



Elastisitets- og fettmåling i lever med ultralyd

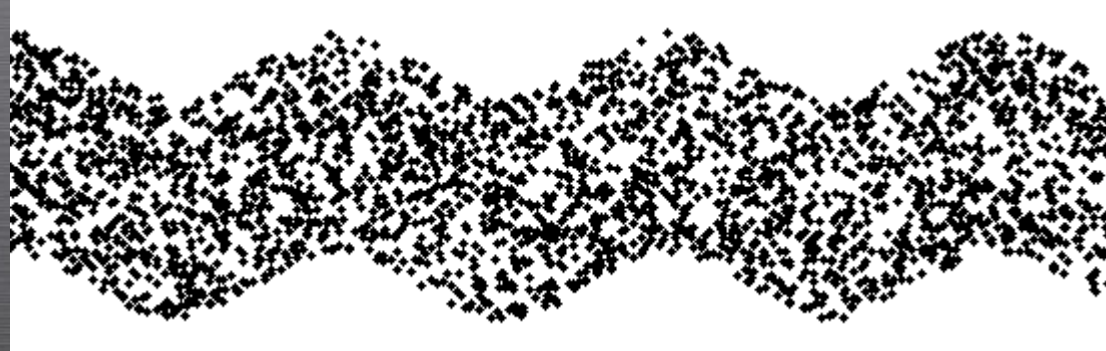
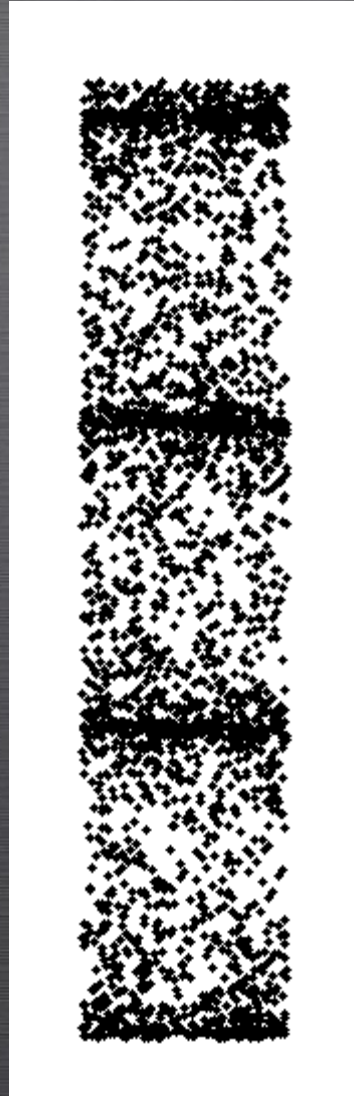
Roald Flesland Havre
Overlege Med Klinikk, HUS
Professor II, Klinisk Institutt I, UiB

Audun Magerøy Trelsgård
Overlege/PhD stipendiat
Bergen 24.-25.2024

Longitudinal and Shear Waves

Ultrasound
Wave

$c_l \sim 1540$ m/s
in tissue



Shear Wave

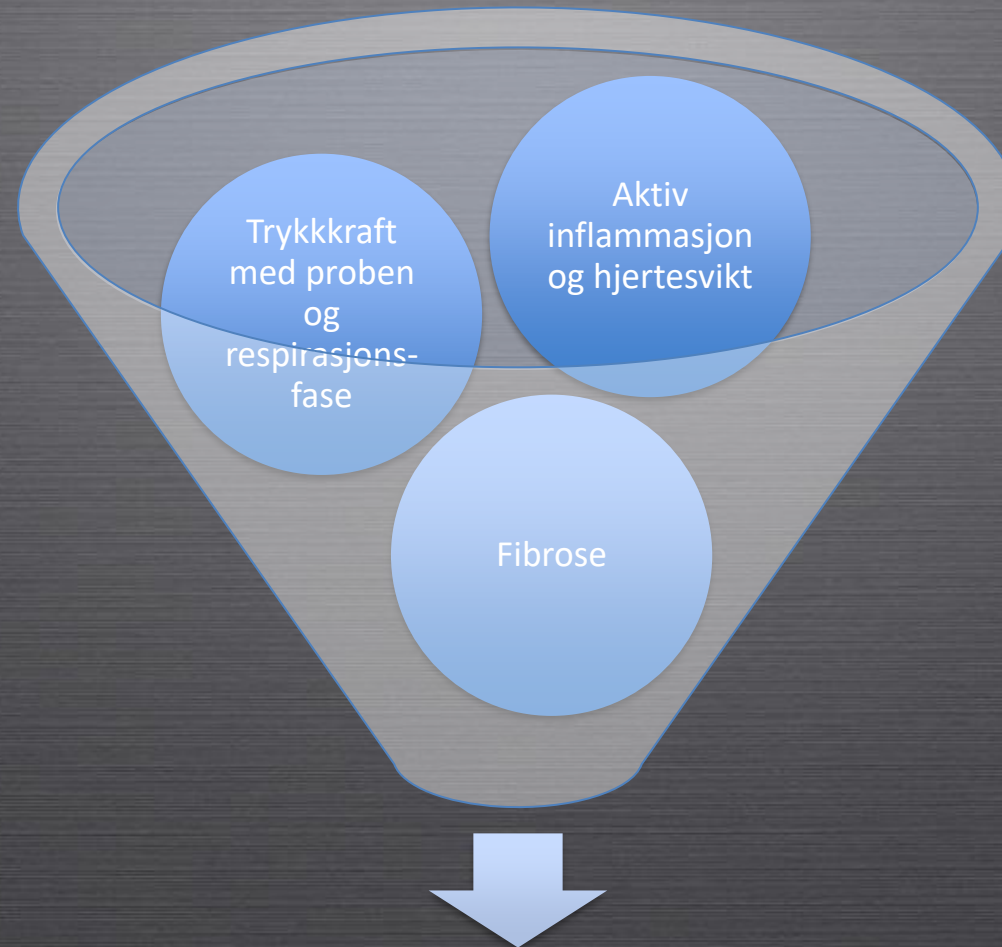
$c_t = 1-10$ m/s in tissue



Hva er leverelastografi?

- En ikke-invasiv metode for å måle levervevets stivhet
- Avspeiler fibrosedannelse fra normal leverstivhet (F0) til Cirrhose (F4)
- Kan gjentas ved enhver UL leverkontroll (få min ekstra)
- Elastografi oppgis m/s eller Elastisk modulus, E (kPa) i 5-10 påfølgende målinger
- Målevariasjon oppgis som IQR/median (< 30%)
- Viktig prognostisk markør

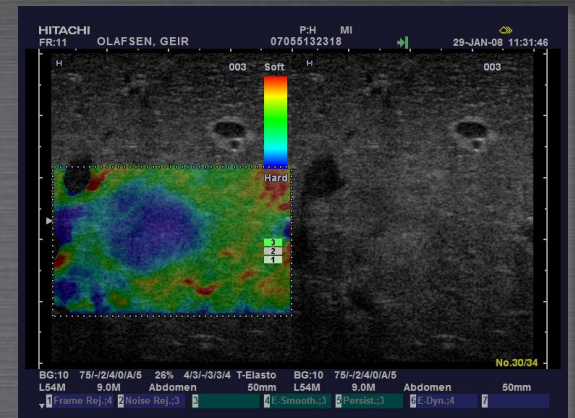
Elastografimålinger påvirkes av flere faktorer:



Elastogram/elastografimåling:
En Proxy-parameter for fibrose

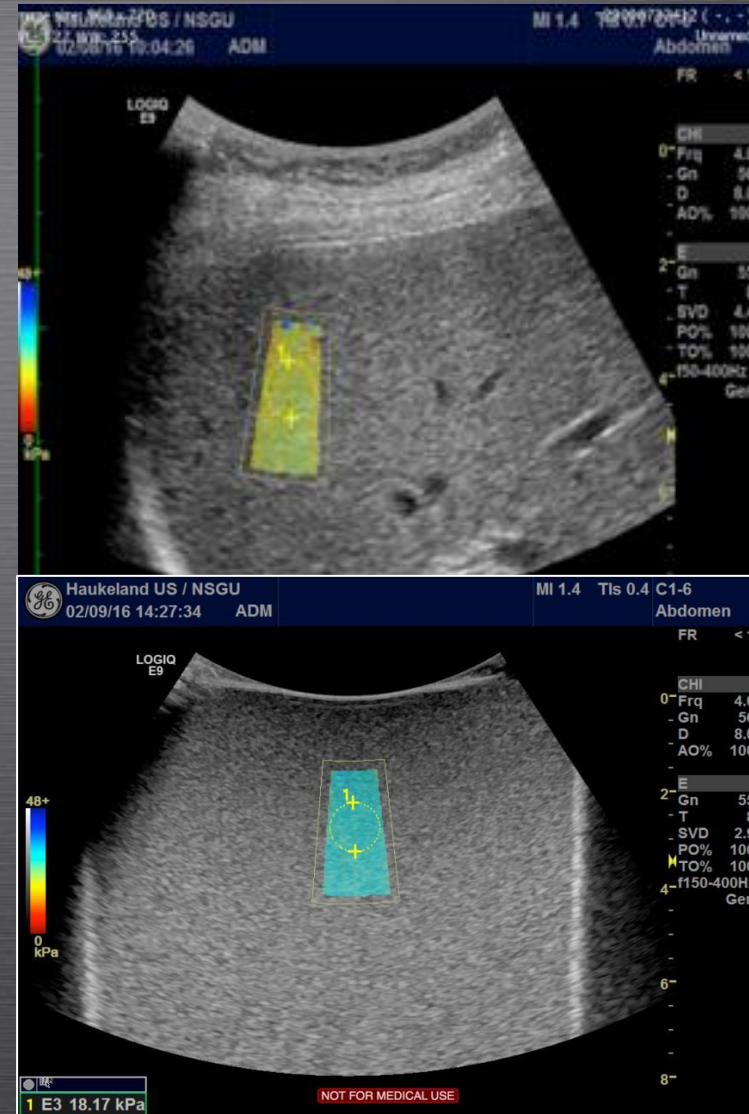
UL elastography methods in liver scanning

- Strain Elastography
- **Transient elastography (Fibroscan)**
 - Shear wave based
 - Liver elasticity measurement in m/s or kPa
 - No elasticity imaging
- Point-Shear-Wave elastography
- **2D Shear wave elastography (2D SWE)**
 - Qualitative + quantitative shear-wave based image and B mode

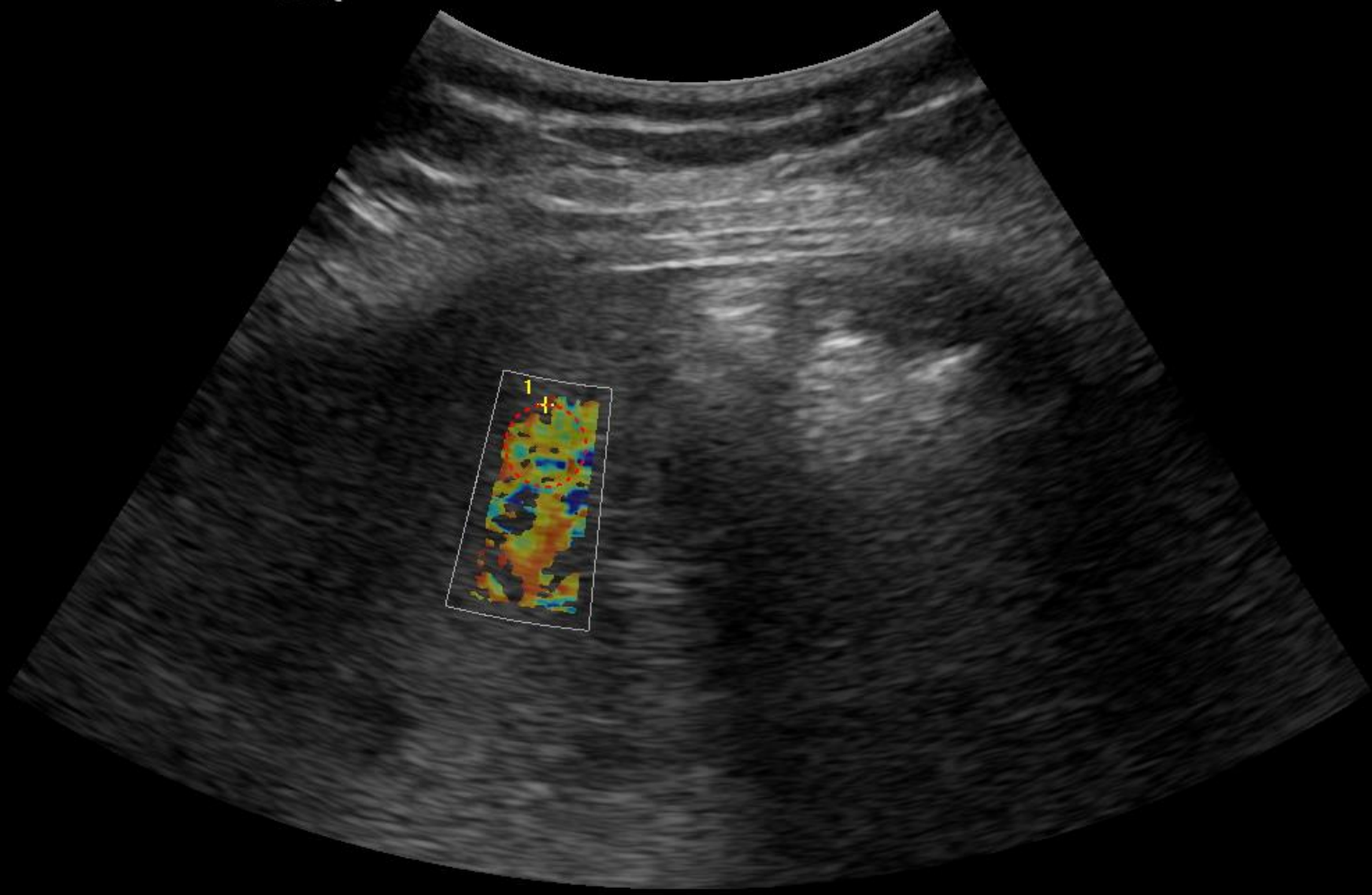
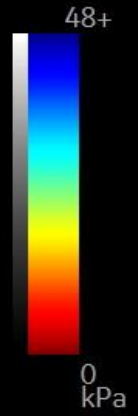


2D Shear wave elasto fra GE

- Lager en fargekodet elastogram der rødt og gult representerer mykt, og blått stivt.
- Fargekartet viser hvor homogen elastisiteten er, og om det er signalbortfall i kar etc.
- En rund ROI plasseres innenfor boksen for å gjøre målingene



LOGIQ

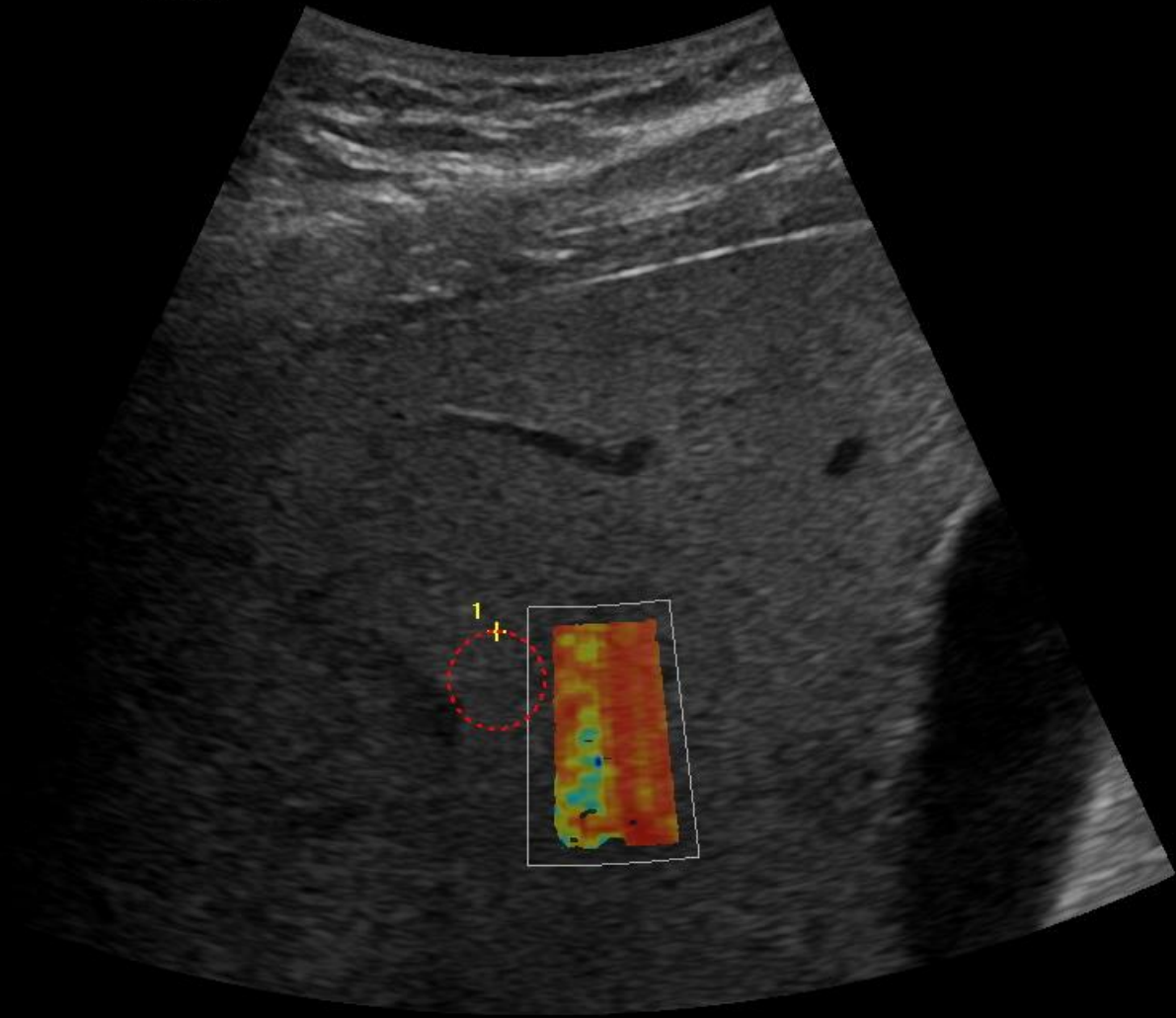


0
5
10

E10 8.36 kPa

Audun M. Trelsgård

LOGIQ



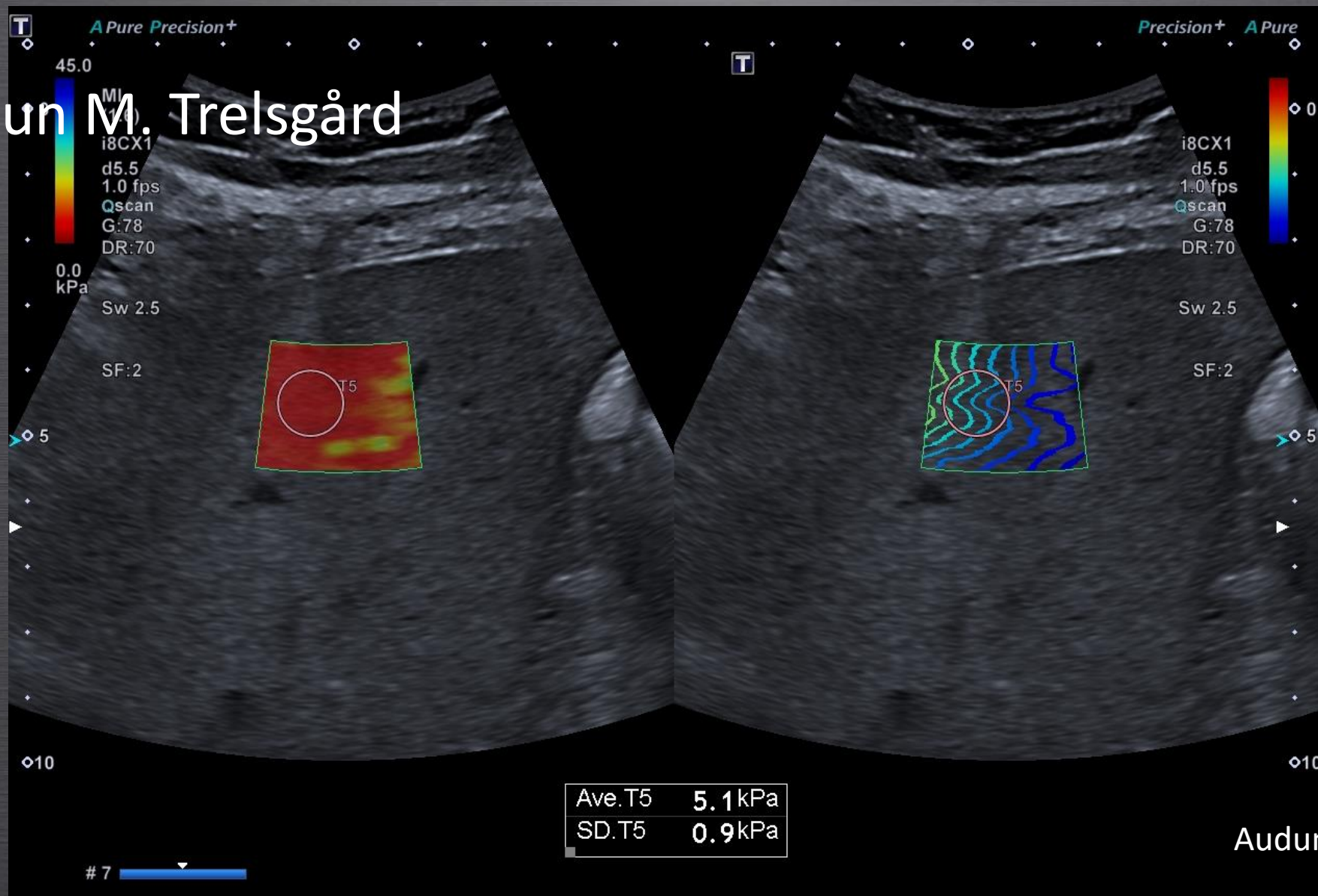
0
5
10

Audun M. Trelsgård

1 E8

SWE fra Canon Aplio i800

- Audun M. Trelsgård



45.0

MI (1.6)
i8CX1
d5.5
1.0 fps
Qscan
G:78
DR:70

0.0 kPa

Sw 2.5

SF:2



T

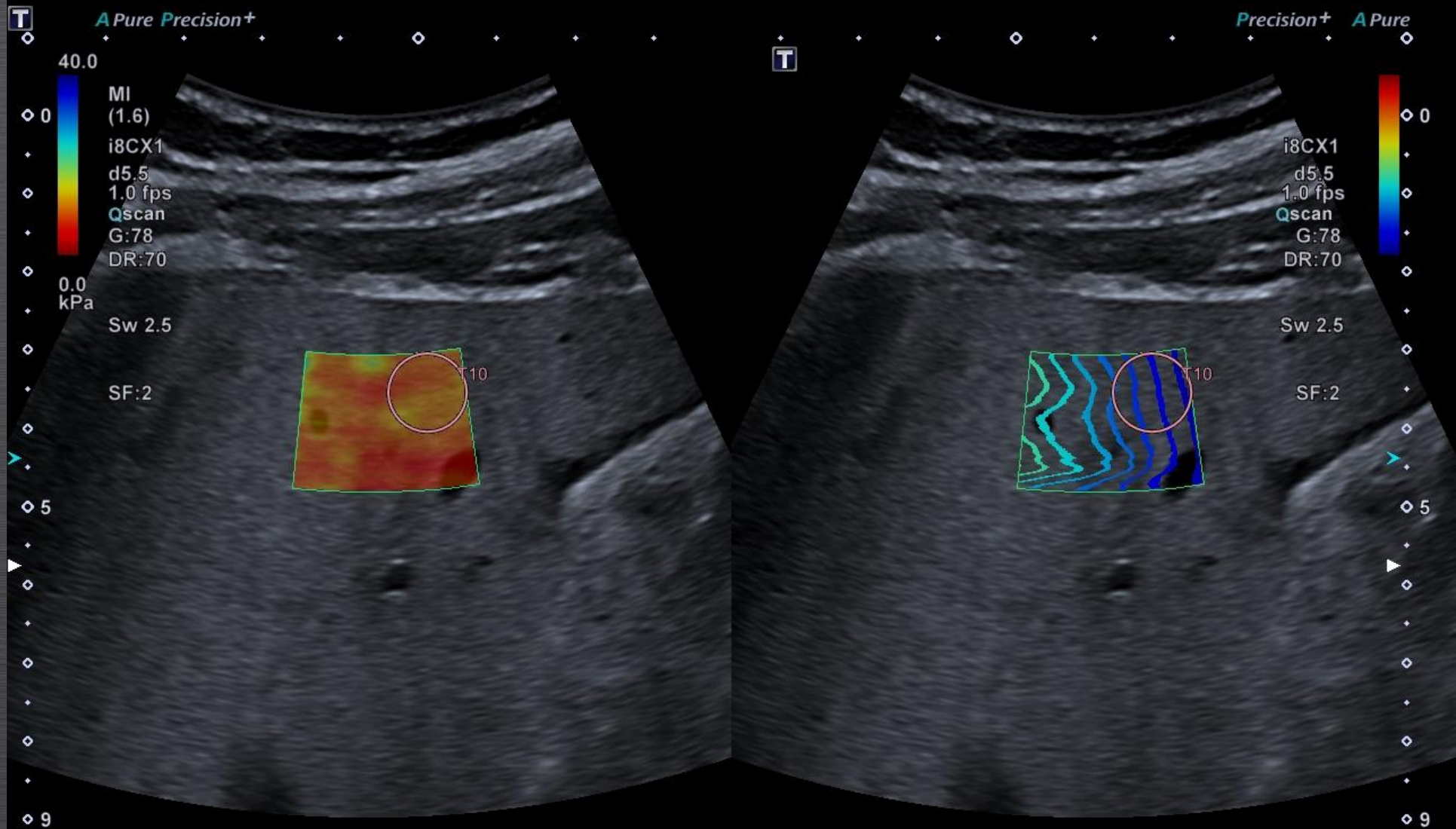
i8CX1
d5.5
1.0 fps
Qscan
G:78
DR:70

Sw 2.5

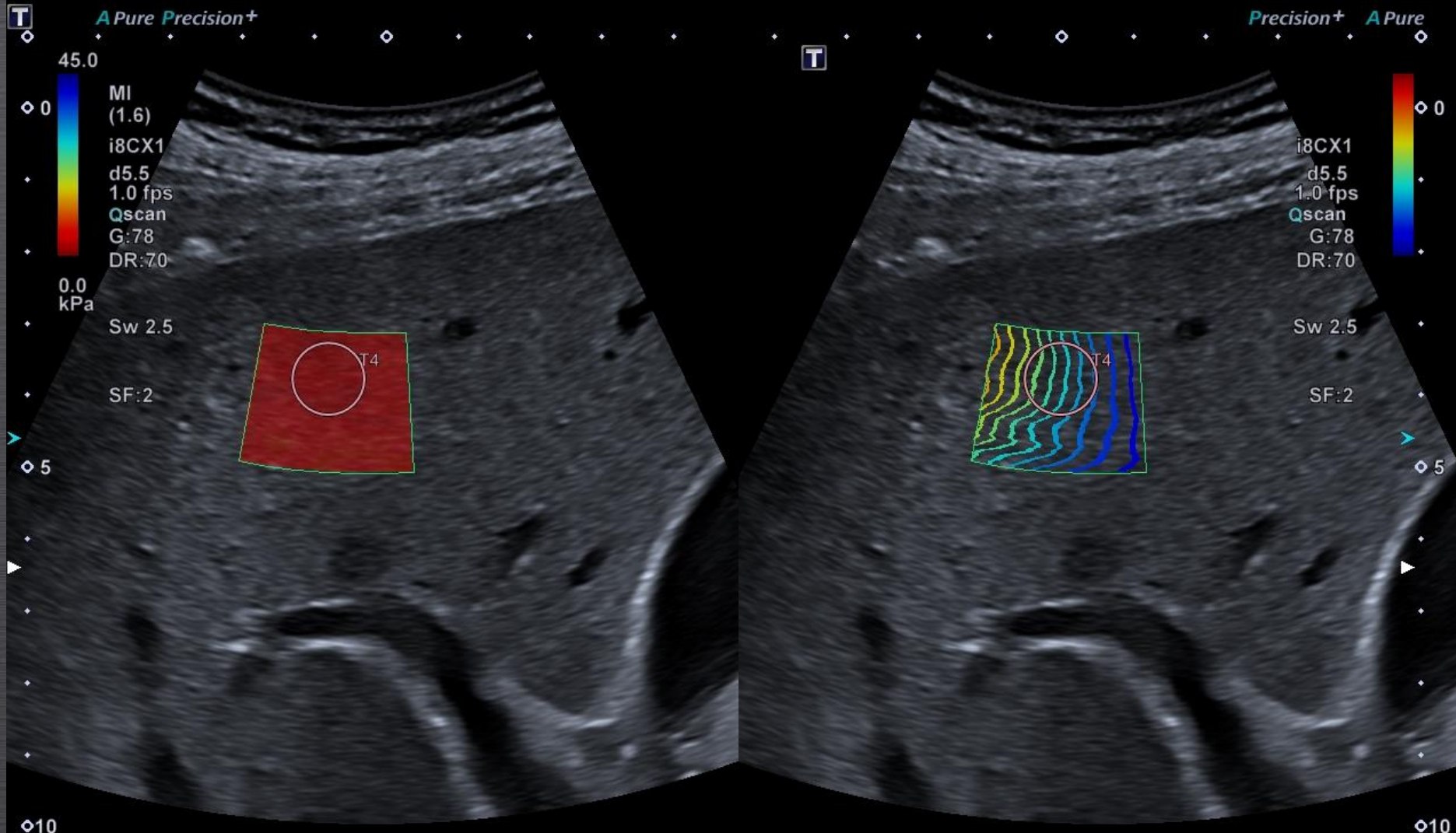
SF:2



Ave.T3	5.6kPa
SD.T3	0.8kPa



Ave.T10	10.5kPa
SD.T10	1.5kPa



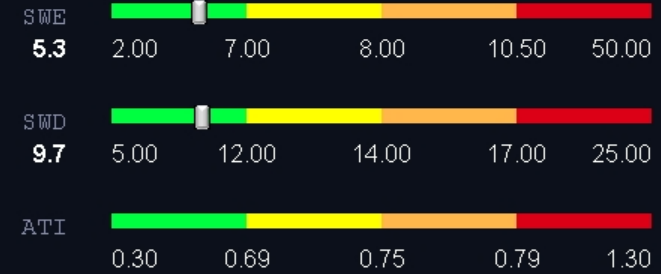
Ave.T4	4.2 kPa
SD.T4	0.5 kPa

Shear Wave

		Speed[m/s]		Elasticity[kPa]		Dispersion[(m/s)/kHz]		Depth[cm]
		Average	SD	Average	SD	Average	SD	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	1.40	0.10	5.8	0.8	7.92	2.55	4.2
<input checked="" type="checkbox"/>	2	1.44	0.12	6.0	1.0	8.40	2.05	4.1
<input checked="" type="checkbox"/>	3	1.38	0.10	5.6	0.8	8.78	2.17	4.2
<input checked="" type="checkbox"/>	4	1.37	0.08	5.4	0.7	9.65	2.45	4.2
<input checked="" type="checkbox"/>	5	1.32	0.11	5.1	0.9	9.72	2.11	4.5
<input checked="" type="checkbox"/>	6	1.30	0.11	4.9	0.9	10.32	2.70	4.2
<input checked="" type="checkbox"/>	7	1.29	0.07	4.8	0.6	10.52	2.39	4.5
<input checked="" type="checkbox"/>	8	1.30	0.10	4.9	0.9	9.51	1.86	4.3
<input checked="" type="checkbox"/>	9	1.35	0.08	5.3	0.7	10.61	2.59	4.5
<input checked="" type="checkbox"/>	10	1.34	0.11	5.2	0.9	11.67	2.33	4.7

Graph Settings

#LIVER



#LIVER

- Severe
- Significan
- Mild
- Normal

Application Measurement	Speed [m/s]	Elasticity [kPa]	Dispersion [(m/s)/kHz]
Mean	1.35	5.3	9.7
SD	0.05	0.4	1.1
Median	1.35	5.3	9.7
IQR	0.08	0.6	1.7
IQR/Median	0.06	0.12	0.18

«Timing» av elastografimåling i praksis

- Faste: Pasienten skal være fastende minst 3 (4) timer. Måltid øker flow i vena porta og øker leverstivheten noe
- Pasienten bør hvile på undersøkelsesbenken minst 5-10 min før elastografi utføres.
- Hjertesvikt: Optimalisering av hjertesvikt før elastografi
- Respirasjonsfase: Måling i samme respirasjonsfase gir lavere målevariasjon (IQR/Median)
- «Flares»: Stigning i ALAT < 5x øvre normalverdi (AIH, Hep B, alkohol)

Hvilke cut-off verdier skal vi benytte for leverelastografi?

- Canon Aplio i800: F2: 7 kPa F3/F4 9 kpa (1)
- General Electrics 2D-SWE: F2: 6.4-6.7 kPa F4: 9 kPa (2)
- Mulig noe høyere for alkoholisk leversykdom

1. Ferraioli G, Maiocchi L, Dellafiore C, Tinelli C, Above E, Filice C. Performance and cutoffs for liver fibrosis staging of a two-dimensional shear wave elastography technique. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2021 Jan;33(1):89-95.
2. Yoo JJ, Kim SG, Kim YS. The Diagnostic Accuracy of LOGIQ S8 and E9 Shear Wave Elastography for Staging Hepatic Fibrosis, in Comparison with Transient Elastography. *Diagnostics (Basel)*. 2021 Oct 1;11(10):1817.

Liver stiffness measurement (LSM)-II

	TE (Fibroscan)	2D-SWE	
LSM	≤5	≤5 kPa	high probability of being normal
LSM	<10*	<9 kPa ³	rule out cACLD ²
LSM	10-15	9-13 kPa	suggestive of cACLD
LSM	≥15	≥13 kPa	highly suggestive of cACLD

²In the absence of other clinical/imaging signs of cACLD

cACLD: compensated advanced chronic liver disease (vil tilsvare fibrosegrad 3 og 4)

Rule of five (TE, Baveno VII consensus) og Rule of four (2D-SWE), risiko for dekompensering og død,

uavhengig av etiologi, men *virale hepatitter og ³MASLD evt lavere grense

for rule-out LSM for MASLD og ALD er foreslått av EASL.

Oppsummering

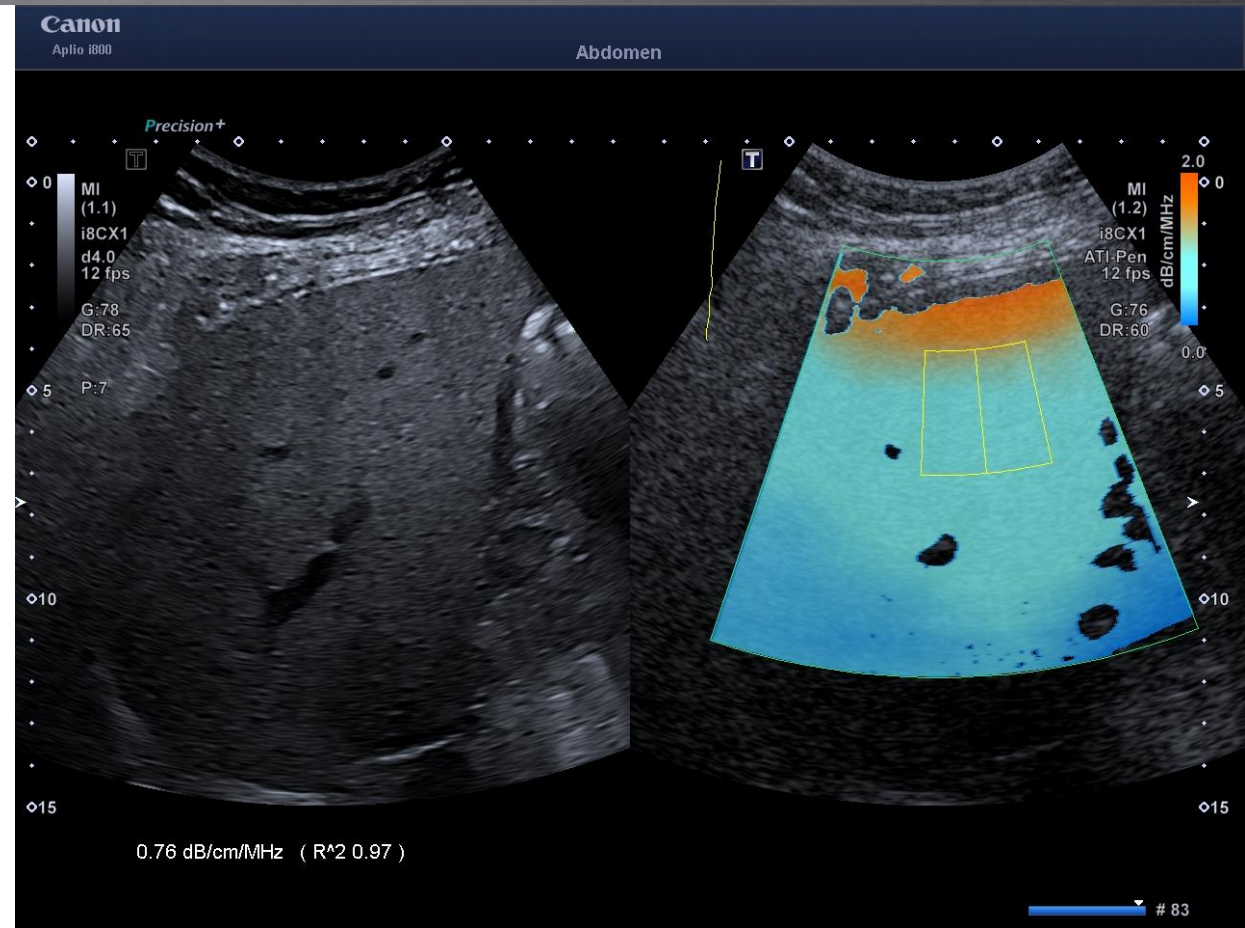
Når skal vi bruke leverelastografi?

- Ved nydiagnostisert leversykdom
 - etter anamnese, klinisk undersøkelse, biokjemi og UL lever
 - «Baseline verdi» – pasienten er sin egen kontroll
- Ved viral leversykdom før og etter behandling - motiverende
- Ved oppfølging av kronisk leversykdom av enhver etiologi med leverfibrose grad 1-3 (intervall 1-5 år)
- Ved portal hypertensjon – elastografi kan avklare evt. behov for endoskopi - elastografi >20 og $tpk < 150$ -> gastroskopi
 - Ved cirrhose (fibrose grad 4): UL lever for HCC hver 6. mnd

Kvantifisering av leversteatose – MASH



GE-E10: UGAP dB/cm/MHz

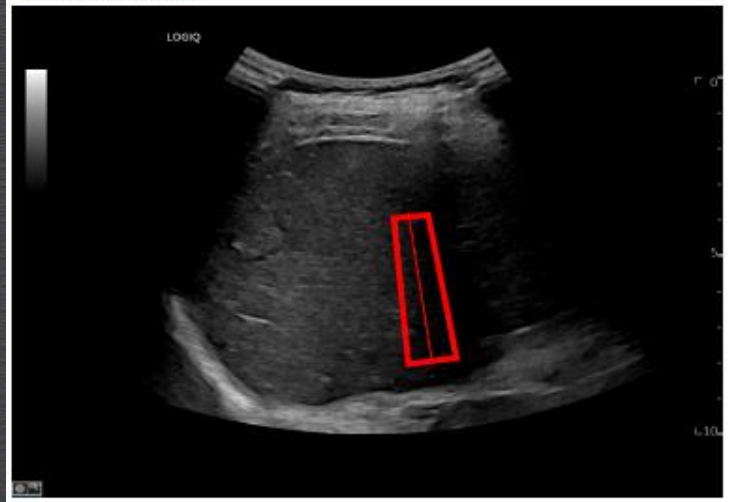


Canon i800: Attenuation coefficient, ATI dB/cm/MHz

Attenuasjon

- Økt fettinnhold -> økt attenuasjon
- CAP, controlled attenuation parameter
- UGAP, ultrasound guided Attenuation parameter
- ATI, attenuation coefficient
- Det finnes andre prinsipper enn attenuasjon

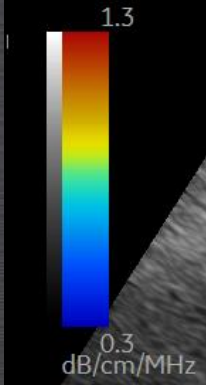
Undersøkelse av fettlever - UGAP



- Låst i dybde
- Unngå kar
- 10 målinger
- Rødt = svært dårlig kvalitet

UGAP

LOGIQ



ROI	Value
1 A1	1.04 dB/cm/MHz
2 A2	1.02 dB/cm/MHz
3 A3	1.02 dB/cm/MHz
4 A4	1.04 dB/cm/MHz
5 A5	0.99 dB/cm/MHz
6 A6	1.01 dB/cm/MHz
7 A7	1.01 dB/cm/MHz
8 A8	1.02 dB/cm/MHz

CHI	
Frq	2.5
Gn	36
D	13.0

U	
Frq	3.5
T	44
AO%	100

5

10

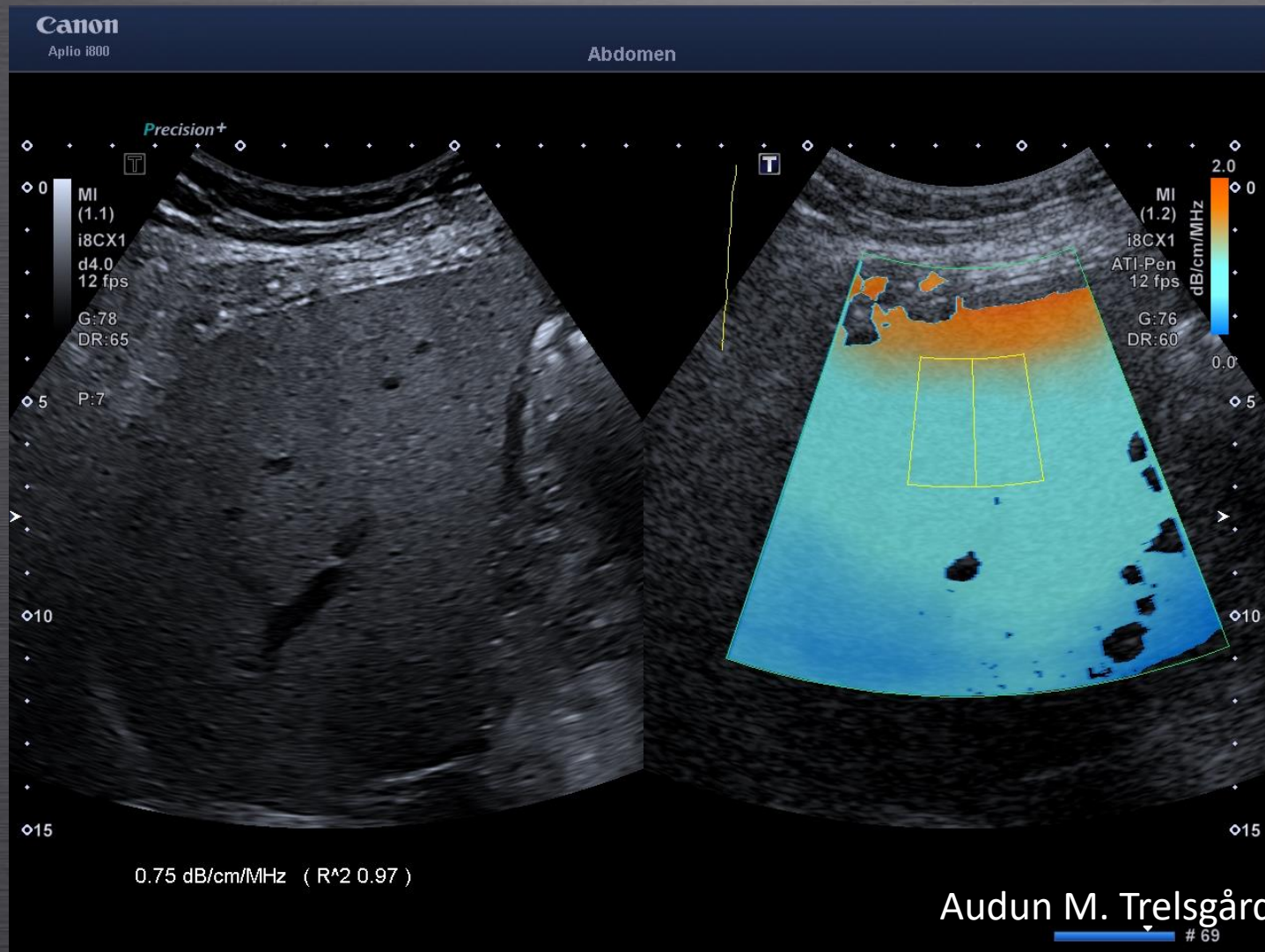
L

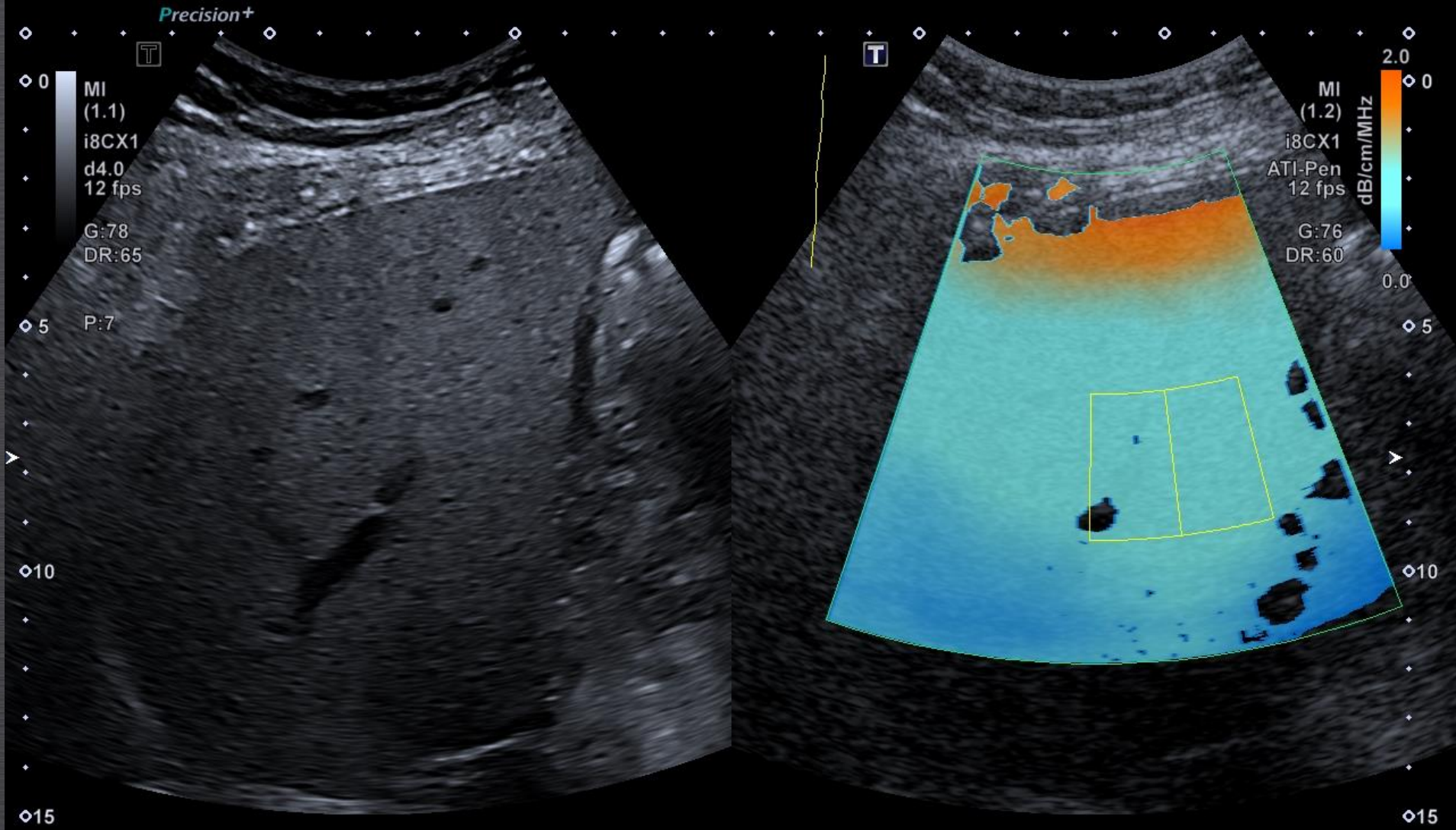


Parameter	Value	m1	m2	m3	m4	m5	m6	Method
B Mode Measurements								
Attenuation,dB/cm/MHz								
Site1								
A1	0.82	0.82						Last
A2	0.85	0.85						Last
A3	0.88	0.88						Last
A4	0.81	0.81						Last
A5	0.86	0.86						Last
A6	0.84	0.84						Last
A7	0.86	0.86						Last
A8	0.86	0.86						Last
A9	0.84	0.84						Last
A10	0.83	0.83						Last
A11	0.82	0.82						Last
Med	0.84							
IQR	0.05							
IQR/Med	4.0%							
N	11							

Audun M. Trelsgård

Canon Aplio: ATI



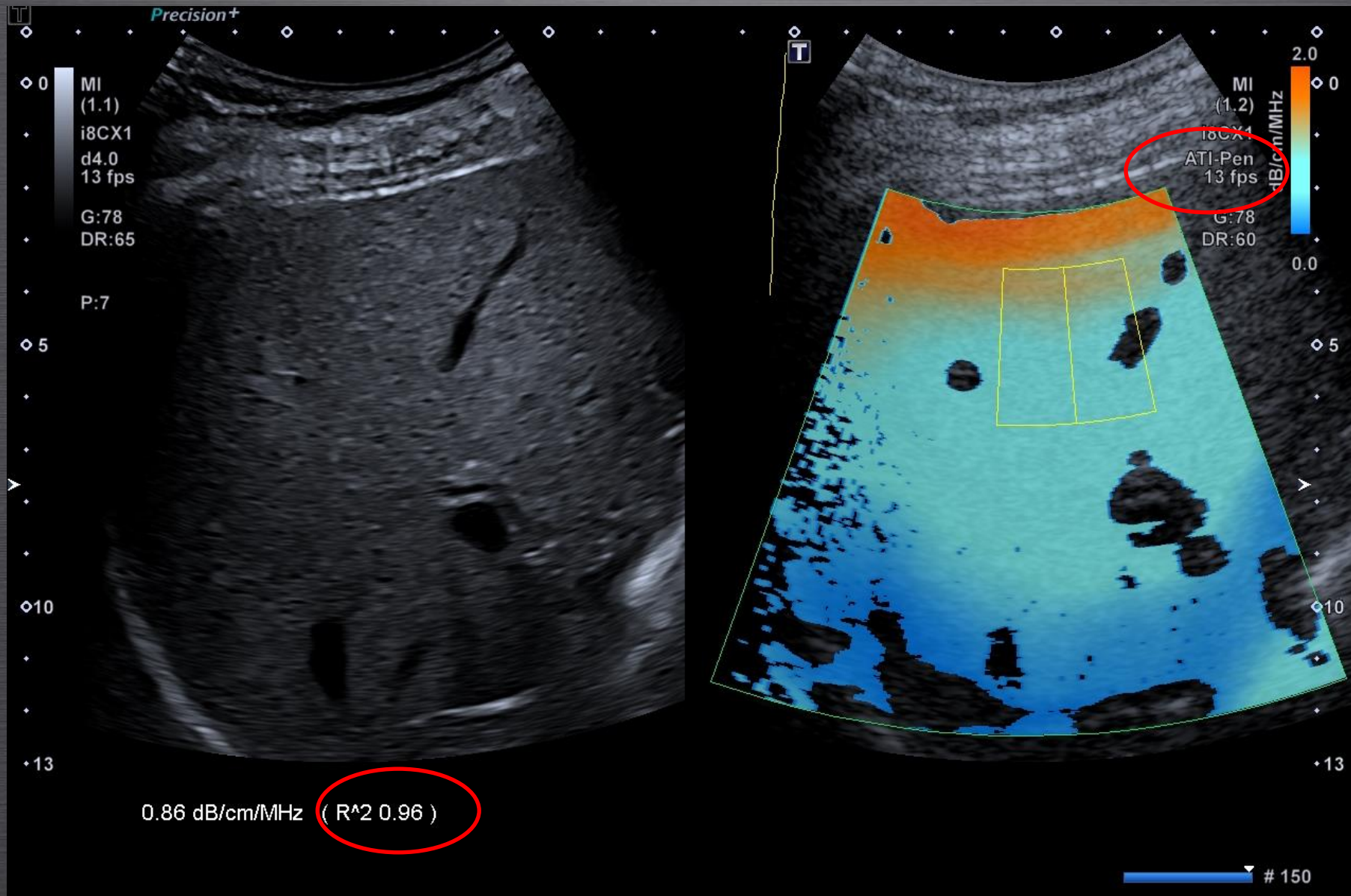


For dypt, gir ofte lavere verdi

Undersøkelse av fettlever - ATI

- Mål rett under mørkt oransje farge
- Minste størrelse på målevindu
- $R^2 \geq 0,90$
- 5 målinger
- ATI-Pen som standard (3 Mhz)
- Litt god avstand til mørkeblå artefaktsignalet i dypet

Attenuation imaging, ATI

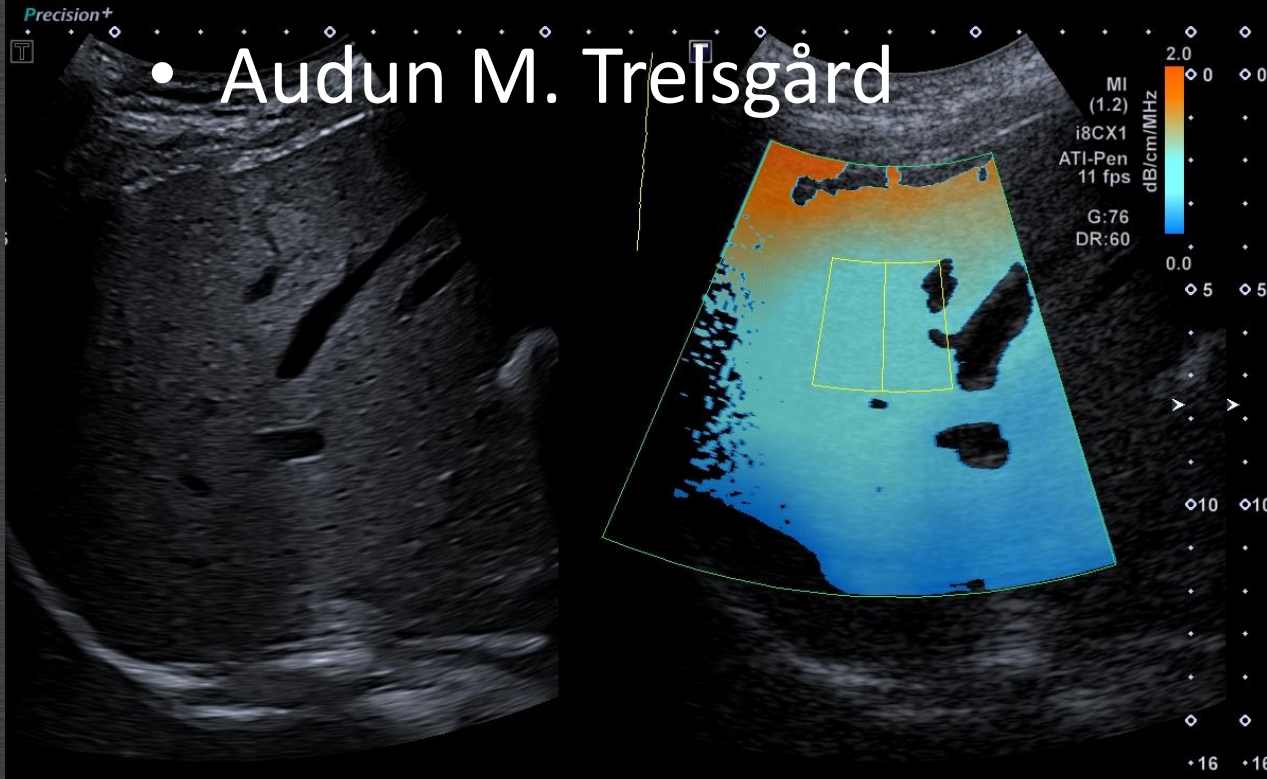


Abdomen

Canon
Aplio i800

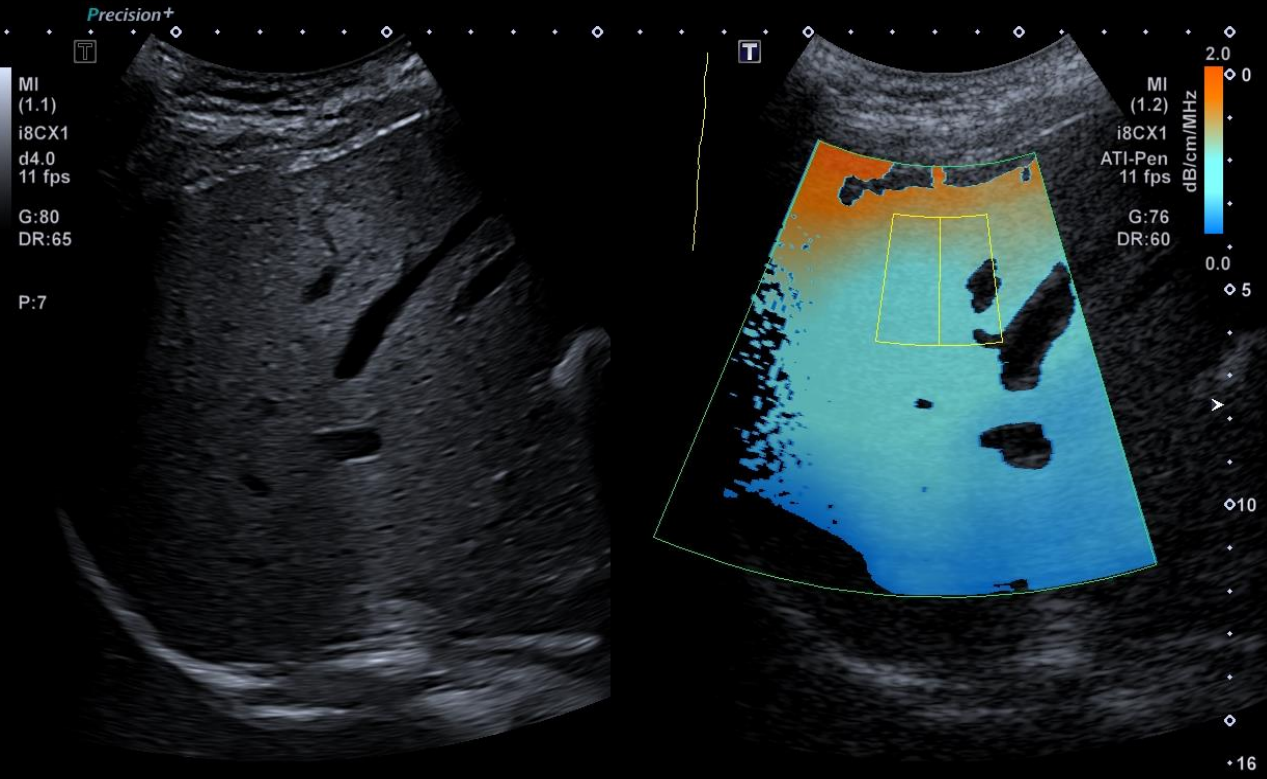
Abdomen

• Audun M. Trelsgård



0.70 dB/cm/MHz (R^2 0.98)

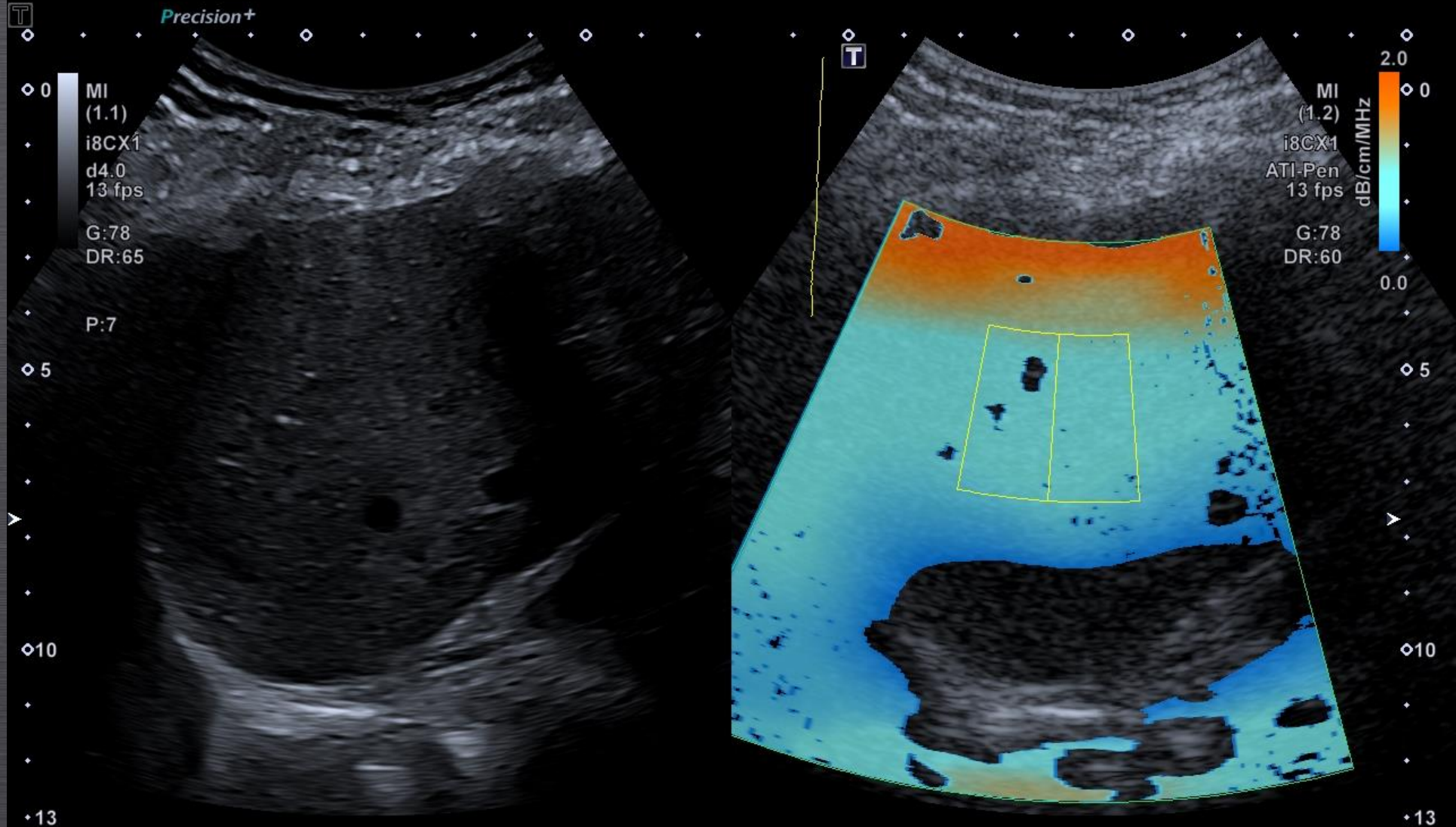
13



0.79 dB/cm/MHz (R^2 0.96)

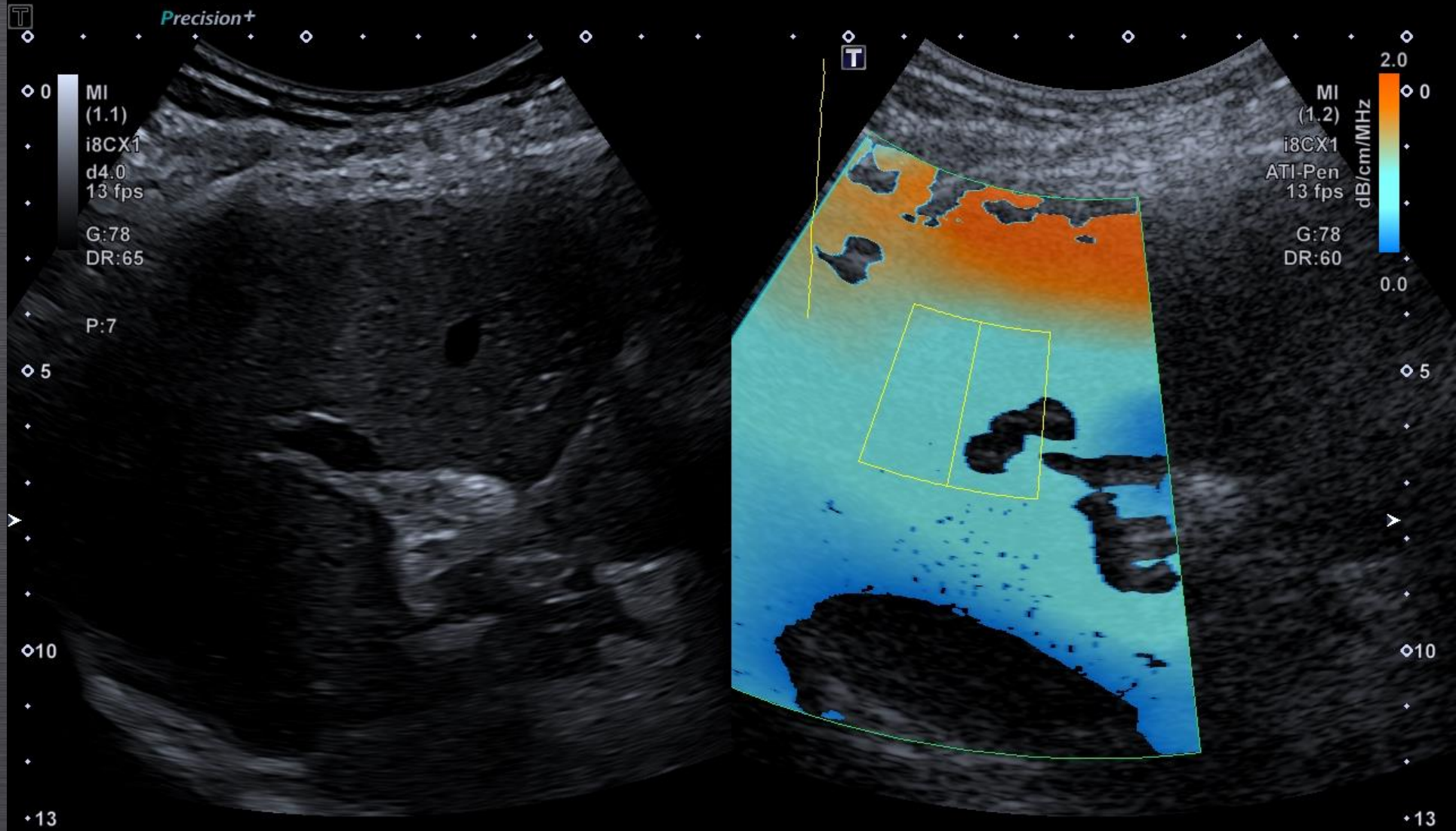
Audun M. Trelsgård

13



0.59 dB/cm/MHz (R^2 0.97)

Audun M. Trelsgård



0.87 dB/cm/MHz (R^2 0.98)

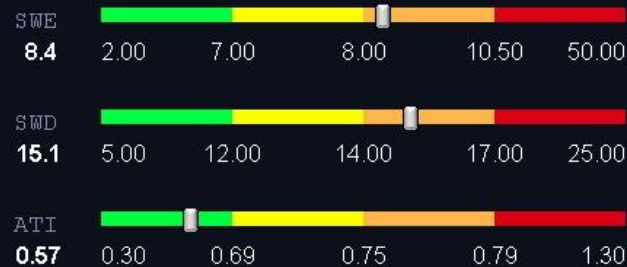
Audun M. Trelsgård

Shear Wave

		Speed[m/s]		Elasticity[kPa]		Dispersion[(m/s)/kHz]		Depth[cm]
		Average	SD	Average	SD	Average	SD	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	1.57	0.11	7.3	1.1	14.97	4.36	2.8
<input checked="" type="checkbox"/>	2	1.58	0.11	7.3	1.0	15.18	4.22	2.8
<input checked="" type="checkbox"/>	3	1.60	0.09	7.6	0.9	14.90	2.76	2.8
<input checked="" type="checkbox"/>	4	1.66	0.10	8.1	1.0	14.24	2.70	2.8
<input checked="" type="checkbox"/>	5	1.68	0.12	8.3	1.2	14.60	2.41	2.8
<input checked="" type="checkbox"/>	6	1.70	0.12	8.6	1.3	14.42	2.80	2.8
<input checked="" type="checkbox"/>	7	1.69	0.10	8.4	1.0	16.16	3.24	2.8
<input checked="" type="checkbox"/>	8	1.72	0.09	8.8	1.0	18.60	7.19	3.1
<input checked="" type="checkbox"/>	9	1.75	0.09	9.1	1.0	19.40	6.87	3.1
<input checked="" type="checkbox"/>	10	1.73	0.10	8.9	1.1	18.95	6.70	3.1

Graph Settings

#LIVER



#LIVER

- Severe
- Significant
- Mild
- Normal

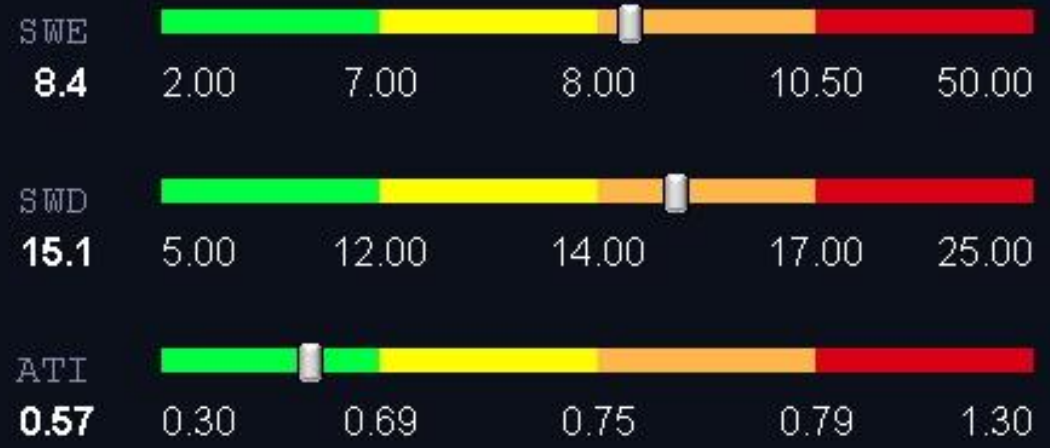
Attenuation

		ATI[dB/cm/MHz]
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0.60
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.57
<input checked="" type="checkbox"/>	3	0.56
<input checked="" type="checkbox"/>	4	0.60
<input checked="" type="checkbox"/>	5	0.55

Application Measurement	Speed [m/s]	Elasticity [kPa]	Dispersion [(m/s)/kHz]	ATI [dB/cm/MHz]
Mean	1.67	8.2	16.1	0.58
SD	0.06	0.6	1.9	0.02
Median	1.68	8.4	15.1	0.57
IQR	0.12	1.2	4.0	0.04
IQR/Median	0.07	0.14	0.27	0.07

Graph Settings

#LIVER



Application Measurement	Speed [m/s]	Elasticity [kPa]	Dispersion [(m/s)/kHz]	ATI [dB/cm/MHz]
Mean	1.67	8.2	16.1	0.58
SD	0.06	0.6	1.9	0.02
Median	1.68	8.4	15.1	0.57
IQR	0.12	1.2	4.0	0.04
IQR/Median	0.07	0.14	0.27	0.07

Felles fremgangsmåte for UGAP/ATI:

- Intercostalt høyre leverlpp
- Høyre arm over hodet
- Holde pusten (i ekspirasjon), unngå dyp inspirasjon
- Faste 4 (4-6) t
- IQR/median <30%
- **God kvalitet på 2D bildet**

UGAP

- Låst i dybde
- Unngå kar
- 10 målinger
- Rødt = svært dårlig kvalitet

ATI

- Rett under mørk oransje farge
- Minste størrelse på målevindu
- $R^2 \geq 0,90$
- 5 målinger
- ATI-Pen som std (3 Mhz)
- God avstand til mørkeblå farge



the One-stop Liver Shop

- En konsultasjon
- Blodprøver tatt på forhånd
- Ultralyd lever, kombinere nye og etablerte metoder
- Sette diagnose
- Lage en plan for oppfølging