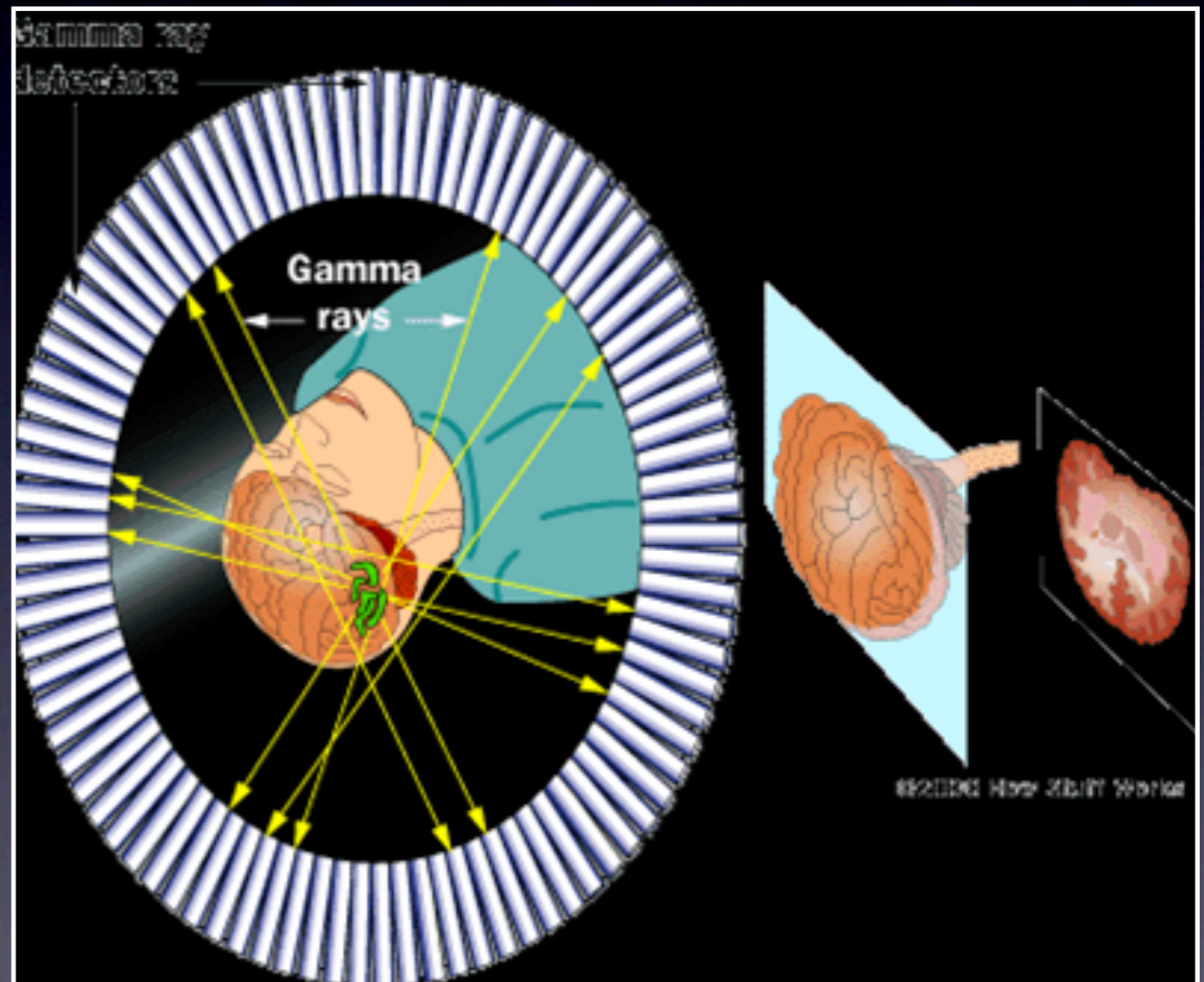
Tutkimus	Efektiivinen annos (mSv)	Taustasäteilyannos
Polven röntgen	0.01	1 päivä
Vatsan röntgen	2.2	9 kk
Vatsan TT	12	4 vuotta

1. Röntgen-kuvaus
2. Emissiotomografia
3. Magneettiresonanssi
4. Ultraääni

# 2. Emissiotomografia

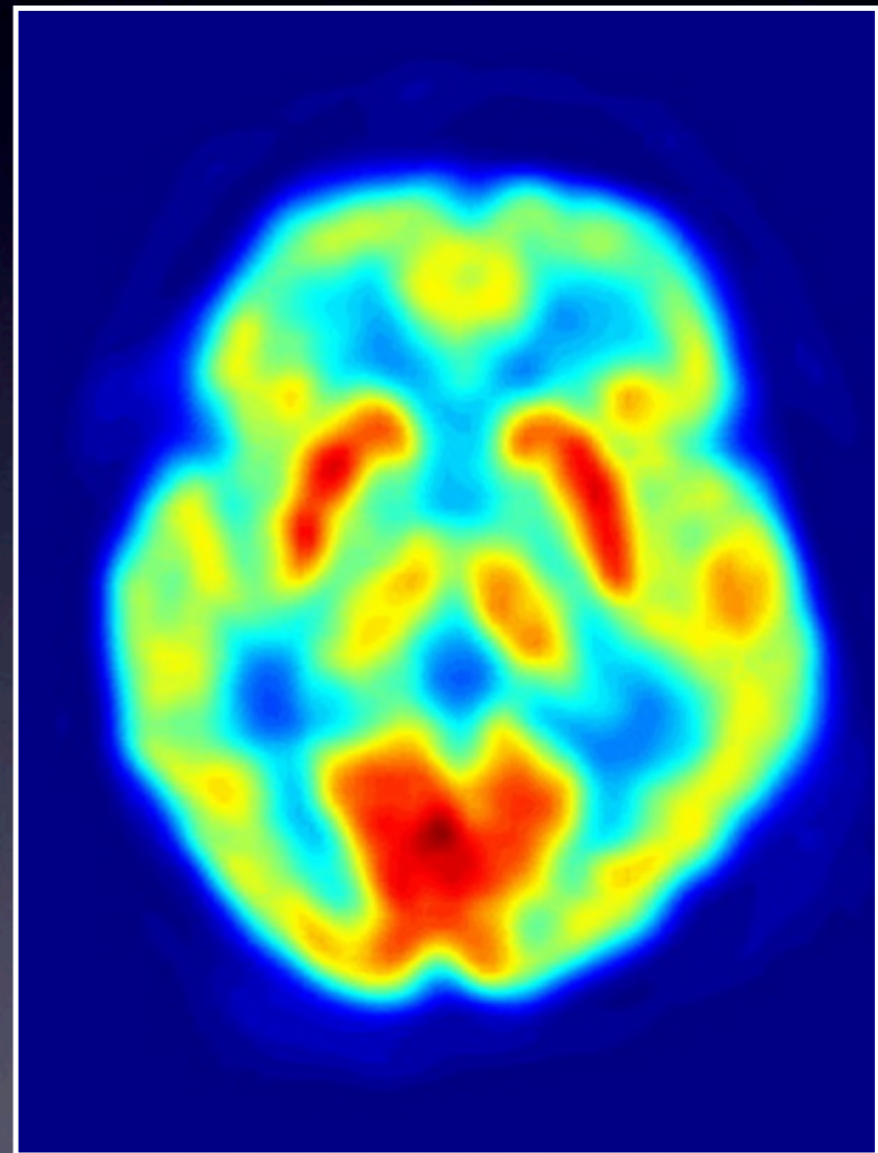
# Positroniemissiotomografia

Positroni (elektronin antihiukkanen) ja elektroni törmäävät. Tapahtumassa, jota kutsutaan annihilaatioksi, syntyy gamma-fotoni, joka havaitaan herkällä laitteistolla.



# Positroniemissiotomografia

- Käyttö:
  - Syöpätautien diagnooseissa
  - Paikallisen hapenkulutuksen mittauksessa (neurofysiologia)

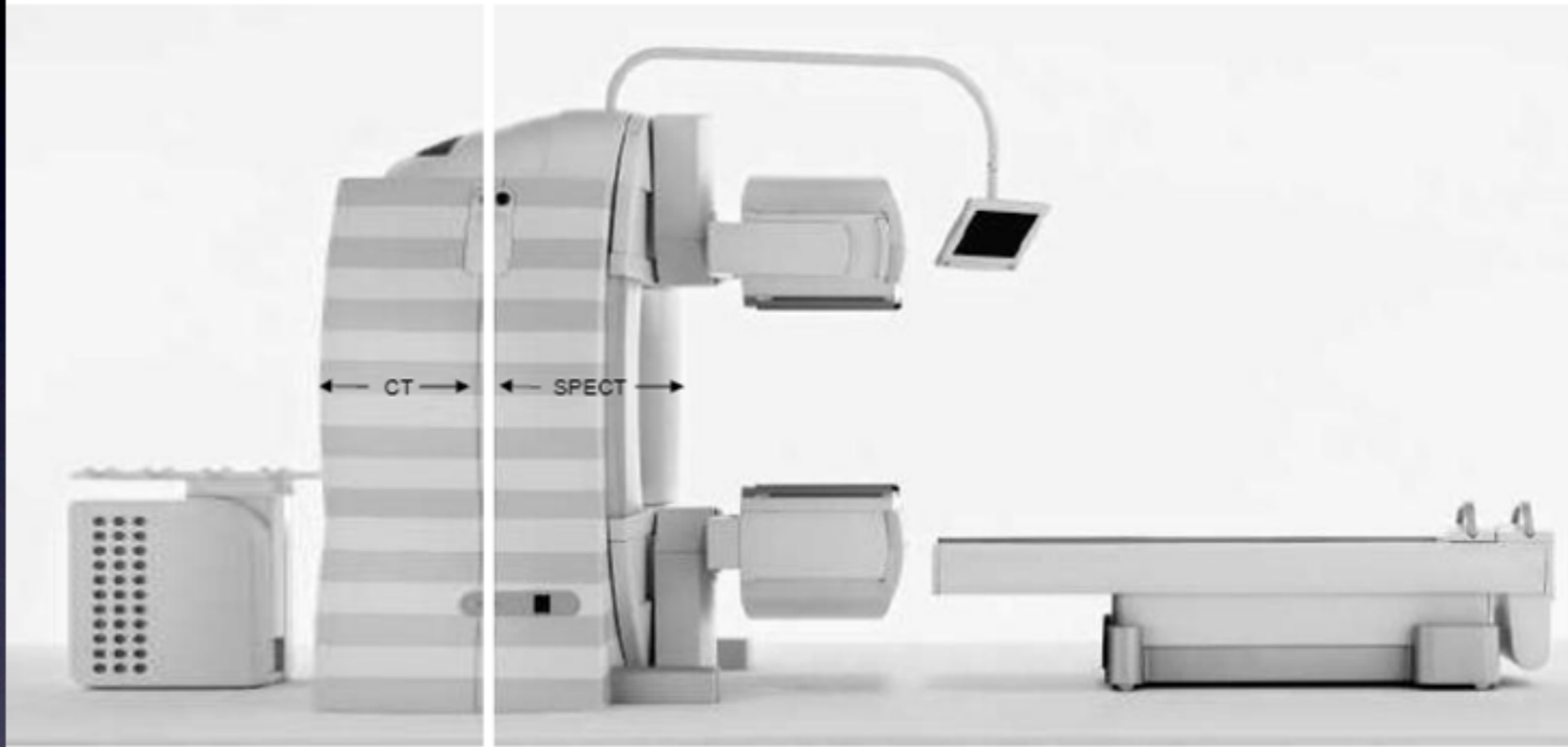


Tietokonetomografia

Positroniemissiotomografia

**TT**

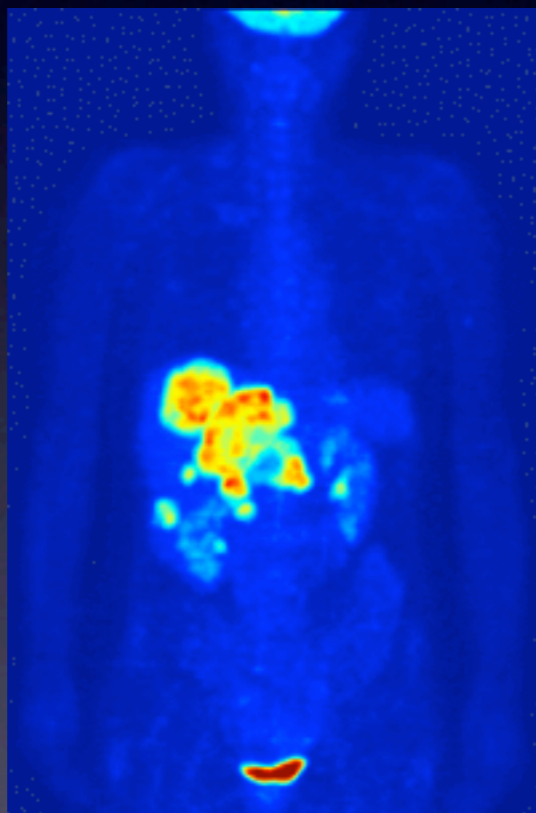
**SPECT**



Tietokonetomografia

Positroniemissiotomografia

# Anatomia (TT) + Fysiologia (PET)



Fysiologian tarkka  
anatominen paikannus

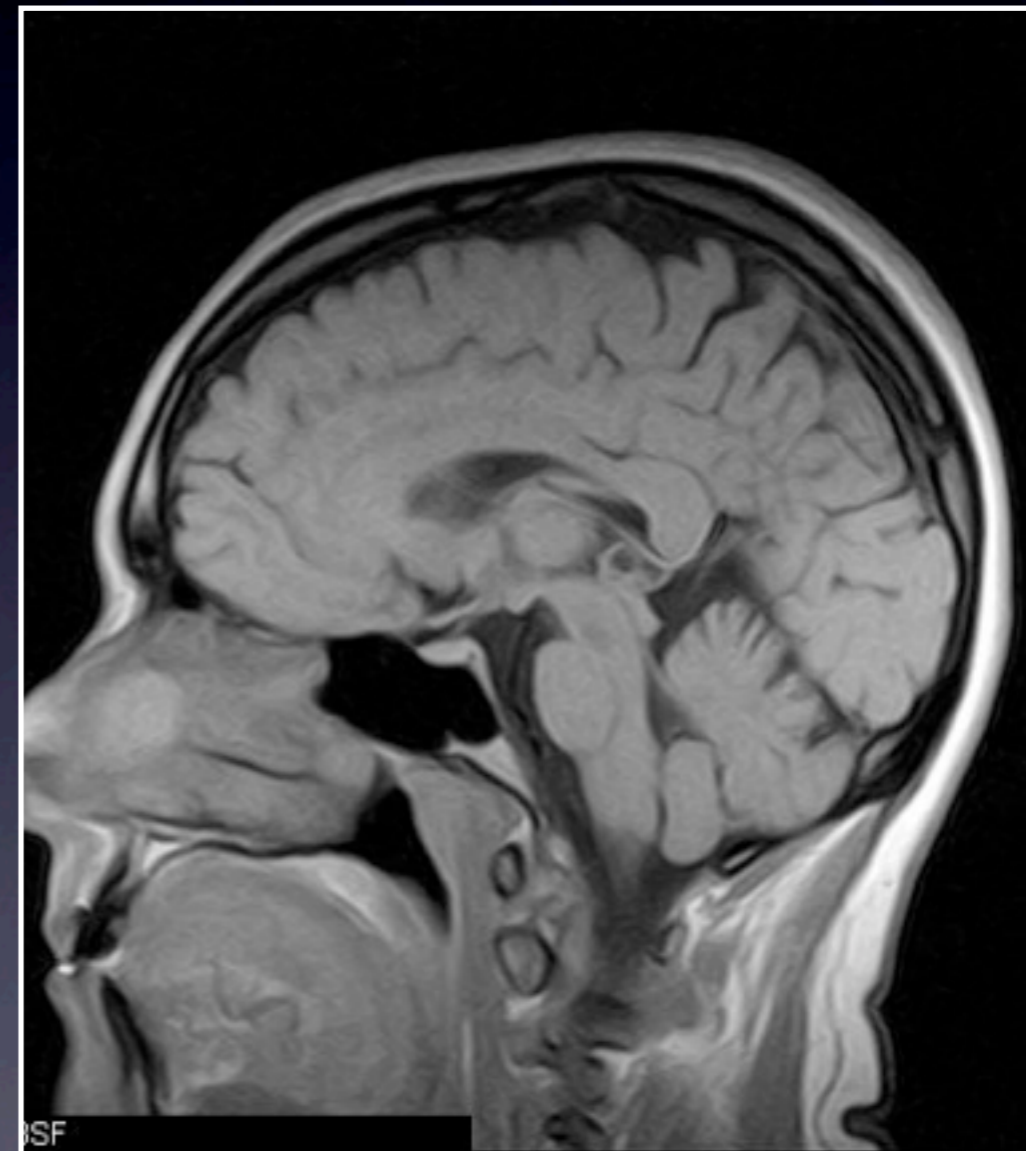


1. Röntgen-kuvaus
2. Emissiotomografia
3. Magneettiresonanssi
4. Ultraääni

# 3. Magneettiresonanssikuvaus (MRI)

# (Ydin)magneettinen resonanssi

- Perusuu fotonin ja vetyytimen väliseen vuorovaikutukseen, jolloin kuvaa hyvin mm:
  - rasvaa
  - aivoja
  - vesipitoisia kudoksia

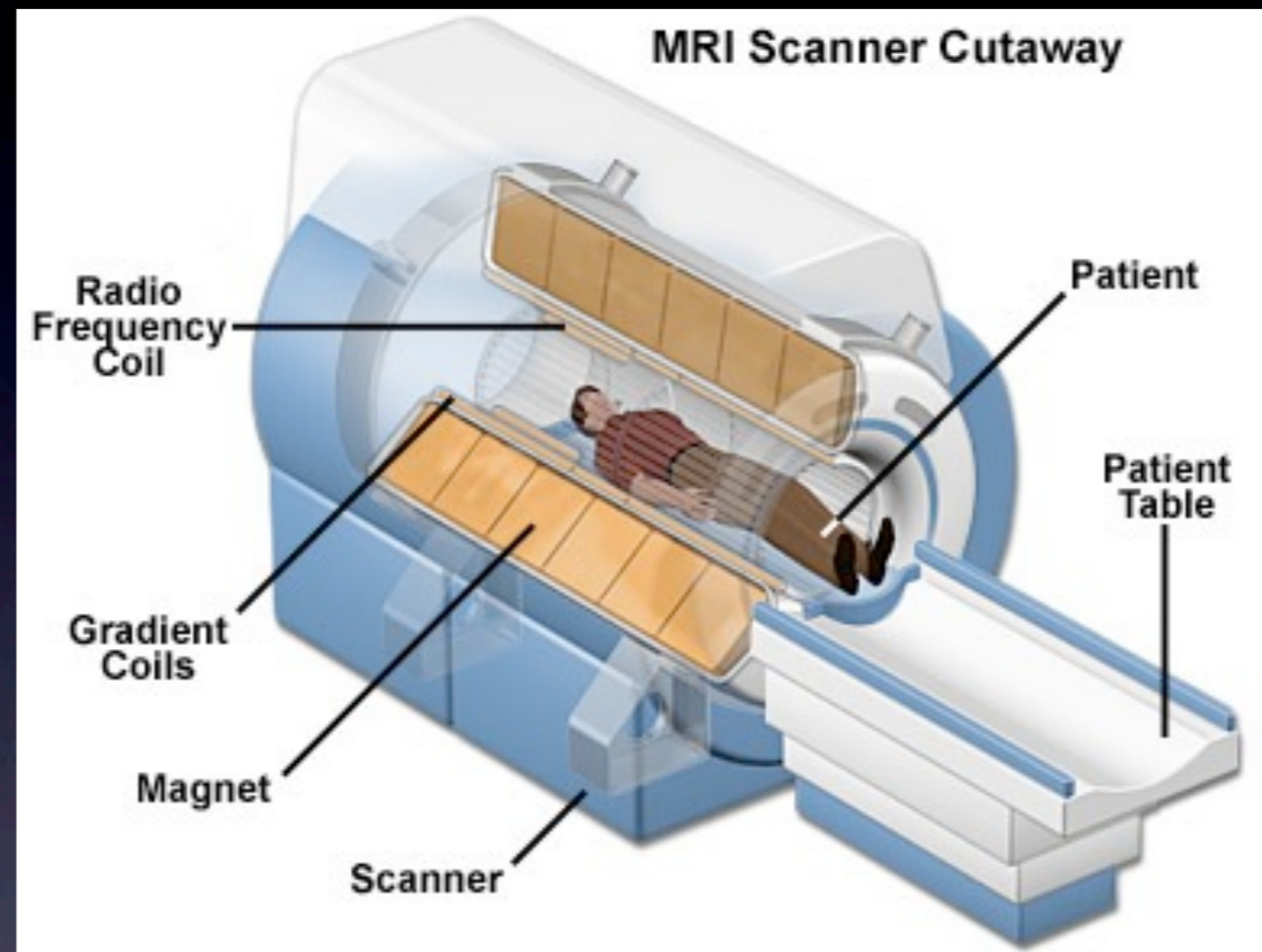


SF

32E

# MRI:n periaate

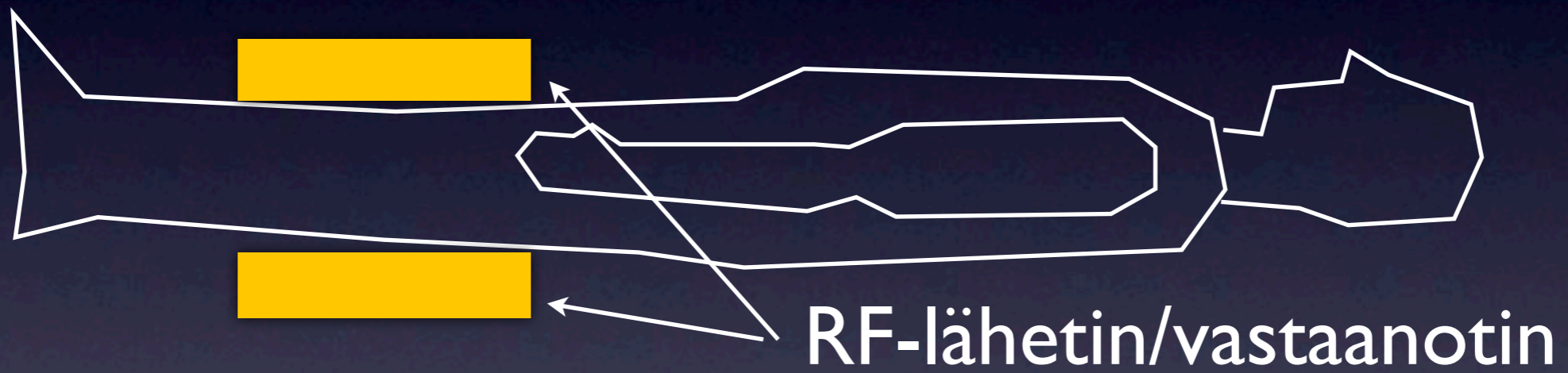
- Vety-ydin absorpoo radiotaajuuden omaavia fotoneita
- Viritystaajuus saadaan Larmorin ehdosta:  
$$f = \gamma B$$
- MRI-signaali saadaan kun ydin purkaa viritystilansa emittoimalla fotonin.



# MRI laitteisto

Kestomagneetti

Gradienttikelat



Staattisen kentän lähde

Muuttuvan kentän lähde

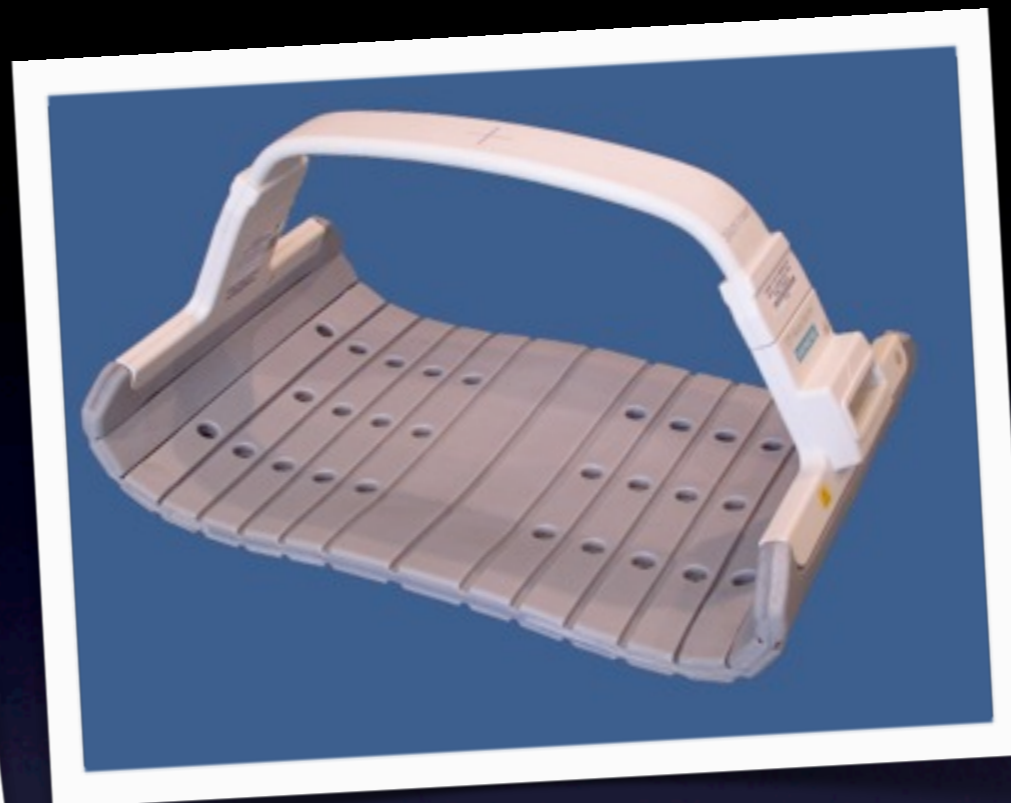
Magneettikentän voimakkuus





Staattinen kenttä on aina päällä



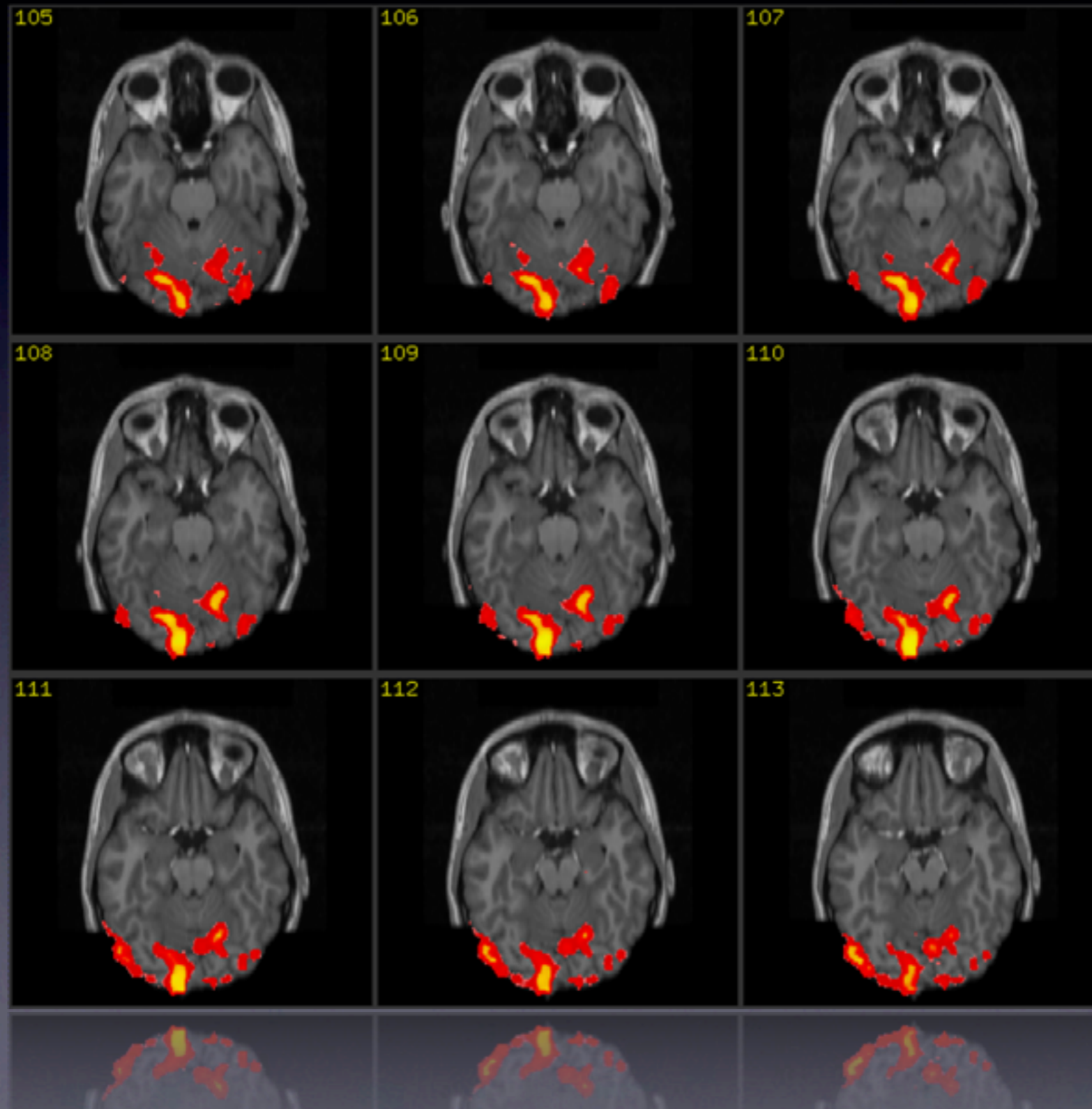


# MRI-radiokeloja

# TT vs MRI

	TT	MRI
Geometrinen tarkkuus	Erinomainen	Vaihteleva
Resoluutio	Hyvä	Tyydyttävä
Kuvauksen kesto	Lyhyt	Pitkä
Voidaan kuvata fysiologiaa	Ei	Kyllä
Tekniikkariippuvuus	Vähäinen	Merkitsevä
Kuvaussuunnat	Aksiaaliset	Vapaasti valittava
Säderasitus	Kyllä	Ei

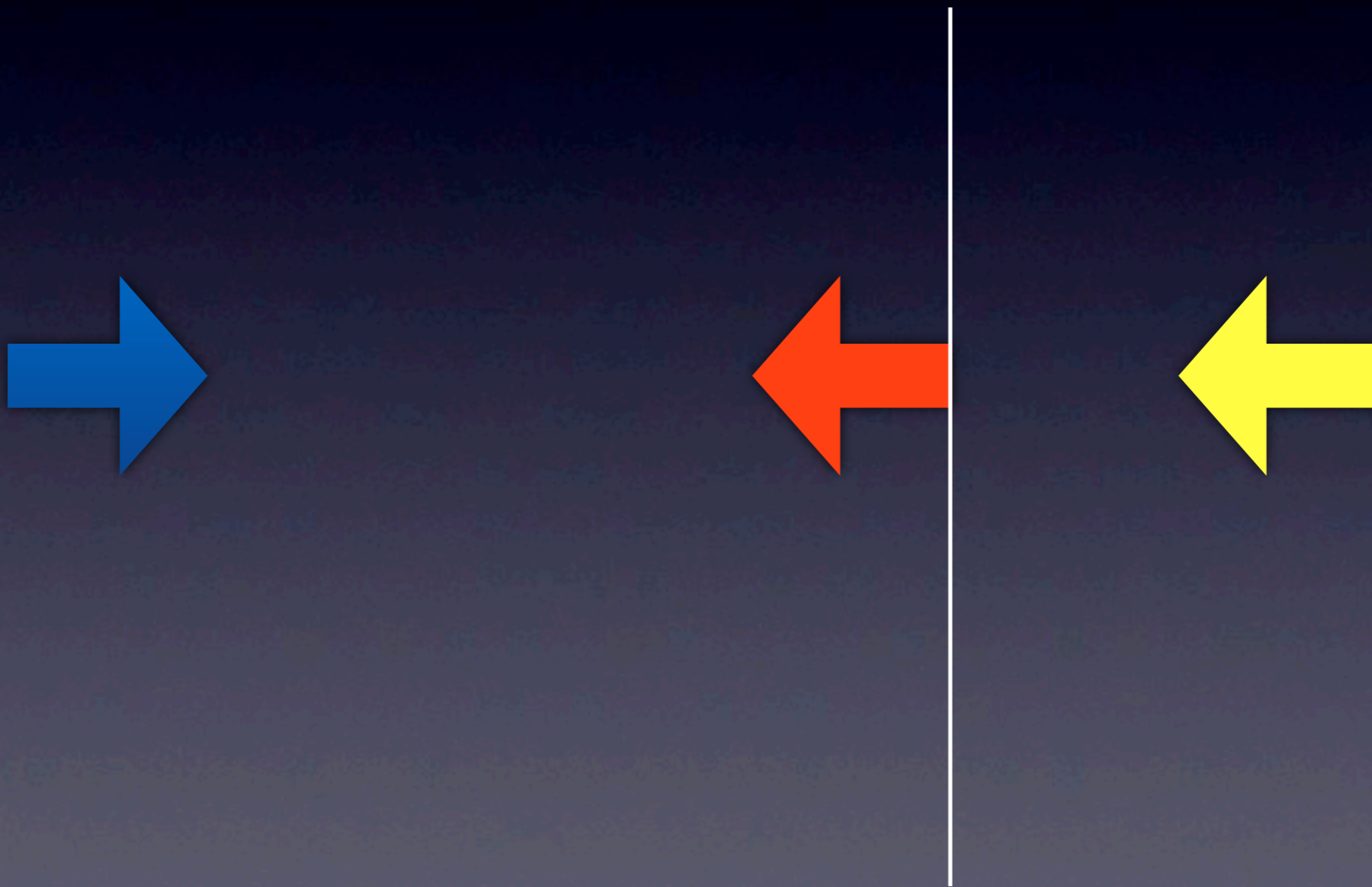
# Funktionaalinen MRI



1. Röntgen-kuvaus
2. Emissiotomografia
3. Magneettiresonanssi
4. Ultraääni

# 4. Ultraääni

# Ultraäänen toimintaperiaate



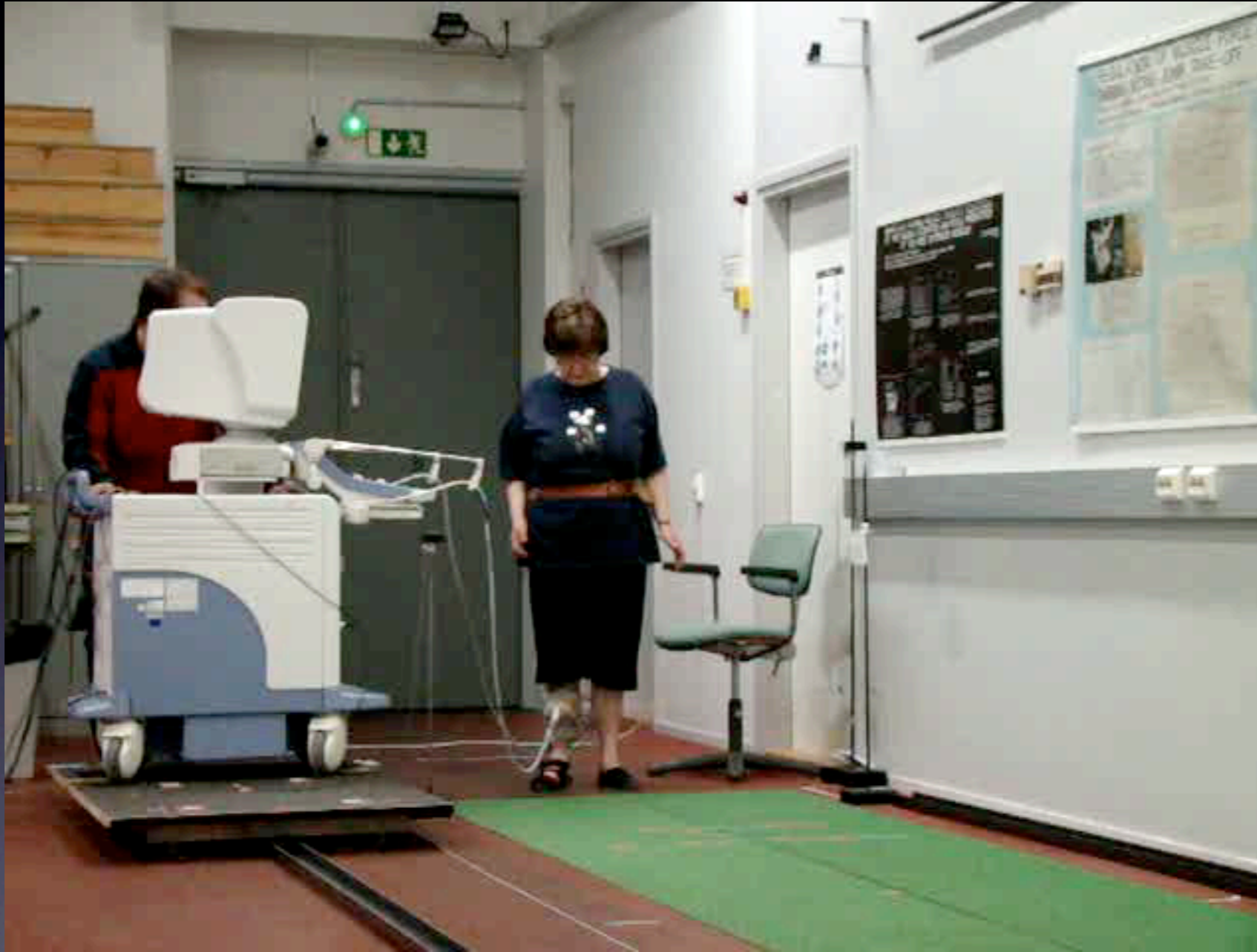


Kuvausyksikkö



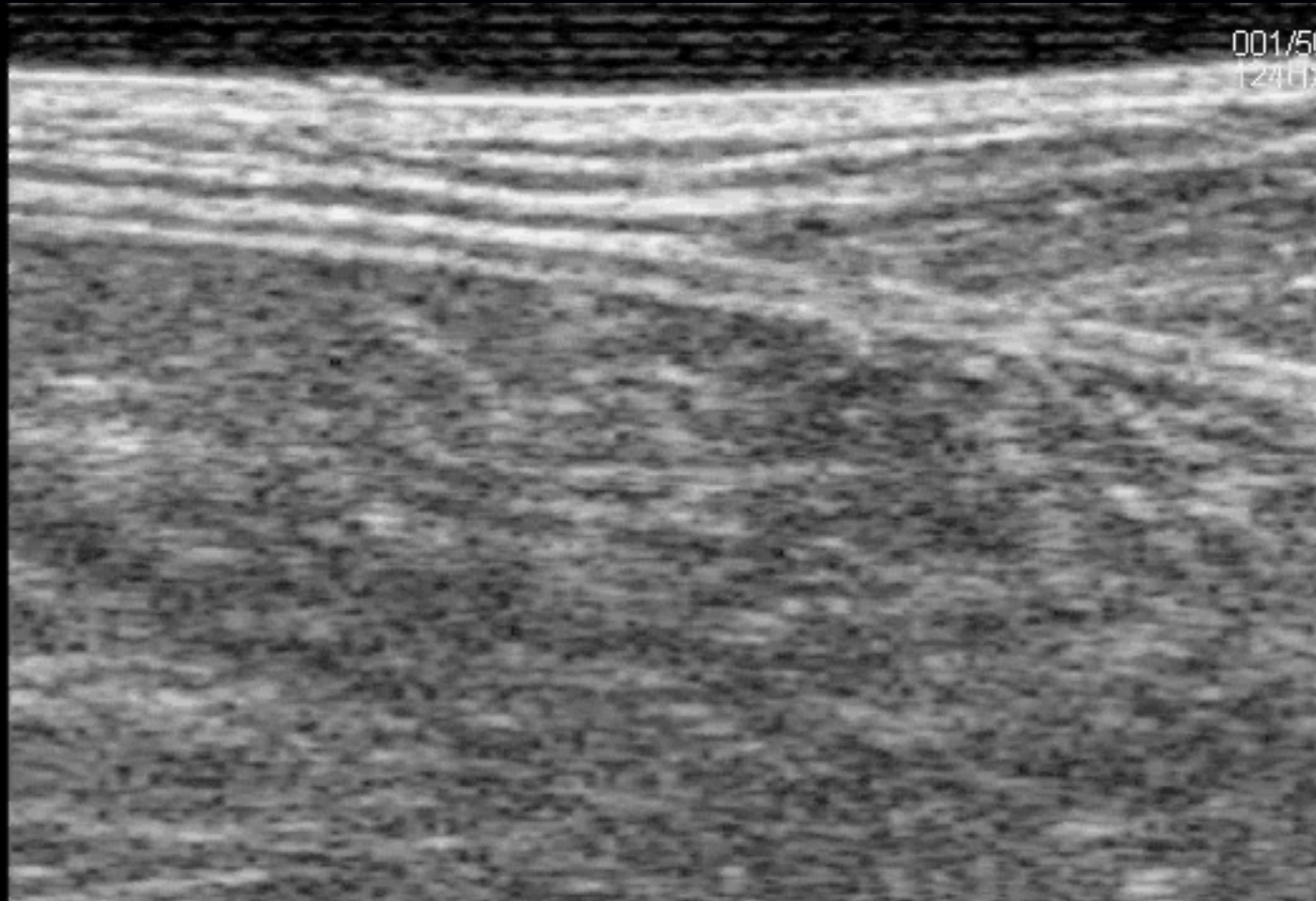
Äänipää valitaan kuvauskohteen mukaan

# UÄ biomekaanisessa tutkimuksessa





# UÄ biomekaanisessa tutkimuksessa



# Miksi UÄ?

- Vaaraton
- Hyvä paikkaresoluutio ( $< 1\text{ mm}$ )
- Erinomainen aikaresoluutio (125 kuvaa/s)
- Kuvaus voidaan viedä kohteen luo
- Sovellettavissa liikkeeseen
- Halpa
- Nopea

# UÄ:n tulevaisuus?



Langaton ultraääni?

Ionisoiva vaikutus

TT

PET

MRI

UÄ

Fysiologian kuvaus

TT

PET

MRI

UÄ

Kuva ei muodostu fotoneista

TT

PET

MRI

UÄ

Kuvattava säteilee

TT

PET

MRI

UÄ

Kiitos  
mielenkiinnostanne!