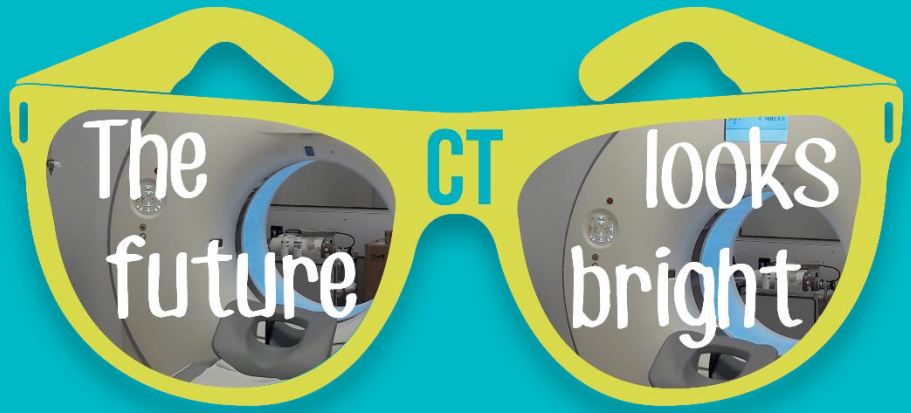


CT: dikwijls afgeschreven maar steeds teruggekeerd

Martijn Grieten

Medische Beeldvorming ZOL

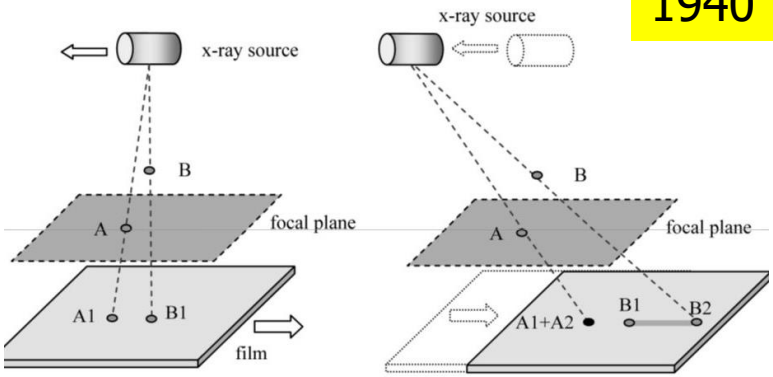
De “comeback techniek” van de medische beeldvorming

- **Perceptie** van CT anno 2017:
  - Oude techniek
  - Niet de beste techniek
  - Stralingskanon
  - Minderwaardige vervanger van MRI
- Al 25 jaar competitie tussen CT en MRI
  - Voorspeld dat de techniek obsoleet zou worden
  - Telkens comeback door technische innovaties
- In realiteit blijft CT een onmisbare techniek naast MRI

Wat is CT?

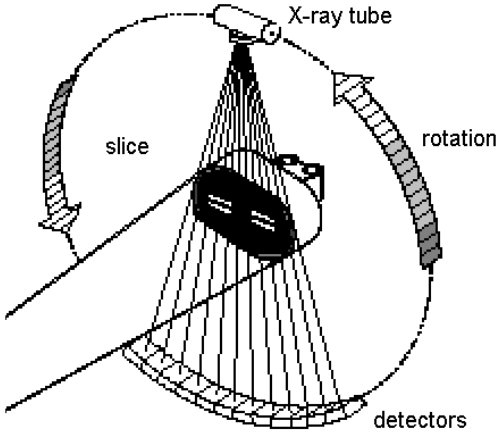
Computed **T**omography

1940



Klassieke **transversale** tomografie

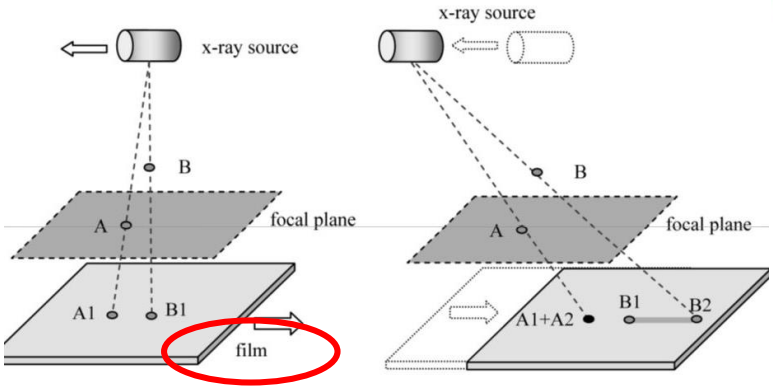
1970



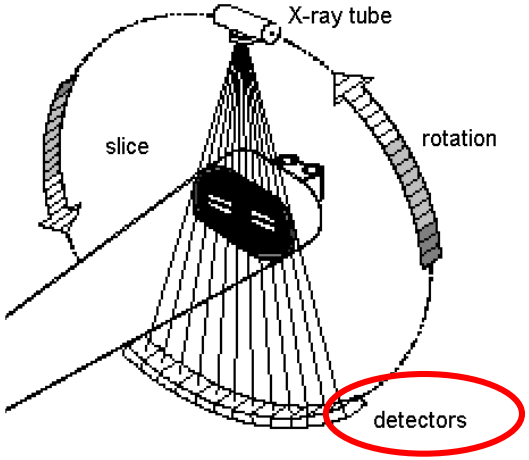
Computerised **Axial** tomography: CAT-scan

Wat is CT?

Computed **T**omography



Klassieke **transversale** tomografie

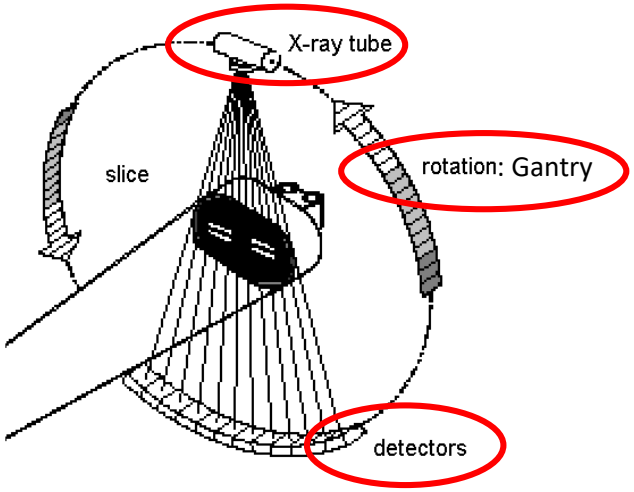


Computerised **Axial** tomography: CAT-scan

Wat is CT?

Computed **T**omography

HARDWARE componenten



Computerised **Axial** tomography: CAT-scan

Wat is CT?

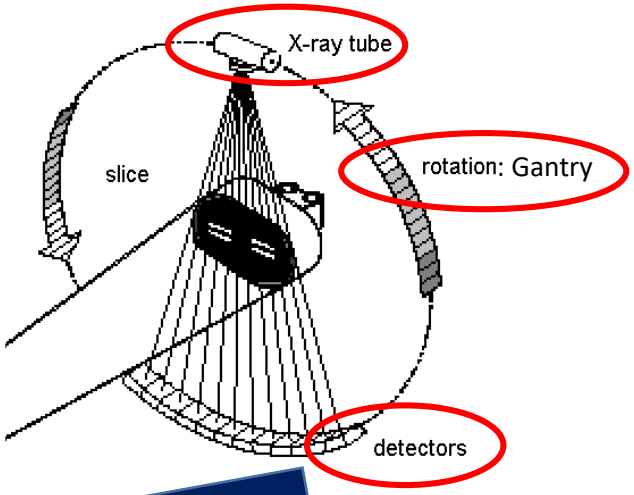
Computed

Tomography

COMPUTER → De wet van MOORE

Digitaal signaal

HARDWARE componenten

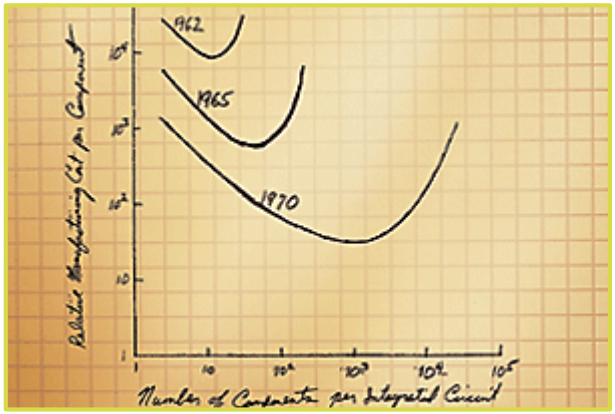


Computerised **Axial** tomography: CAT-scan

De wet van Moore

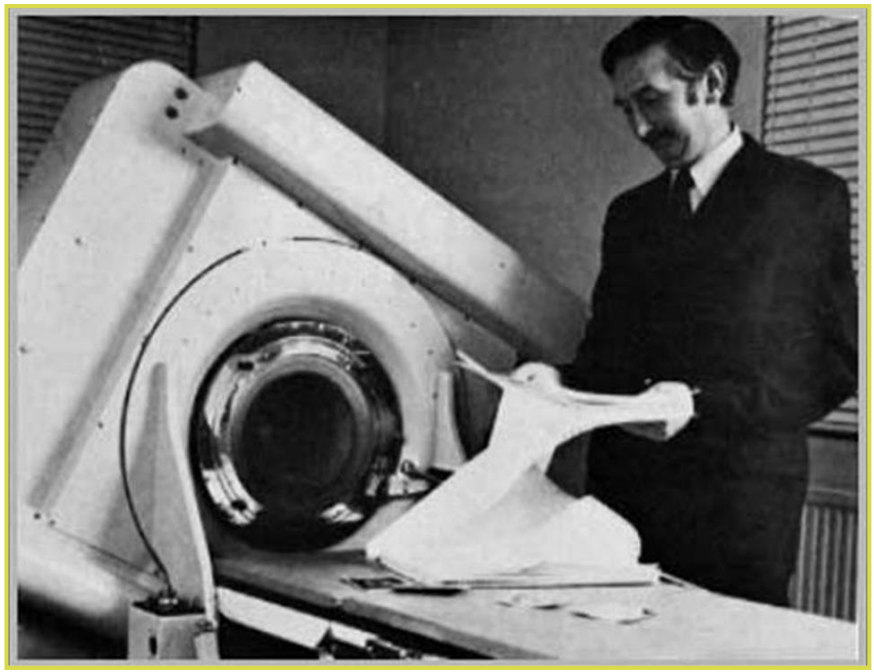
”Moore's Law describes an important trend in the history of computer hardware that the number of transistor that can be inexpensively placed on an integrated circuit is increasing exponentially, doubling approximately every two years. The observation was first made by Intel co-founder Gordon E. Moore in a 1965 paper.”

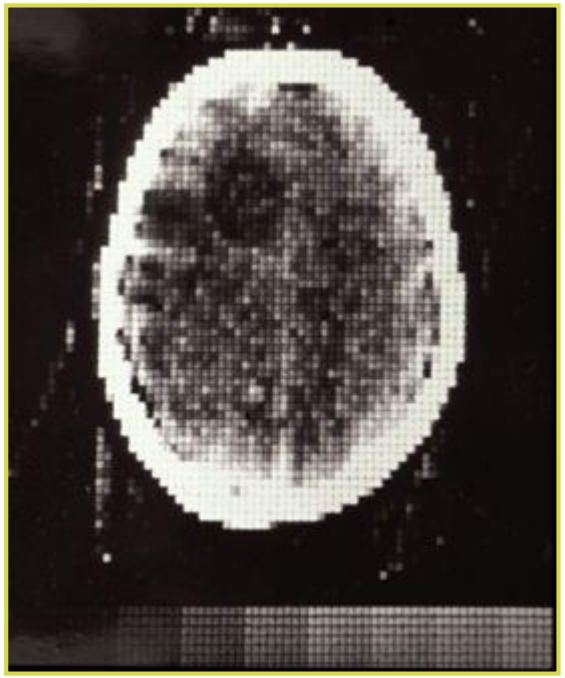
Simpel: de capaciteit (in de breedste zin) van computers verdubbelt elke twee jaar; de prijs ervan halveert elke twee jaar



Moore's Law beschrijft deze drijvende kracht van technologie en sociale verandering in de late 20ste eeuw en vroege 21ste eeuw

Vroege fase: de hardware fase





1970 Geoffrey N. Houndsfield:
Computed tomography

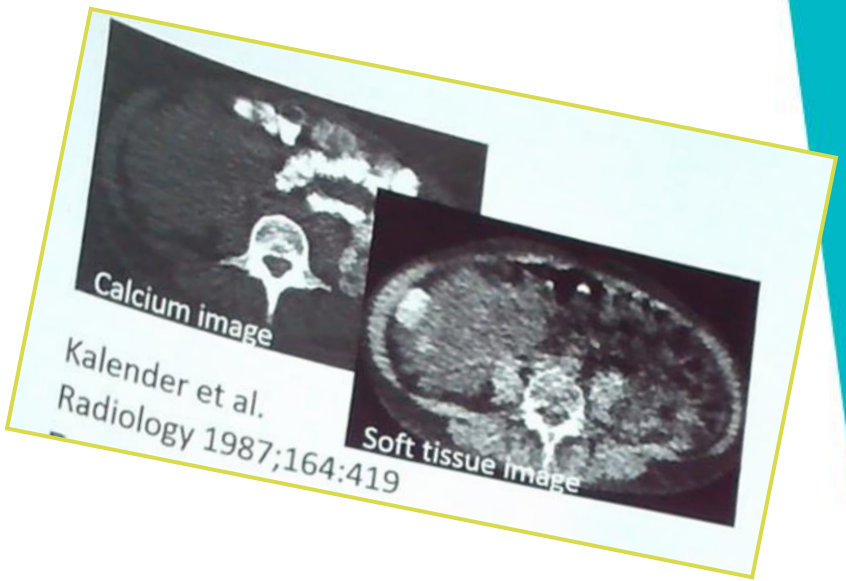
1971: 1ste klinische CT scanner
Atkinson Morley hospital, Wimbledon

1974: 1ste bodyscanners

CT maturation: nog steeds vooral hardware

Body CT

- 256 → 512 matrix
- Slice dikte: 8-10 mm
- Per 10 seconden → 1 slice
- 20 mSv voor abdominale CT



Moderne beeldkwaliteit maar:

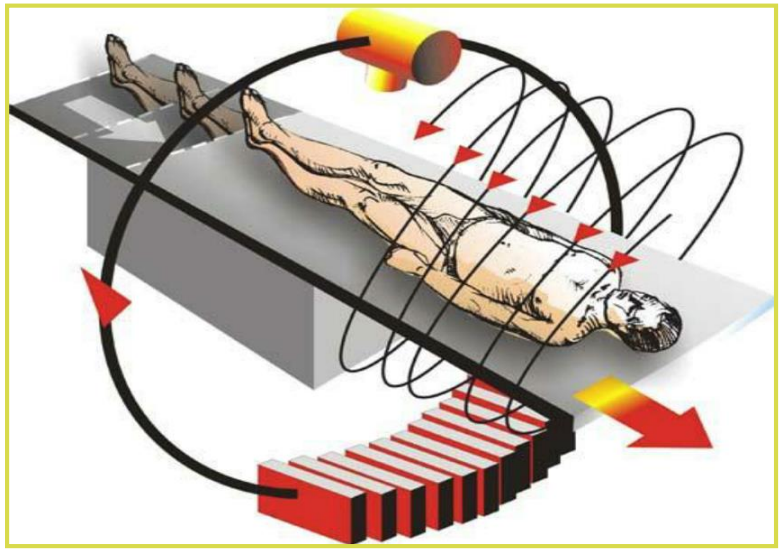
- TRAAG!!!
- Slechte contrastcaptatie
- Hoge dosis

In the early 80's along comes a new kid on the block
Nuclear Magnetic Resonance --- MRI

Many projected demise of CT

But wait - SPIRAL CT may save the day !!!!

1990's: de spiraal CT



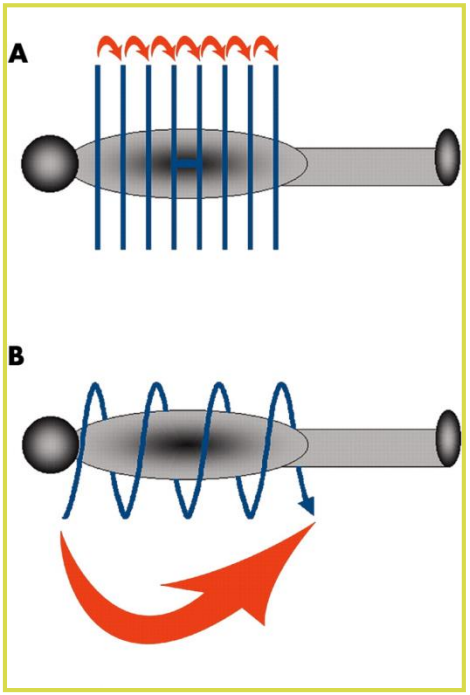
Continue acquisitie

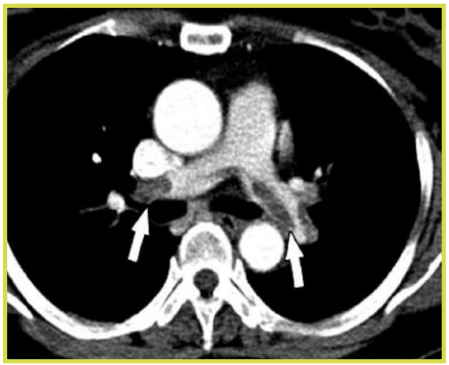
Veel sneller

Van slice naar volume

Betere contrastcaptatie

Multifase scans: arterieel/veneus





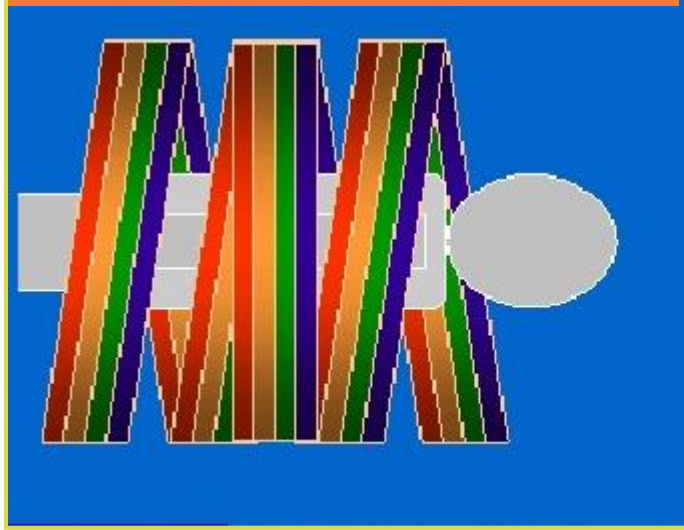
Spiraal CT Thorax geïntroduceerd in 1990's voor centrale LE:

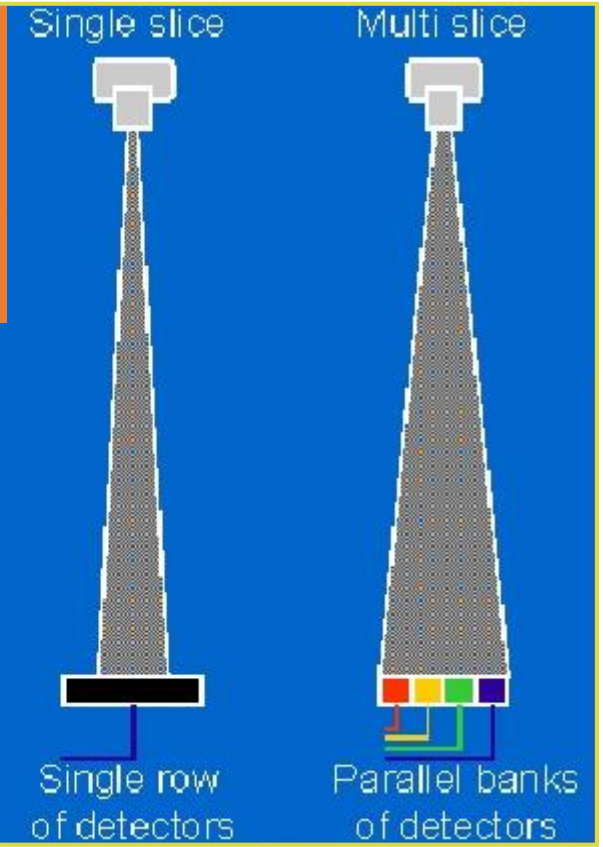
- Sensitiviteit 86-100%
- Specificiteit 92-96%

2000's: de multidectector CT

Multi slice detectors

- Geïntroduceerd in 1998
- Acquisitie van multipele slices in één rotatie
- Isotropisch en SNEL

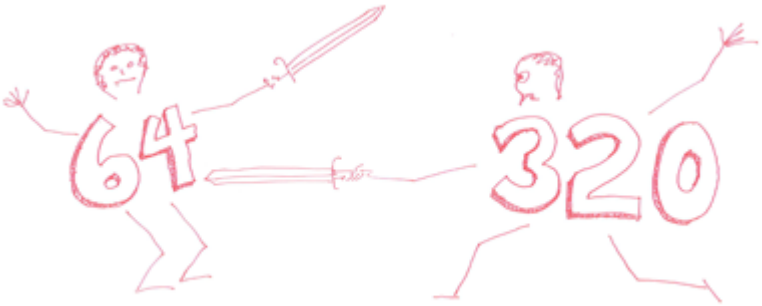




The future CT looks bright

Ziekenhuis Oost-Limburg

2000's: the slice wars in cardiac CT



Vooral in cardiale beeldvorming

- Hoge spatiale resolutie
- Hoge temporele resolutie

1998: 4x1 mm
40 s scan
Cardiale CT "feasible"

2002: 16x0.75 mm
20 s scan
Cardiale CT "usable"

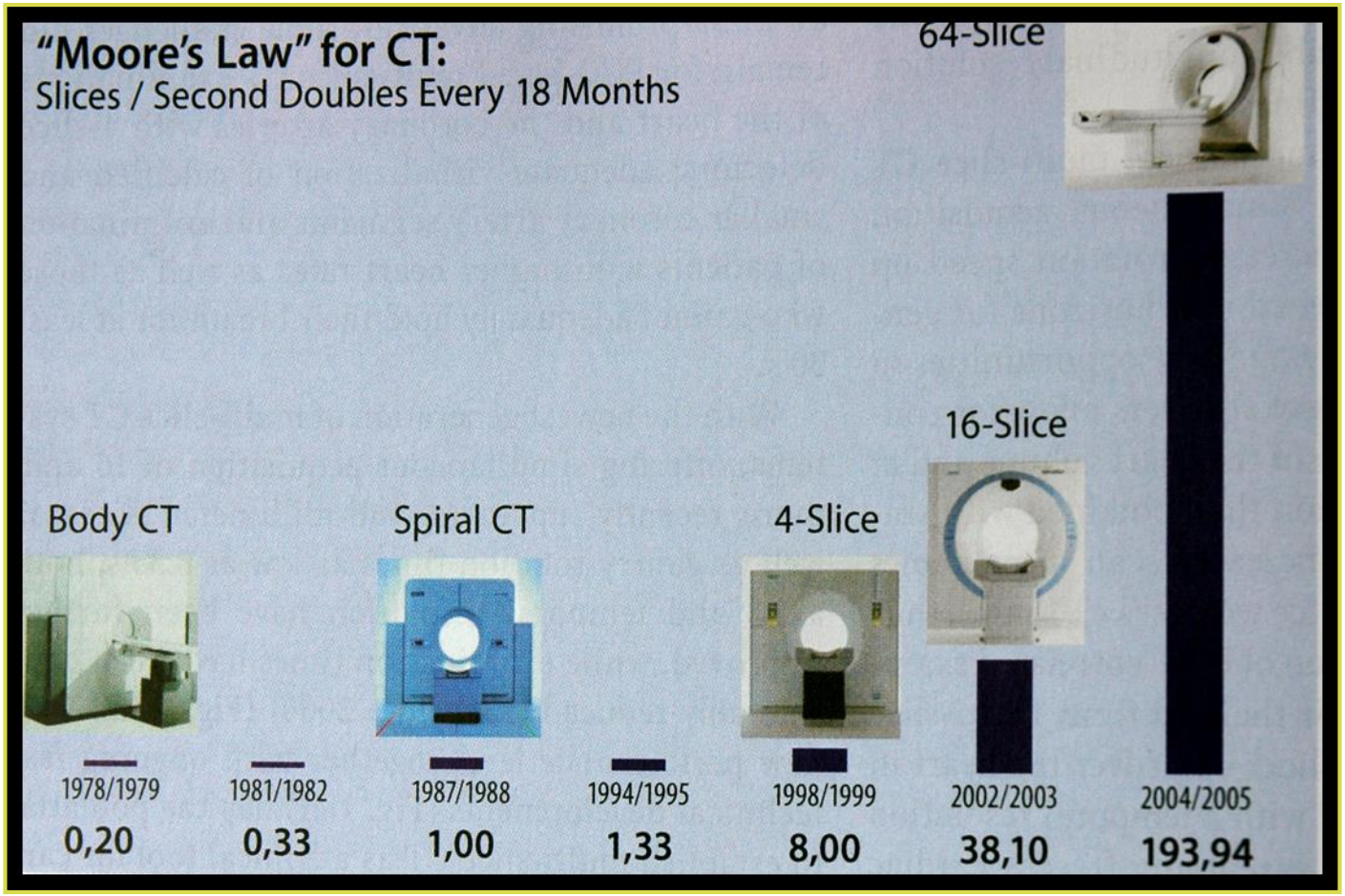
2017: Cardiale CT is gevalideerde techniek

The future CT looks bright

Ziekenhuis Oost-Limburg

De wet van Moore

De wet van Moore in CT



2010: the dose wars in CT

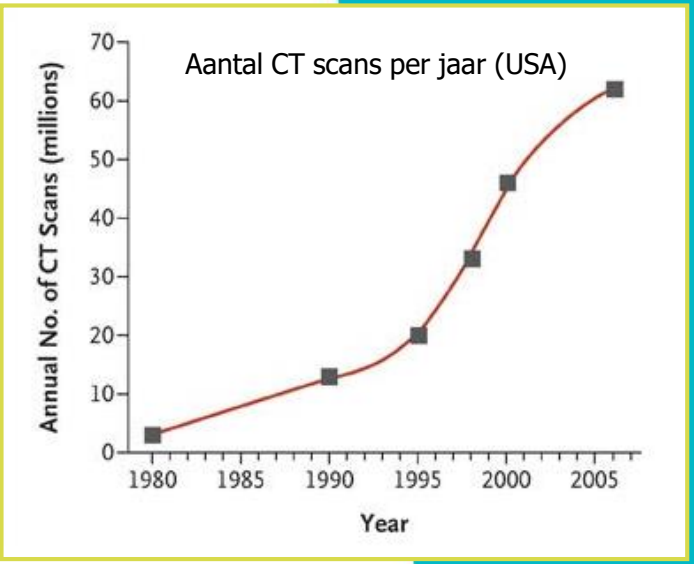
Verdere evolutie in CT

1. Dosisreductie
   - Iteratieve reconstructie: software
   - Buis/filter/detector optimalisatie: hardware

2. Dual energy

3. Functionele beeldvorming
   - CT perfusie
   - Fusie met nucleaire beeldvorming: SPECT CT en PET CT

4. Substractie beeldvorming
   - Contrast boost
   - Jodium maps



2017: CT is een mature techniek

STATUS VAN DE HARDWARE ONTWIKKELING

1. High-end detectors
   - 4 tot 16cm breed: 64 tot 320 rows
   - Detector elementen: 0.5-0.625 mm resolutie
   - Lage electronische ruis

2. Gantry
   - 0.2 tot 0.28 s per rotatie
   - Tafel snelheid van 737mm/s

3. Röntgenbuizen
   - Hoge performantie (70-150 kV)
   - Dual source

CT is een mature techniek
Technische limieten worden bereikt

De toekomstige hardware ontwikkelingen

1. Hoge tot ultrahoge detectors 1-2 jaar
   - 0.25 mm detector elementen
   - Lage elektronische ruis

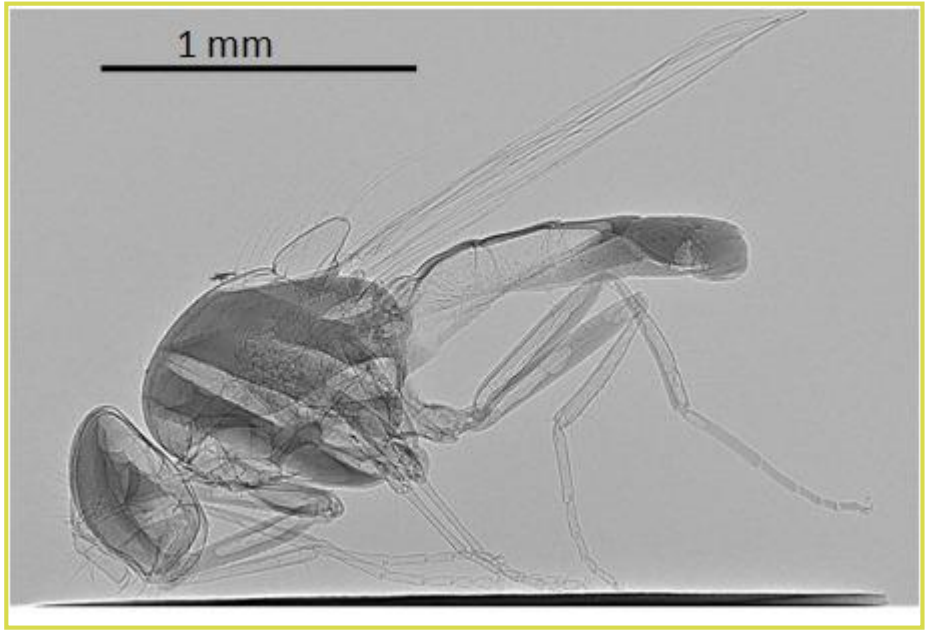
2. Photon counting detectors 5-10 jaar
   - Laagste dosis
   - Dual energy en scatter depression

3. X-ray lasers: ????
   - Mono-energetische fase-coherente straling
   - Multipele kleine lasers

4. Scanners met inverse geometrie ????
   - Dose painting
   - One-shot body scans

Ultrahigh CT

Phase contrast CT



foto

PC-CT

Toekomstige ontwikkelingen

1. Dosisreductie: iteratieve reconstructie

2. Dual energy (hardware) or substraction (software)

3. Artifact reduction:
   - metal artifact reduction
   - Motion artifact reduction

4. Viewing en laesie detectie
   - 3D viewing
   - 3D vergelijken en follow up
   - Long-CAD: detectie van nodules in CT longen: 2017 dagelijkse praktijk
   - Gecomputeriseerde laesie detectie

Besluit

- De laatste 40 jaar was CT een exponentiele techniek
- CT is nu technisch matuur
- Hardware ontwikkelingen worden binnen 5-20 jaar verwacht
- Ontwikkeling verschuift naar software
- Toekomstige trends:
  - Applicaties worden belangrijker dan techniek
  - Clinici gaan onze data sets meer en meer gebruiken
  - Automatisatie gaat routine taken sneller en goedkoper maken
  - De taak van de radioloog moet herdacht worden: naast diagnostiek ook deelnemer in het klinische plan en het behandelplan

De “comeback techniek” van de medische beeldvorming

- Perceptie van CT anno 2017:
  - Oude techniek
  - Niet de beste techniek
  - Stralingskanon
  - Minderwaardige vervanger van MRI
- Al 25 jaar competitie tussen CT en MRI
  - Voorspeld dat de techniek obsoleet zou worden
  - Telkens comeback door technische innovaties
- In realiteit blijft CT een onmisbare techniek naast MRI

MRI en CT zijn complementair
CT is anno 2017 onmisbaar in medische beeldvorming
Meer nog: the future looks bright

Dank u voor uw aandacht