

Ultraljud i kliniskt bruk

- avbildningsmetod inom klinisk fysiologi, radiologi, obstetrik, neonatologi, urologi, ortopedi....
- "ekolodning", "sonar" av en skiva eller volym av kroppen

2023-01-17

Birgitta Janerot Sjöberg,
Professor, Överläkare Klinisk fysiologi och Nuklearmedicin




1

Innehåll: Ultraljud i kliniskt bruk

- Historik
- Utveckling apparatur och visualisering

"I framtiden kommer vi mycket snabbare att kunna registrera högkvalitativa tredimensionella diagnostiska bilder som samtidigt ger tillgång till helt ny vävnadsinformation. Men för det krävs utveckling av helt nya ultraljudsgivare och mycket kraftfullare datorer än de vi har tillgång till i dag, hur konstigt det än låter" (Kjell Lindström, Lund 2012)

- Exempel på användningsområden
 - **Diagnostik** - störst (i stort sett alla specialiteter)
 - **Lokalisation** - för andra ingrepp
 - **Terapi** värme (sjukgymnastik, HIFU) *shockvågor* (lithotripsi) *läkemedelsdeponering*
 - **Separering** *in vitro* (separera stamceller från trombocyter inför stamcellstransplantation)

2023-01-17

B. Janerot

2

Ekokardiografi

- Historik

KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND FÖRHANDLINGAR
Bn 24. Nr 6. 1954.

The Use of Ultrasonic Reflectoscope for the Continuous Recording of the Movements of Heart Walls.

By
I. Edler* and C. H. Hertz*.

Communicated by Prof. B. Ekdin, March 10, 1954.

2023-01-17

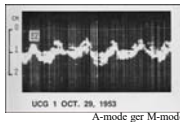
B. Janerot

3

Ekokardiografi

- Lund
- Kardiolog Inge Edler (1911-2001)
- Fysiker Helmuth Hertz (1920-1990)
- 29 Okt 1953: första ekokardiogrammet





UCG 1 OCT. 29, 1953

A-mode ger M-mode

1977

2023-01-17

B. Janerot

4

Varför ultraljud?

- Utan biologiska effekter inom accepterade mekaniska och termala index (MI & TI)
- Hög spatiell upplösning (mm.; fotoakustisk μm)
- Enastående tidsupplösning (ms)
- Enkel bakgrundsubtraktion i nya plattformar
- Hög global tillgänglighet
- Bedside
- Real-time
- Låg kostnad
- Individualiserbar
- Upprepningsbar (longitudinella studier).....




2023-01-17

B. Janerot

5

Ultraljudsmaskiner och prober







2023-01-17

B. Janerot

6

Avbildningsmetoder

- A-mode (Amplitud) – av en stråle
- M-mode (Motion) – långsamt tidsvep
- B-mode (Brightness) ultraljudstomogram
 - linjär eller sektoriell
 - 2D, 3D, 4D

2023-01-17 B. Janerot 7

7

Spatuell upplösning

- **Bäst: Axiell upplösning (z) = i strålens längsriktning**
 - $A_z = 2/\text{impulslängd} < 2/\text{våglängd}$ – dvs max 0,5 våglängd
 - Minskar med djupabsorption och halveringsvärdet
 - Gräns för 0,5-20 MHz = 1-10 perioder/mm
- **Sämlre: Lateral upplösning (x-y)**
 - $A_x < 1/\text{strålnippets diameter}$
 - Minskar med djupet på sektorprobe
 - 0,3-0,03 perioder/mm

2023-01-17 B. Janerot 8

8

Spatuell upplösning

20cm 3 - 15 MHz	Melon	Conventional clinical ultrasound (human fetus)
3cm 30 - 80 MHz	Coffee Bean	Micro-ultrasound (mouse fetus)

Hög frekvens = Hög upplösning
Låg frekvens = Låg dämpning (hög djuppenetration)

2023-01-17 B. Janerot 9

9

Obstetrik-Gynekologi

Fetal Imaging

ALARA – as low as reasonable achievable
MI (Mechanical Index = $P \cdot \sqrt{f}$, rek < 0,3)
TI (Thermal Index = $W_p/W_1 \text{ degC}$, rek < 0,7 – tidsberoende (<3 neonatal))

2023-01-17 B. Janerot 10

10

Bröst

2023-01-17 B. Janerot 11

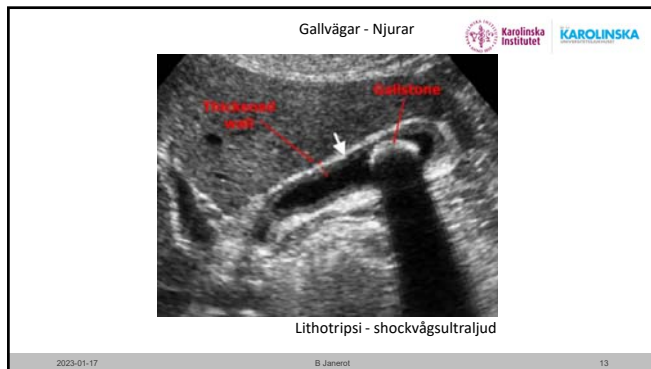
11

Lever

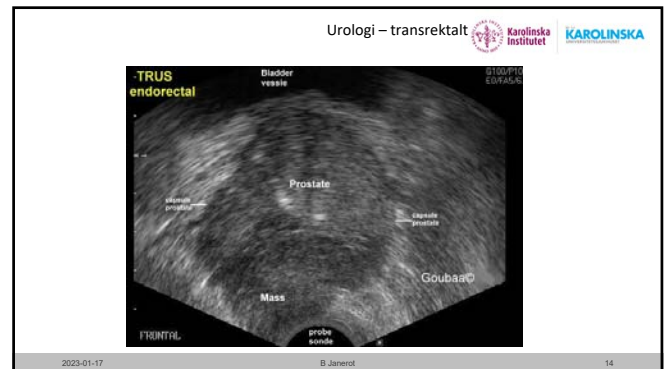
Peroperativt ultraljud med högfrekvens transducer direkt på leverytan – väldefinierad hepatocellulär cancer (HCC) – inte sällan efter virushepatit.

2023-01-17 B. Janerot 12

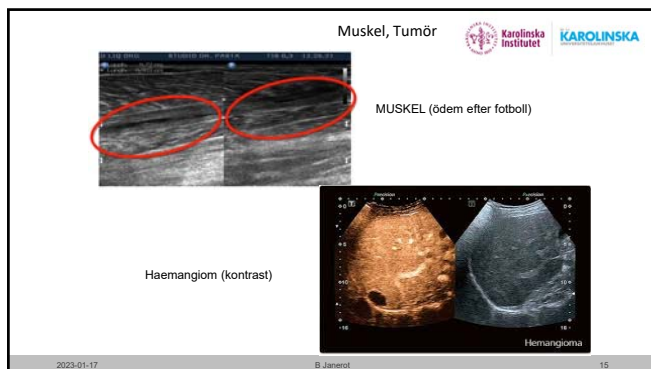
12



13



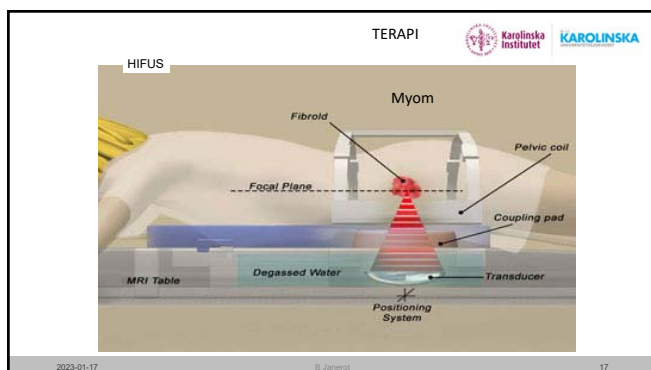
14



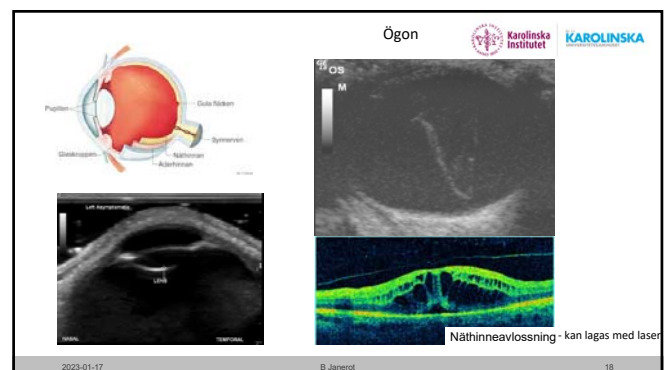
15



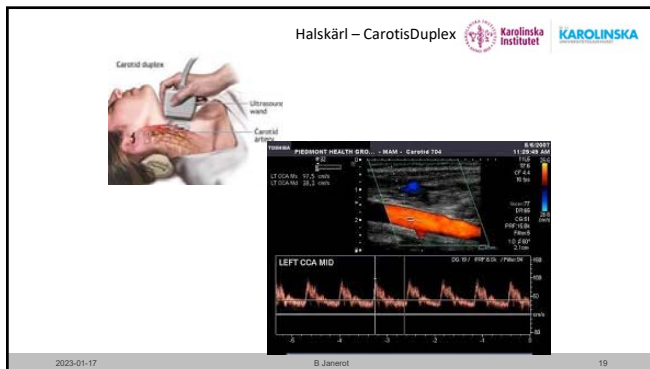
16



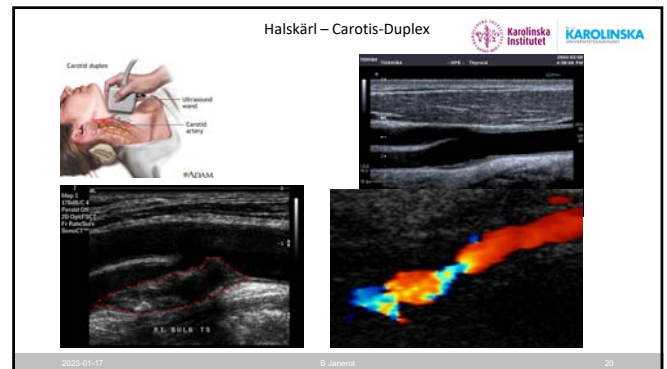
17



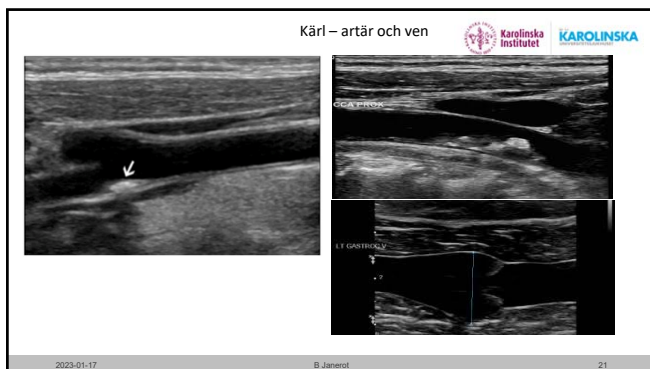
18



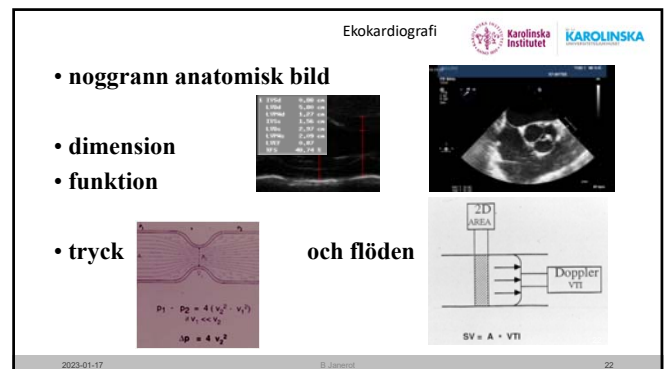
19



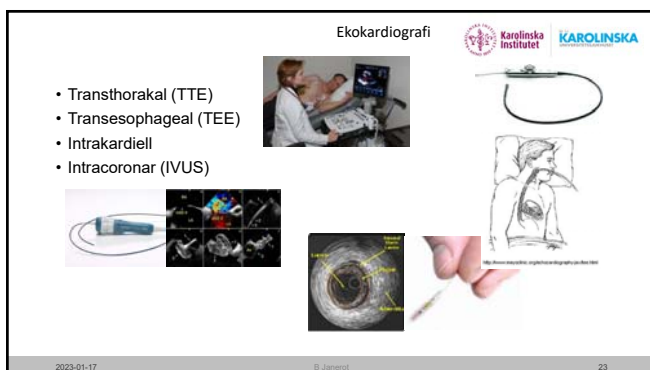
20



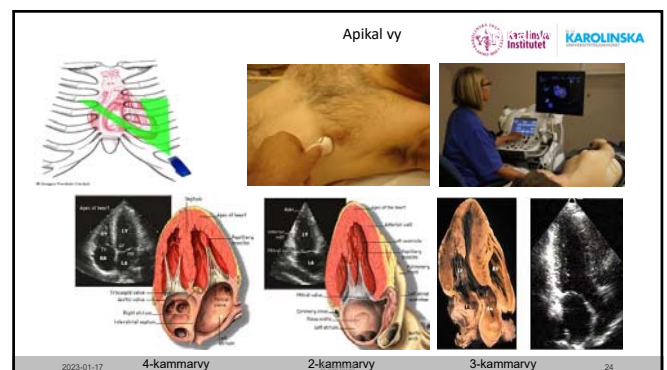
21



22



23



24

Doppler modaliteter

Registrerar hastighet i strålriktningen 1D

Pulsad Doppler – PW

- Blodroppars rörelse hastighet i bestämt blodområde (låg amplitud – höga frekvensskift – låga hastigheter)
- ett kristallpaket åt gången: sänd – lyssna

Kontinuerlig Doppler – CW

- blodroppshastigheter längs hela dopplerstrålen
- Sänder och lyssnar kontinuerligt (höga hastigheter)

FärgDoppler - CD

- Autokorrelationsanalys
- färgkodar blodflödets riktning (rött mot probe, blått från, grön hög v)

Pulsad/FärgvävnadsDoppler – TVI/DTI

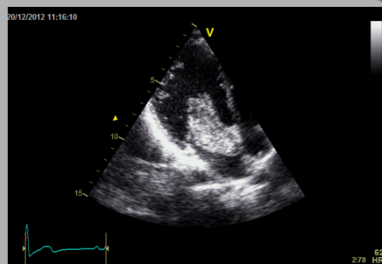
- Myokardiets rörelse hastighet
- Höga amplituder men låga frekvensskiften



2023-01-17 B Järent 25

25

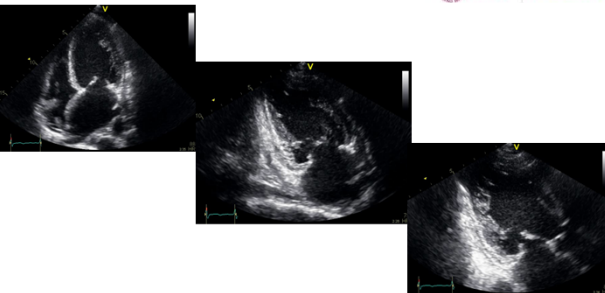
Hur var det nu med klaffarna?



2023-01-17 B Järent 26

26

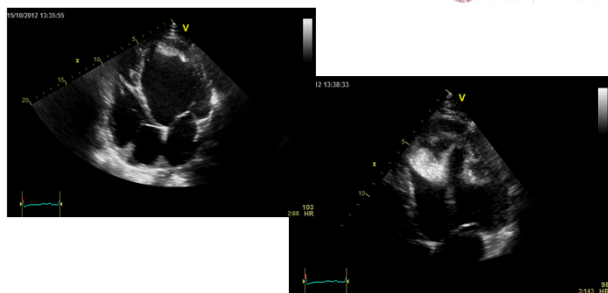
Hur kan vänsterkammaren se ut?



2023-01-17 B Järent 27

27

Eller så här!



2023-01-17 B Järent 28

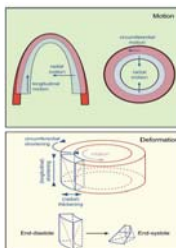
28

Vägg rörlighet och deformation

I åtminstone tre riktningar

- Longitudinellt
- Radiellt
- Circumferentiellt (rotation)

KOMPLEXT: Tjänjning, Förkortning, Skjuvning

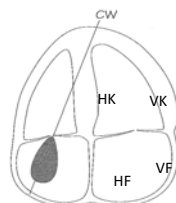



2023-01-17 B Järent 29

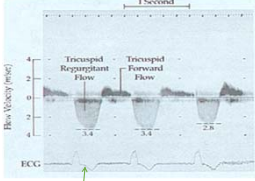
29

Lungartärstryck – Pulmonell hypertension?

Systolisk PA-tryck = syst. HK-tryck = TI ΔP + HF-tryck (från IVC vidd o andr. variation)



Bernoulli: $\Delta P = 4v^2$



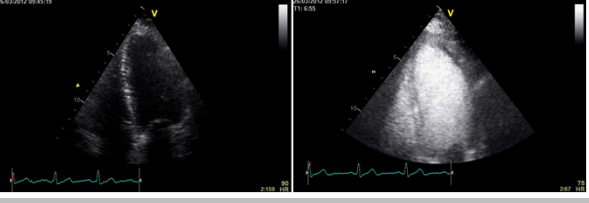
ex. TI $\Delta P = 4 \times 3,4^2 = 46,2 \text{ mmHg}$

2023-01-17 B Järent 30

30

Vid suboptimal insyn...

- kan man använda **kontrast**
- Uppluckrade microsfärer (ex. SonoVue, Optison)
- Reflekterar ultraljudet

2-8 µm

2023-01-17 31

31

Ultraljud för vem och vad?



2023-01-17 32

32



33