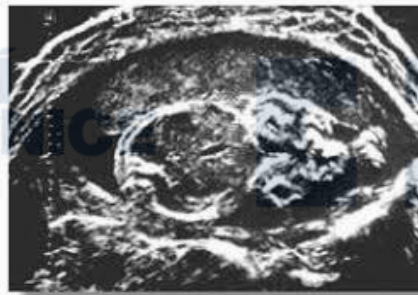


Ing. Radomír Kubák, CSc.

Technologické pokroky ultrazvukové diagnostiky 2015-2020



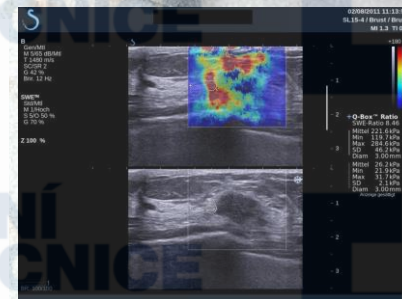
1967



2017



The ATL Mark V marketed
in 1978



FAKULTNÍ
NEMOCNICE
BRNO
MEDATA

Ing. Radomír Kubák, CSc.

Technologické pokroky ultrazvukové diagnostiky 2015-2020

Strain < ShearWave Elastografie...

UltraFast (multi-wave) Imaging –

UltraFast Doppler...

Fusion-Navigation Imaging

Needle Enhanced Vizualization

Konstrukce sond ... (1-30.. MHz)

Miniaturizace < Mobile Health Care

www.medata.cz

www.CSUM.cz

Veřejné soutěže – podmiňované specifikace (RDG)

Elastografie – **pasivní (strain)** vč. kvantifikační a kvantitativní analýzy v reálném čase vč. barevného kódování a parametrického hodnocení

– **aktivní (v reálném čase)** – vč. kvantifikace stříhové tuhosti tkáně (**shear wave imaging**) v m/s i kPa, grafické zobrazení rychlosti SW, parametr kvality a validity měření

TriVu – kombinace B-módu, Barevného dopplera + Elastogramu do jednoho zobrazení

UltraFast (multi-wave) Imaging – **UltraFast Doppler**... – získání a zobrazení spektrální PW křivky z jakéholi bodu barevného dopplera v ten samý časový okamžik

Fusion-Navigation Imaging – synchronizované zobrazení uzv vyšetření v reálném čase s vyšetřením provedeným na ČT nebo MRI ...ve spojení s navigací intervenčního nástroje (biopsie, ablace,..)

Microcalcification imaging, **microvascularization** imaging
Needle Enhanced Visualization

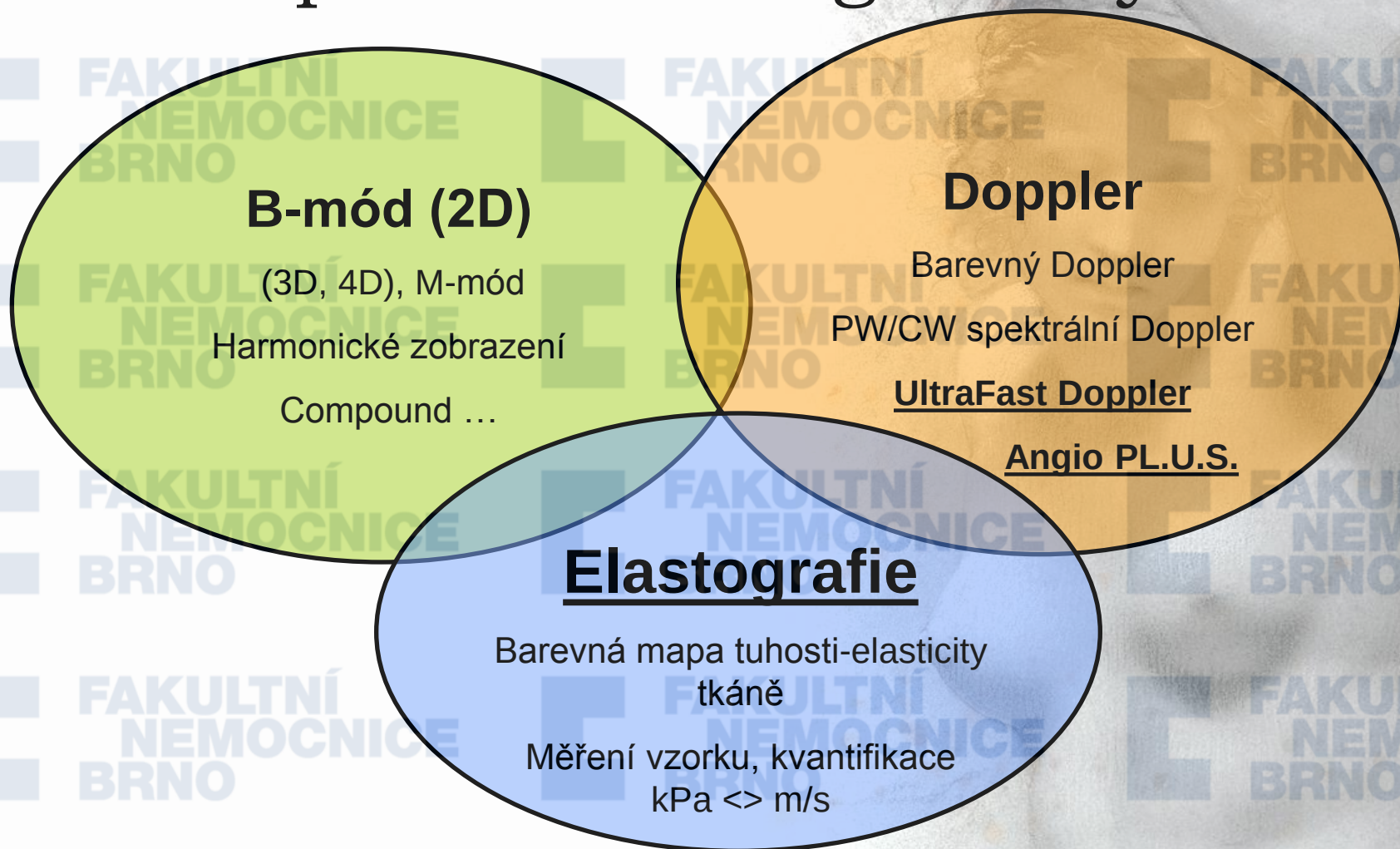
Konstrukce sond ... (1-30.. MHz) – **matrix** sondy, **single crystal** sondy,
nové materiály

Prostorová rozlišovací schopnost : axial < 0,25mm / lateral < 0,4 – 0,25 mm
... Display minim. 23“ , hloubka zobrazení na konvex sondě min. 50cm ...

Miniaturizace < Mobile Health Care

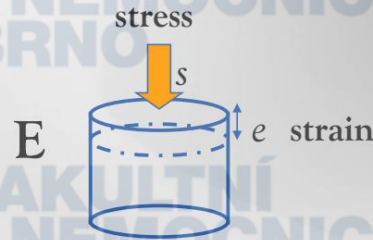
← **Umělá inteligence, virtuální realita**

3 pilíře UZV diagnostiky :



Základy elasticity lidských tkání

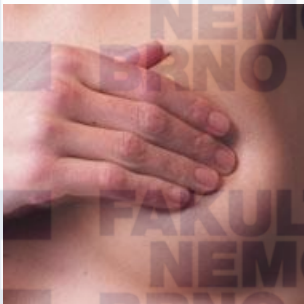
- Youngův modul pružnosti:
 - Externí homogenní stlačení (s) je aplikováno na pevnou tkáň
 - Vyvolá deformaci/pnutí (e) ve tkáni
 - **Youngův modul je poměr mezi aplikovaným tlakem a vyvolaným pnutím**
 - Youngův modul, nebo **elasticita E**, kvantifikuje tuhost tkáně. Jednoduše řečeno, tužší tkáně mají vyšší Youngův modul než měkké.



Modulus for measuring Elasticity:
Young's Modulus E

$$E = \frac{s}{e} \text{ kPa}$$

Type of soft tissue		Young's Modulus (E in kPa)	Density (kg/m ³)
Breast	Normal fat	18-24	930-1020
	Normal glandular	28-66	
	Fibrous tissue	96-244	
	Carcinoma	22-560	
Prostate	Normal anterior	55-63	~1000 +/- 8 % ~water
	Normal posterior	62-71	
	BPH	36-41	
	Carcinoma	96-241	
Muscle	Normal Skeletal	6-7	
Liver	Normal Liver	0.4-6	
Kidney	Fibrous tissue	10-55	



Elasticita tkání byla odedávna hodnocena hmatem....

Elastografie- Neinvazivní posouzení mechanických vlastností tkáně (kvalitativní < kvantitativní) ...

detekce tuhosti (elasticity) v odezvě na mechanickou sílu (komprese, stříhová vlna)

Strain Elastografie

- Generování pnutí stlačováním (uvolňováním) tkáně sondou* ("pumpováním")
= **nutná zkušenost vyšetřujícího**
- Záznam smyčky
- Generování elastogramu
 - na základě rozdílových snímků (v časové nebo frekvenční/doppler oblasti)
- Vyhledání reprezentativní mapy elasticity (většinou retrospektivně!)

ShearWave Elastografie (SWE)

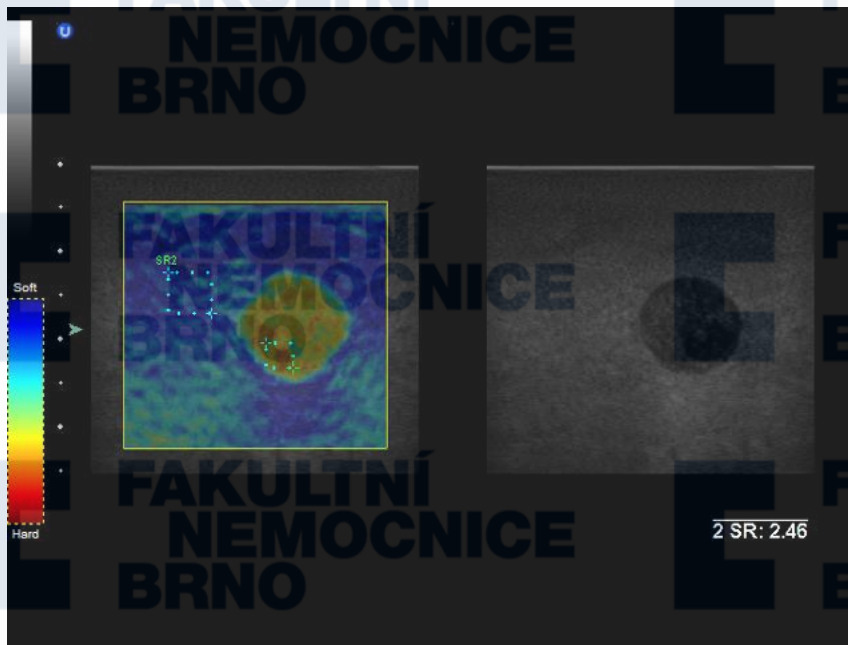
- Automatické generování příčných vln fokusací UZV svazku
- Extrémě rychlá paralelní 2D akvizice (20.000 snímků/s)
- Výpočet rychlosti šíření příčných vln
- Prezentace mapy

V reálném čase

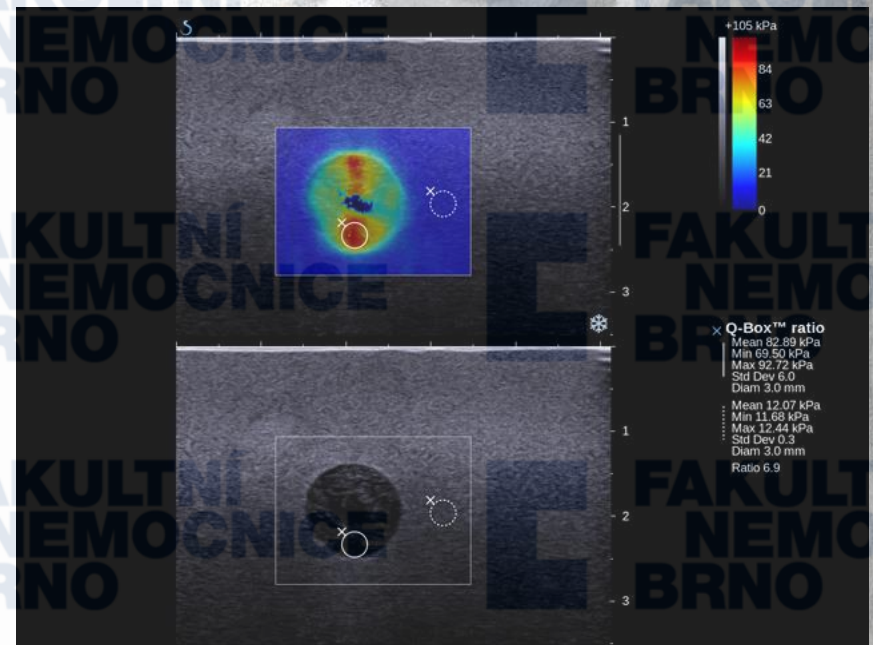
* V současnosti využívá rytmických pohybů pacienta (dýchání, pohyby velkých cév)

Elastografie

Strain Elastografie

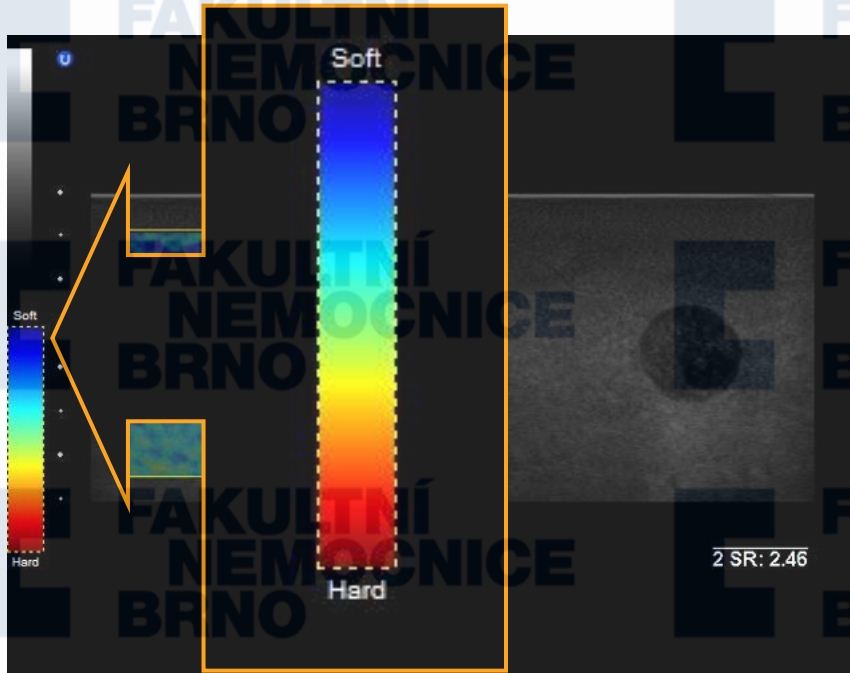


ShearWave Elastografie

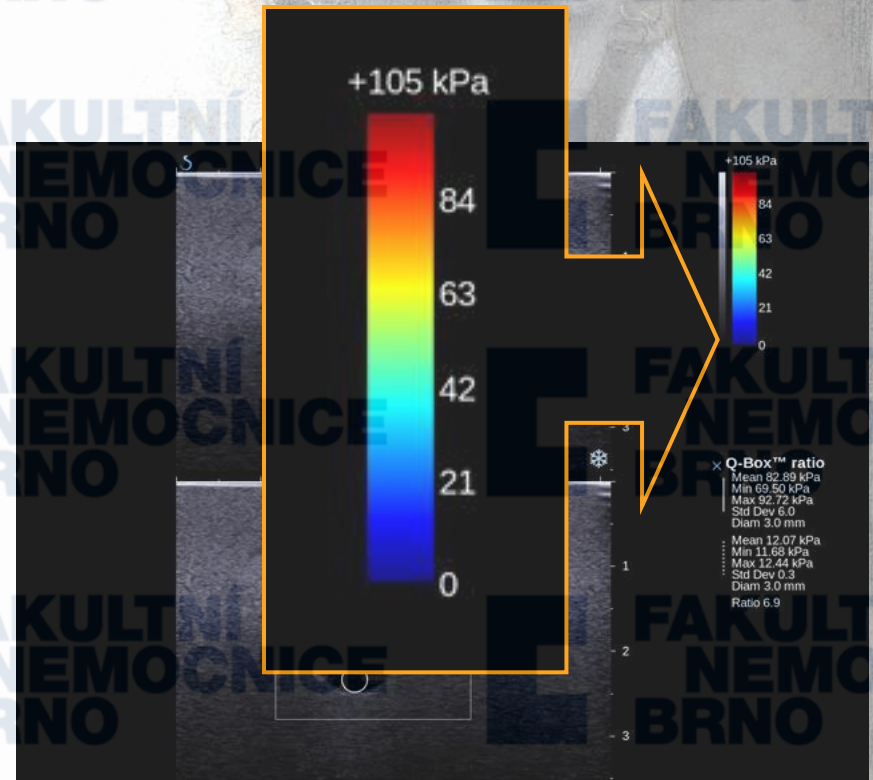


Elastografie

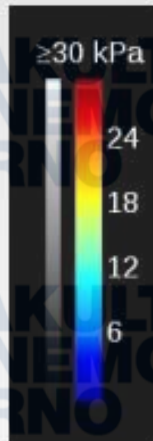
Strain Elastografie



ShearWave Elastografie



- Shear waves travel more slowly in soft, amorphous tissues, e.g. liver
- Shear waves travel more rapidly in stiffer, organized tissue, e.g. muscle



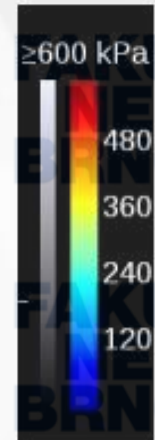
Liver



Prostate



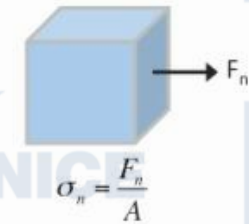
Breast



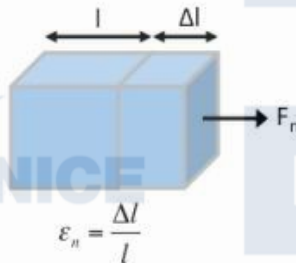
MSK

Mechanické vlnění

Stress
 σ
Vybuzení



Strain
 ϵ
Odezva

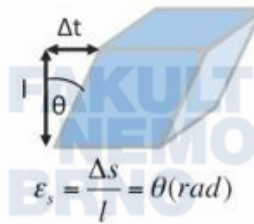
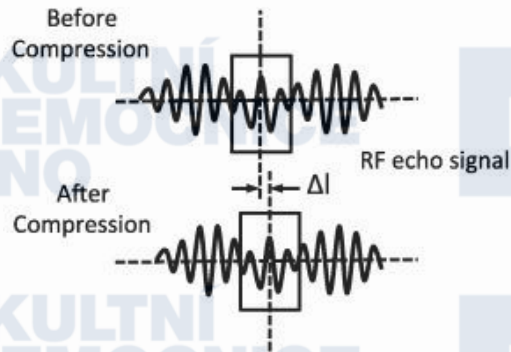


Elastic
Moduli

$$\text{Young's Modulus} = E = \frac{\sigma_n}{\epsilon_n}$$

Deformace v tlaku/tahu

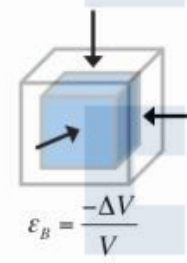
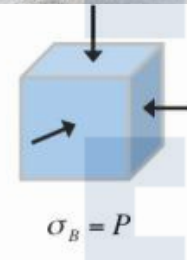
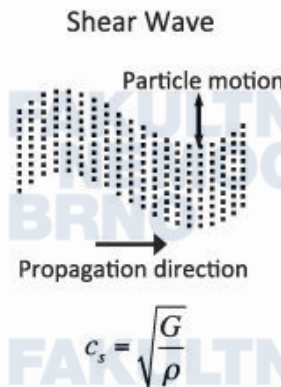
(a) Strain Imaging



$$\text{Shear Modulus} = G = \frac{\sigma_s}{\epsilon_s}$$

ve smyku

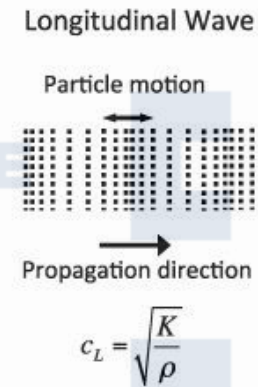
(b) Shear Wave Imaging



$$\text{Bulk Modulus} = K = \frac{\sigma_b}{\epsilon_b}$$

všestřanným tlakem

(c) B-mode Ultrasound



- Both Compressional Waves and Shear Waves propagate in the human body

Compressional waves propagate at ≈ 1540 m/s

$$c_p \cong \sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

Shear waves propagate at ≈ 10 m/s

$$c_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

These waves propagate at very different speeds!!

- There is another relationship between elasticity and shear wave speed:

$$E = 3\mu = 3\rho c_s^2$$

- So if you can measure the speed of shear waves (c) in the body, you can estimate the elasticity of the tissue!

UltraSound Elastography (USE)

Strain Imaging

Strain Elastography (SE)

ElaXto™
Real-time tissue elastography™
Elastography

ElastoScan™
eSieTouch™
Elasticity Imaging

Esaote
Hitachi
Aloka

GE, Philips,
Toshiba,
Ultrasonix,
Mindray,
Samsung,
Siemens

Manual probe compression
or internal patient movement

Acoustic radiation force impulse (ARFI) Strain Imaging

Virtual Touch™
Imaging (VTI/ARFI)

Siemens

Point Shear Wave Elastography (pSWE/ARFI quantification)

Virtual Touch™
Quantification (VTQ/ARFI)
ElastPQ™

Siemens,
Philips

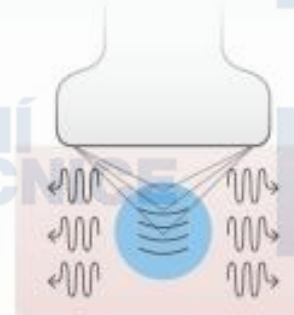
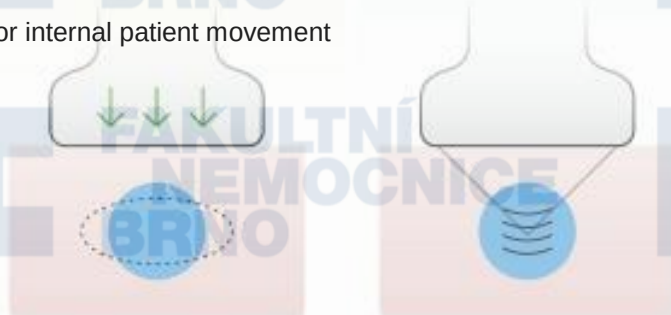
2D Shear Wave Elastography (SWE)

Shear Wave Elastography
Virtual Touch™
Quantification (VTIQ/ARFI)
Acoustic Structure Quantification

Super
Sonic
Imagine,
Philips,
Toshiba,
GE,
Siemens

1D Transient Elastography (TE)

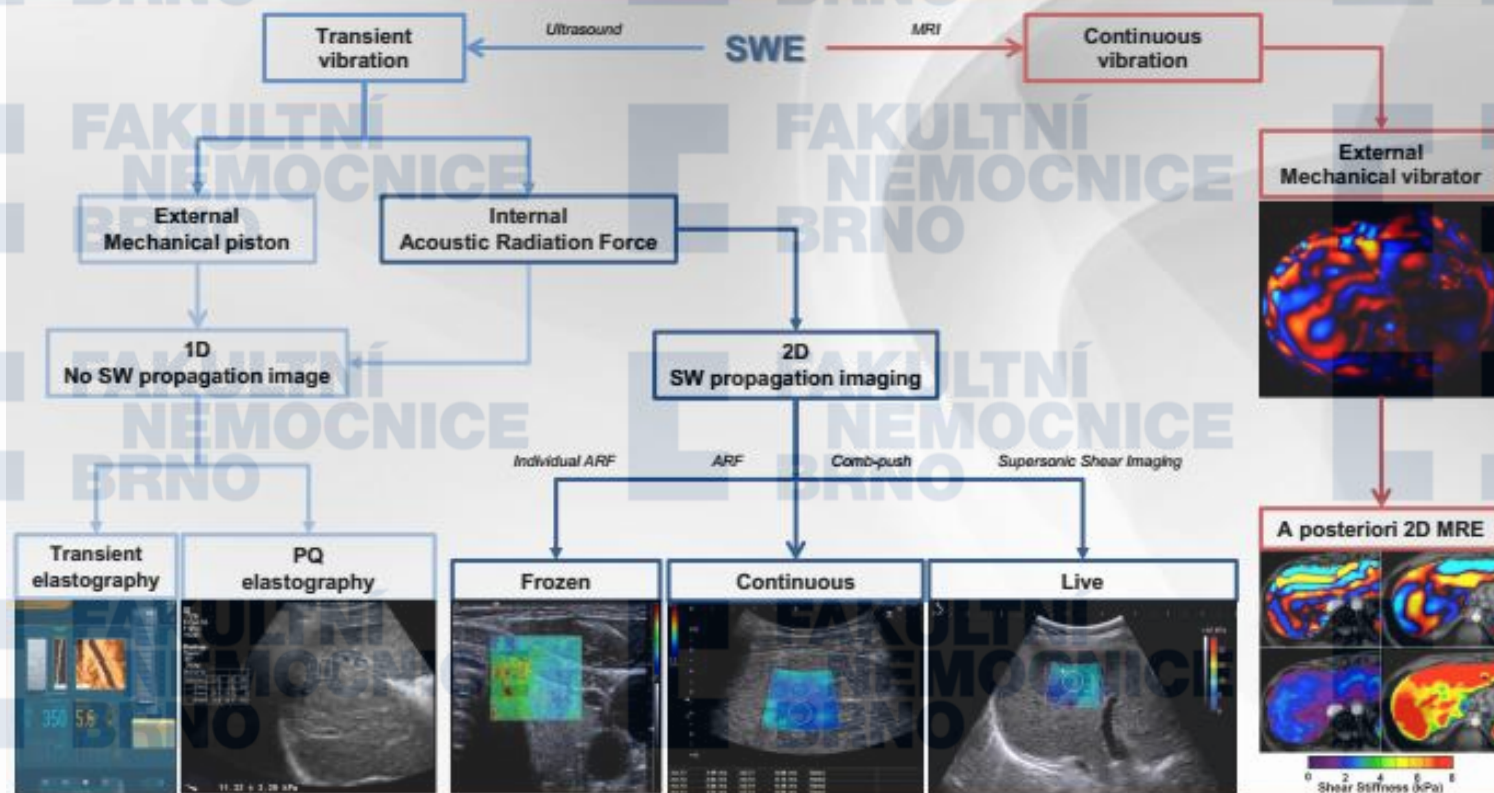
FibroScan™ Echosens



SW Elastografie

Shear Wave-based Elastography: Technical Landscape

SUPERSONIC
imagine



Tranzientní elastografie (TE)

- hodnocení stupně fibrózy (jednouúčelový přístroj Fibroscan)
- vibrátor spojený s ultrazvukovou sondou
- měření rychlosti šíření příčné vlny jaterní tkáně (10 měření/vyš.)
- rychlost propagace vlny je definována Youngovým modulem pružnosti a vyjádřena v kPa



Závislost (poměrně malá)
na subjektu vyšetřujícího (sestra)



Tranzientní elastografie (TE)

Transient Elastography: FibroScan by Echosense (liver)



Přesnost

- hodnocení stupně fibrózy (jednouúčelový přístroj Fibroscan)
- vibrátor spojený s ultrazvukovou sondou
- měření rychlosti šíření příčné vlny jaterní tkání (10 měření/vyš.)
- rychlost propagace vlny je definována Youngovým modulem pružnosti a vyjádřena v kPa

Stadium (METAVIR)	Cutt off (kPa)	SE	>80%
F0	5,5 ±1,6		
≥F2	7,8-8,8	56-100 %	11/19
≥F3	9,6-12,5	65-95 %	7/14
F4	12,5-17,6	77-100 %	15/18

Friedrich-Rust et al. Gastroenterology 2008



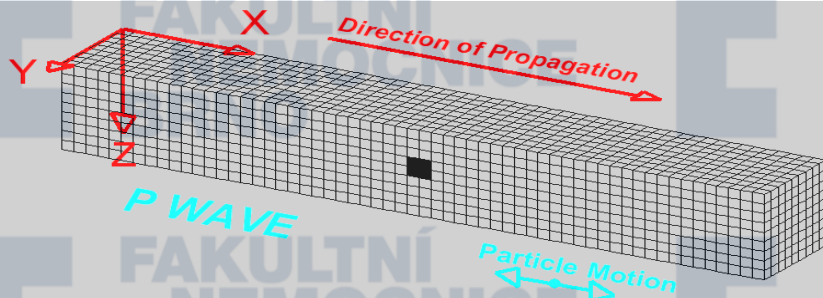
ShearWave Elastografie

- Příčné vlnění není nový jev
- Všechny sonografy, které využívají Doppler (PW) generují příčné vlnění v tkáni
- Běžné sonografy však nejsou schopné tyto vlny zobrazit
 - Limituje je rychlost akvizice obrazových dat
- Řešením je paralelní akvizice (UltraFast Imaging)
 - Insonifikace celého objemu všemi krystaly sondy najednou
 - A následná akvizice taktéž všemi krystaly naráz
 - Náročná na datový tok
 - Zpracování velkého objemu dat v poměrně krátkém čase

Mechanické vlnění

Vlnění se v tkáních šíří dvěma způsoby jako:

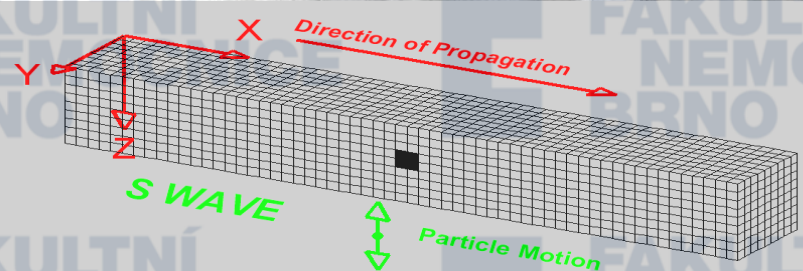
Podélné (tlakové) vlnění



$(\approx 1500 \text{ ms}^{-1})$

$$c_p \cong \sqrt{\frac{\lambda}{\rho}}$$

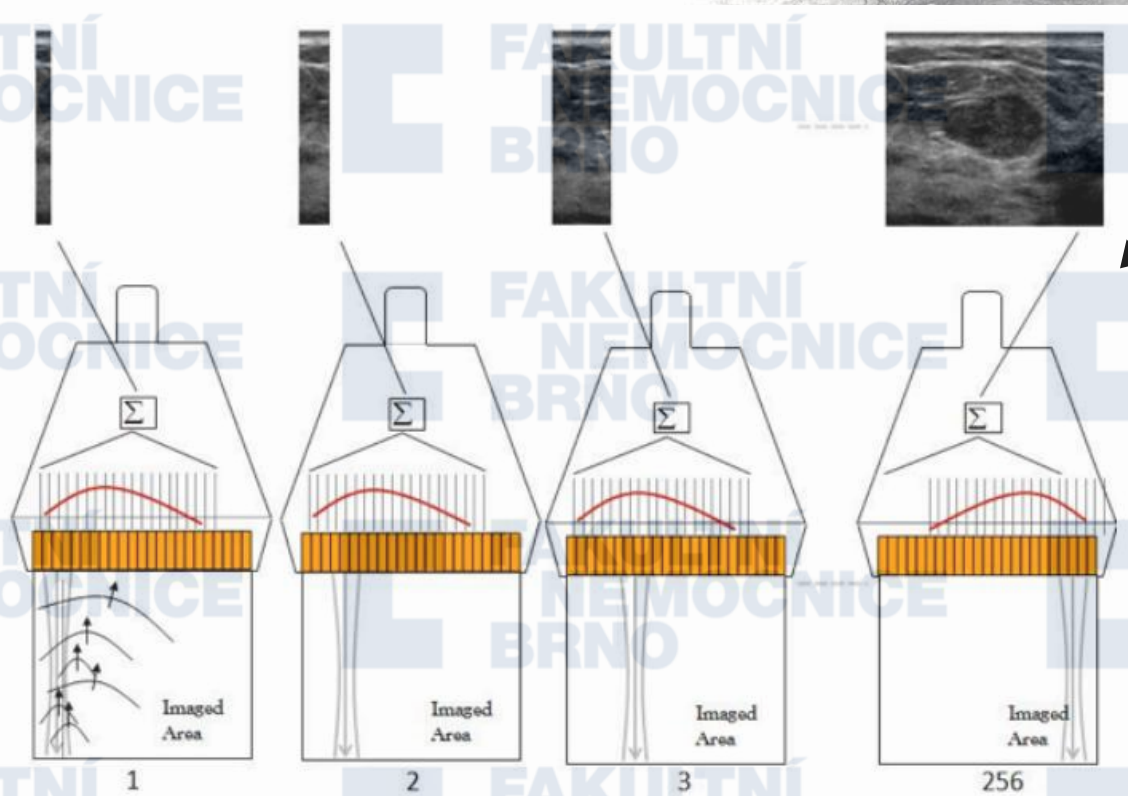
Příčné vlnění



$(\approx 1-10 \text{ ms}^{-1})$

$$c_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

Akvizice obrazových dat - konvenční

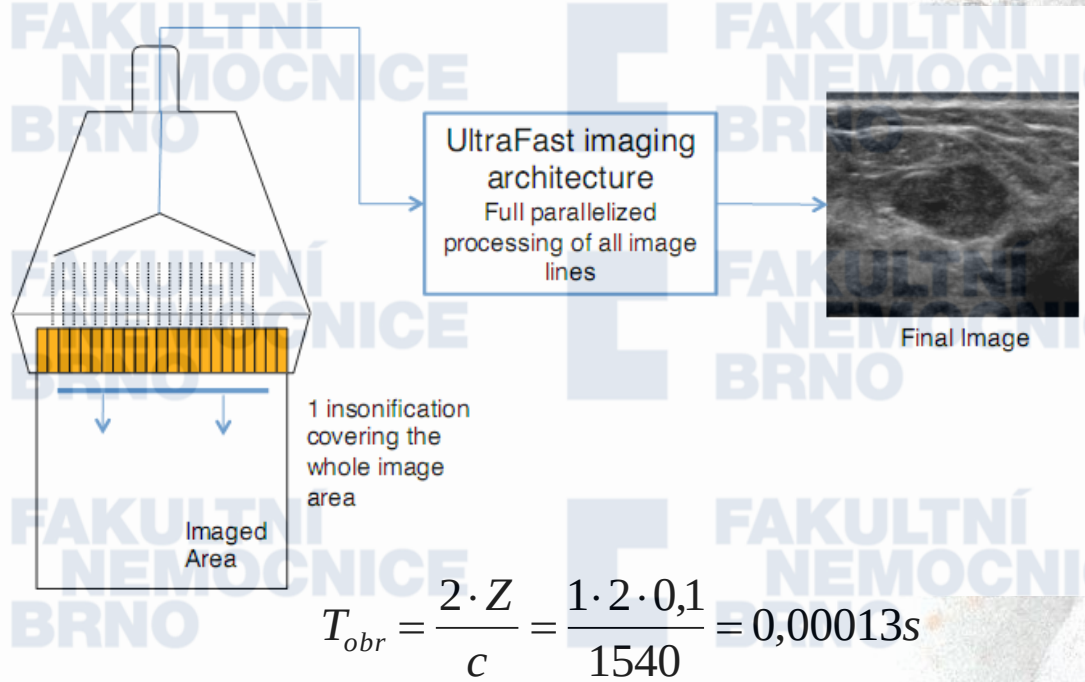


$$T_{obr} = \frac{N_{lines} \cdot 2Z}{c} = \frac{256 \cdot 2 \cdot 0,1}{1540} = 0,0332s$$

$$FR_{max} = \frac{1}{T_{obr}} = 30sn/s$$

Z...hloubka (10cm), **c**...rychlost uzv, **N**...počet sloupců skenu

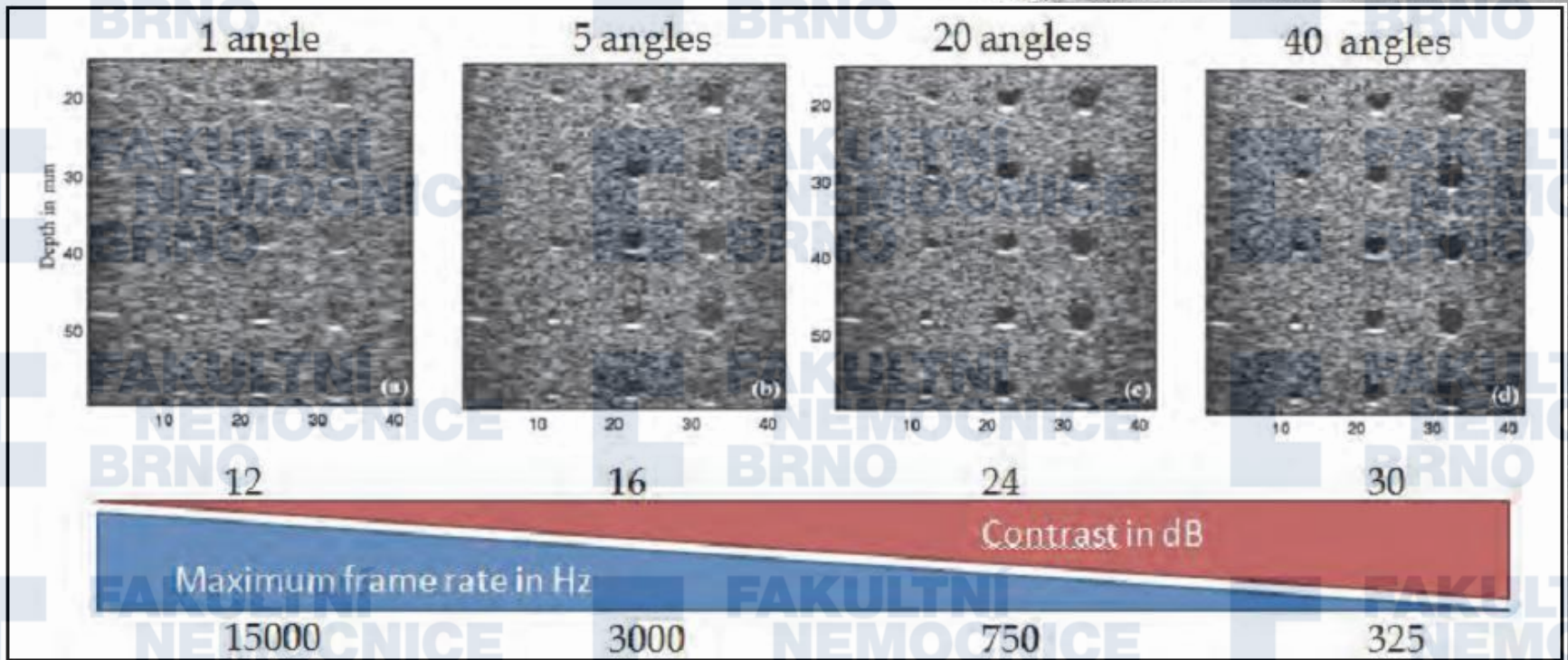
Akvizice obrazových dat - UltraFast



$$FR_{max} = \frac{1}{T_{obr}} = 7692sn/s$$

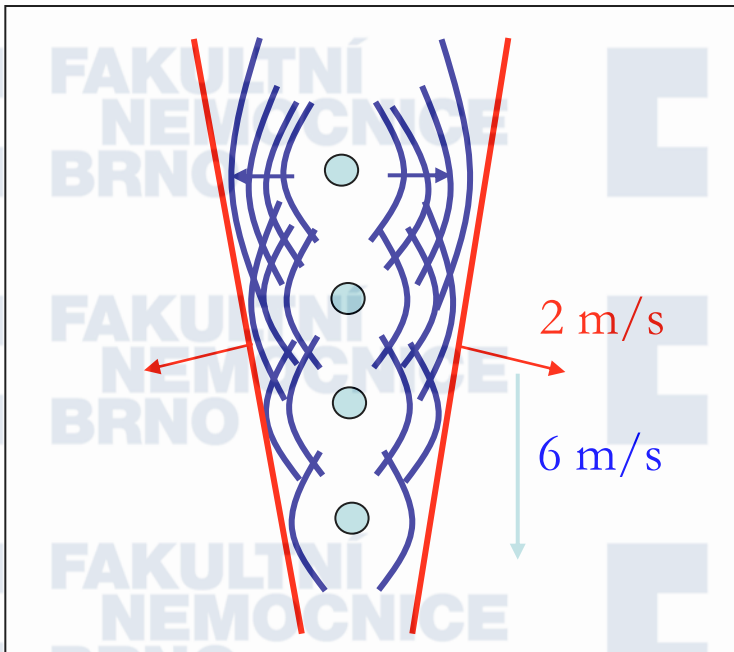
Application	Typical imaging depth	Conventional architecture	Ultrafast architecture
Abdominal imaging	20 cm	20 Hz	3800Hz
Cardiac Imaging	15 cm	150 Hz	5000Hz
Breast imaging	5 cm	60 Hz	15000 Hz

UltraFast Imaging



ShearWave Elastografie

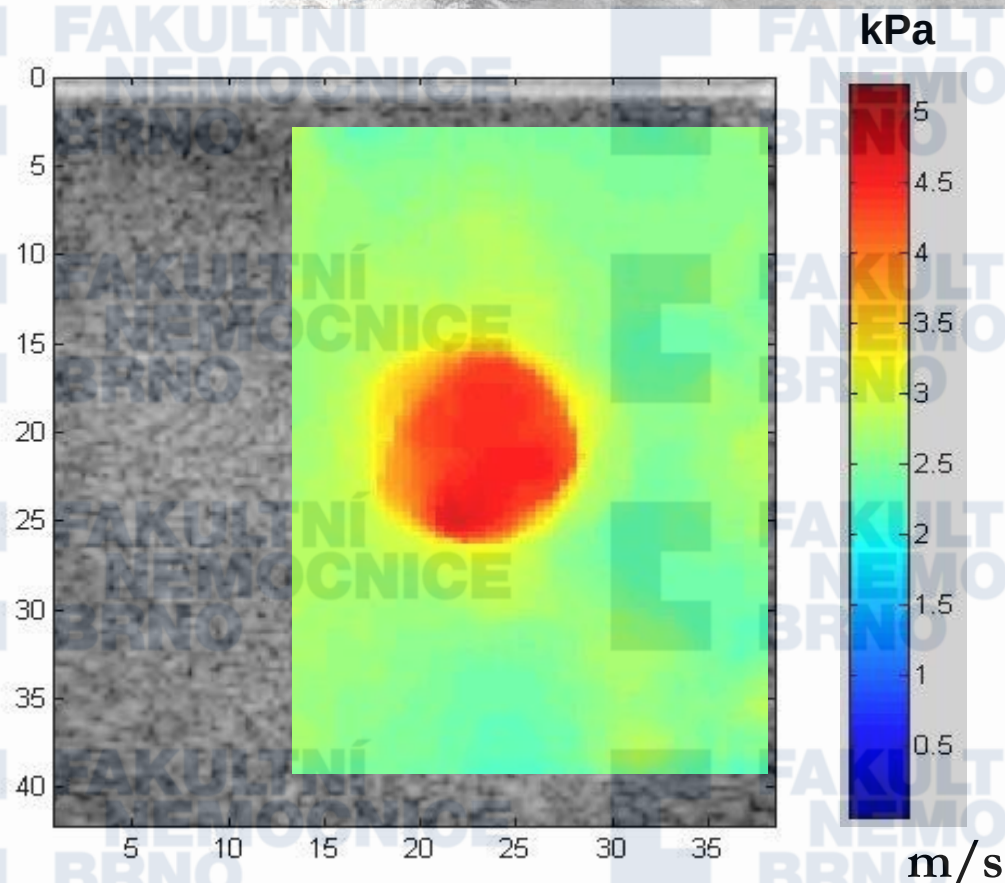
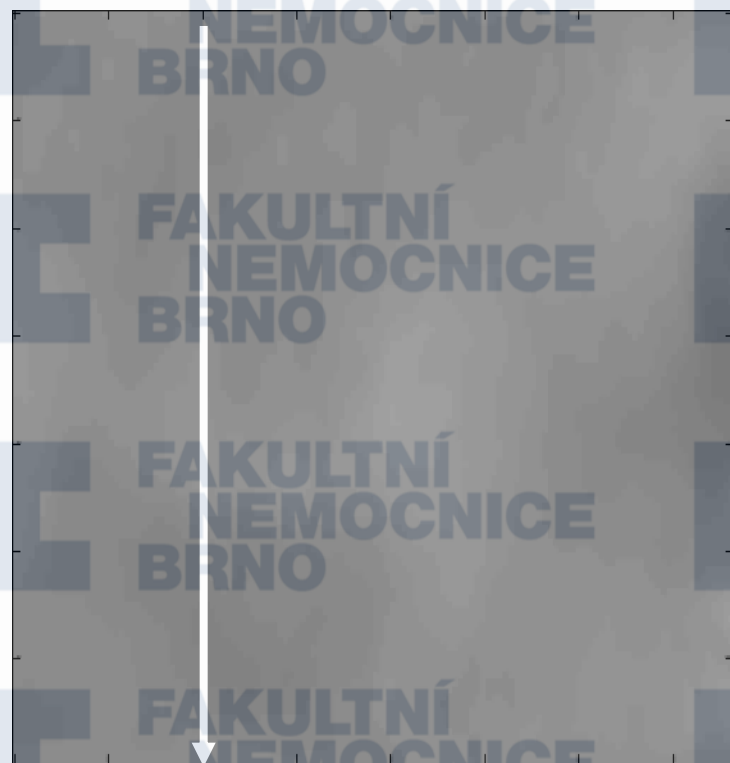
Transducer



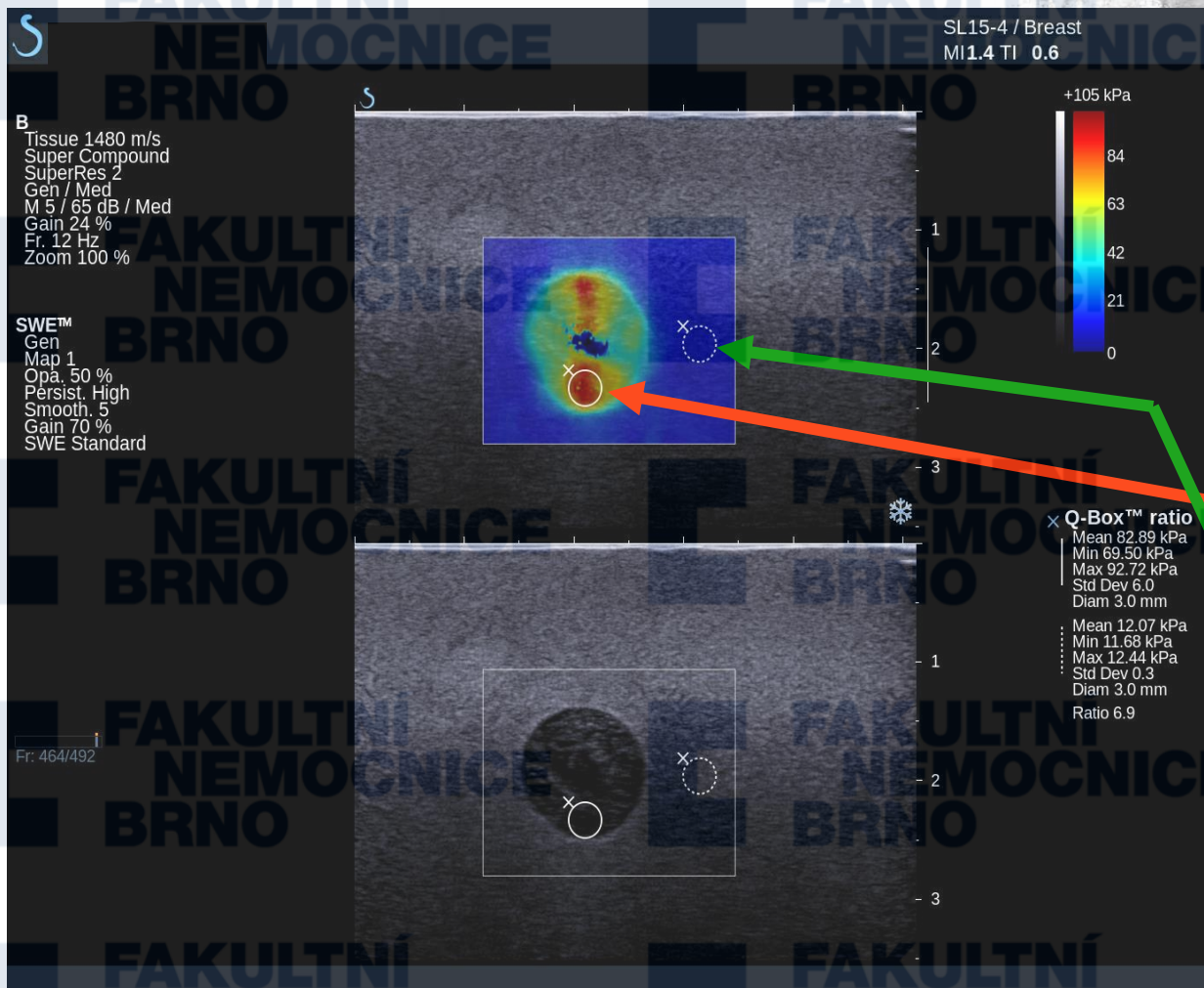
Mach 3

- Příčné vlnění postihuje velký útlum
- Pro kompenzaci je vybuzeno v několika bodech pod sebou
- Utvoří se čelo příčné vlny (které je odolnější útlumu)
- Fokusované pulsy jsou emitovány rychleji než se šíří příčné vlnění
- Čelo příčného vlnění vytvoří Machův kužel (podobně jako supersonický)

ShearWave Elastografie



Real-Time Shear Wave Elastografie (až 4 sn/s)



SWE elastografie

umožňuje :

reprodukovatelné, na
vyšetřujícím nezávislé
měření tuhosti místa či
plošky v oblasti zájmu
suspektního útvaru (v kPa)
v poměru k tuhosti okolní,
normální tkáně

**V tomto případě je poměr tuhosti
patologické tkáně k normálnímu
okolí 6,9 (83 kPa / 12 kPa)**

Klinické aplikace zaměřené na hlavní „potřeby veřejného zdraví“

Velký klinický význam

Karcinom prsu

- ✧ Převládající karcinom u žen: 1 z 8 žen
- ✧ Narůstající počet :
 - antikoncepce
 - obezita
 - fyzická neaktivita

- ✧ Specifita diagnostiky : benigní / maligní
- ✧ Objektivita diagnostiky : Nezávislost na vyšetřujícím
- ✧ Bez radiace
- ✧ Monitorace (vývoj tumoru..)
- ✧ **Screening tuhých prsů (>35% světové populace)**
- ✧ **Signifikanční pokles nezbytných biopsií (-47%)***

Jaterní onemocnění

- ✧ **Hep. B & C – Fibróza**
 - 700 million lidí
 - narůstá (diabetes, obezita)
- ✧ **NAFLD – Steatóza**
 - 420 million lidí
 - rychlý nárůst
- ✧ **Liver cancer**

- ✧ Specifita diagnostiky: staging fibrózy
- ✧ Zobrazení pro intervence - biopsie
- ✧ Screening na karcinom: benignita vs. malignita
- ✧ **Neinvazivní vyšetření fibrózy (Hep B & C)**
- ✧ **Detekce steatózy (NASH)**
- ✧ Pokles nutnosti použití kontrastu (Angio PL.U.S)

Screening

Diagnosis

Monitoring

(Strain Elastografie) + ShearWave Elastografie - využití

2) Mammologie

3) Štítná žláza
6) Lymfatické uzliny

1) Játro
4) transplant.ledviny

5) Prostata

gynekologie, pankreat,
mozk.nádory, 7) MSK-
Achill.tendinopatie, mediální
epikondylitida, ???...

Zvyšuje specifitu UZ vyšetření (bez snížení
senzitivity), pomáhá snížit počet nezbytných
biopsií

Pomáhá odhalit suspektní ložiska

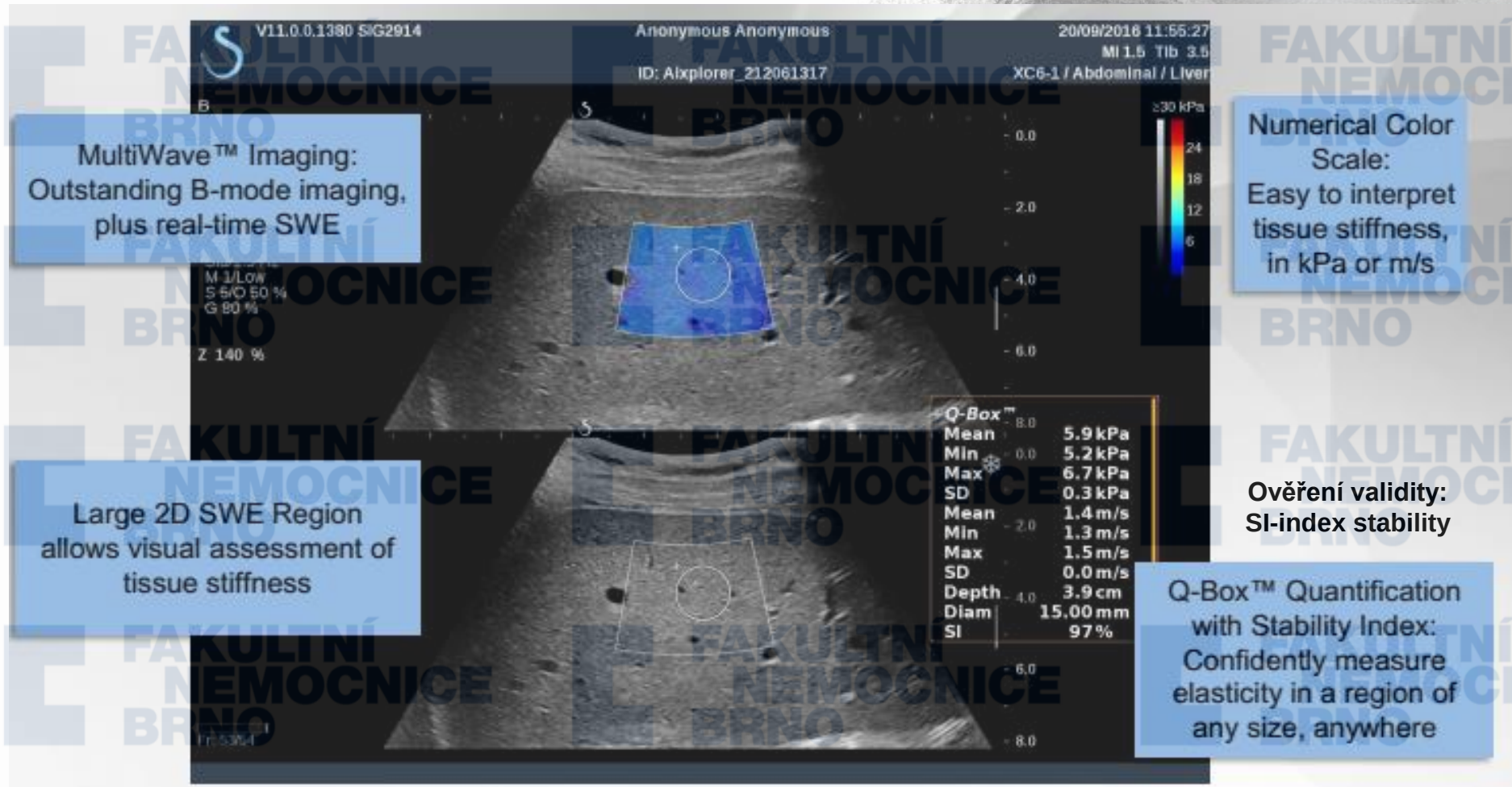
Neinvazivní hodnocení CLD ..fibrózy/cirhózy

Zlepšení diferenciací lézí

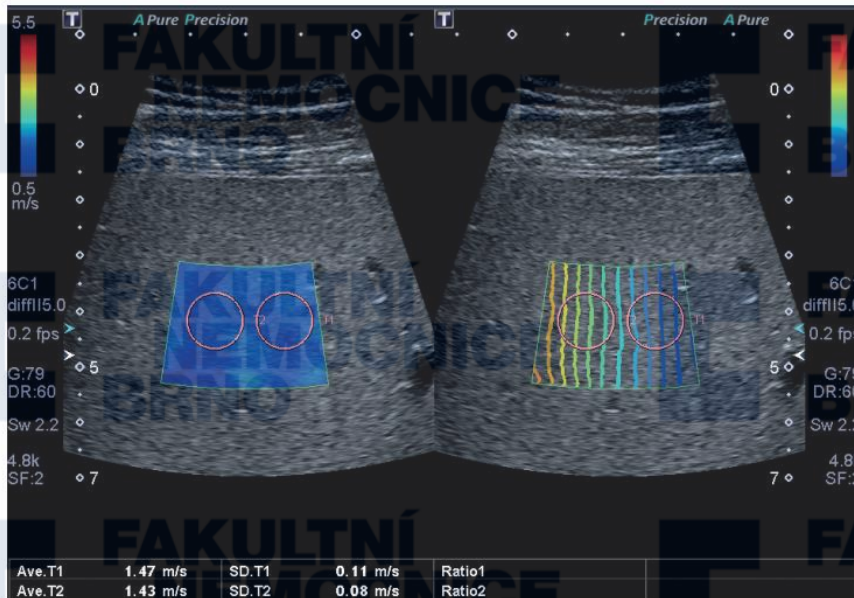
Navádění při biopsii

Ověřování účinnosti terapie

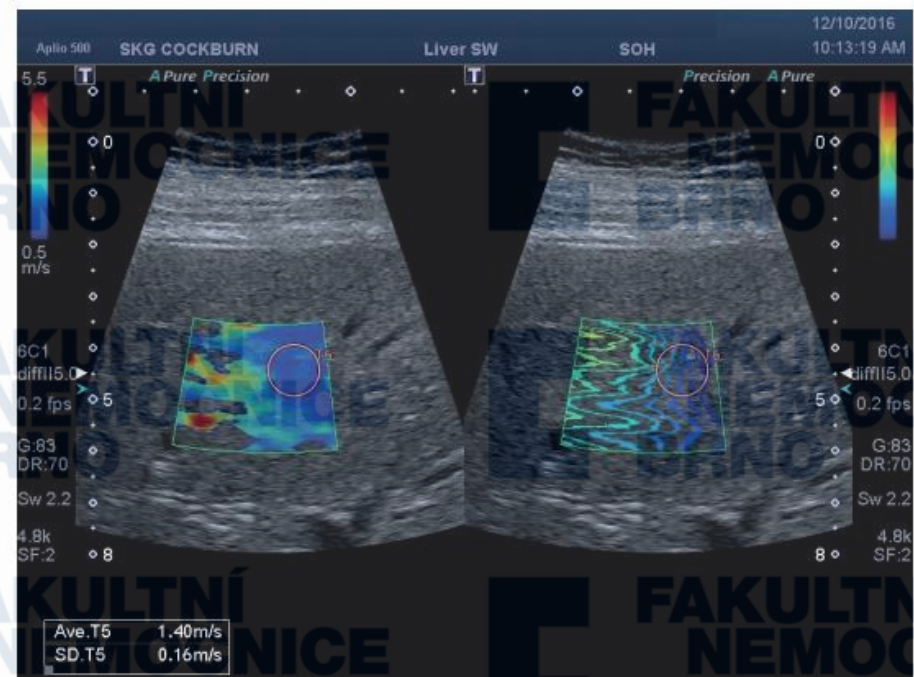
ShearWave Elastografie - Játra



ShearWave Elastografie - Játra



Grafické znázornění rychlosti šíření SW
pro umístění kvantifikovatelného ROI
(zvýšení validity měření elasticity)



ShearWave Elastografie - Játro

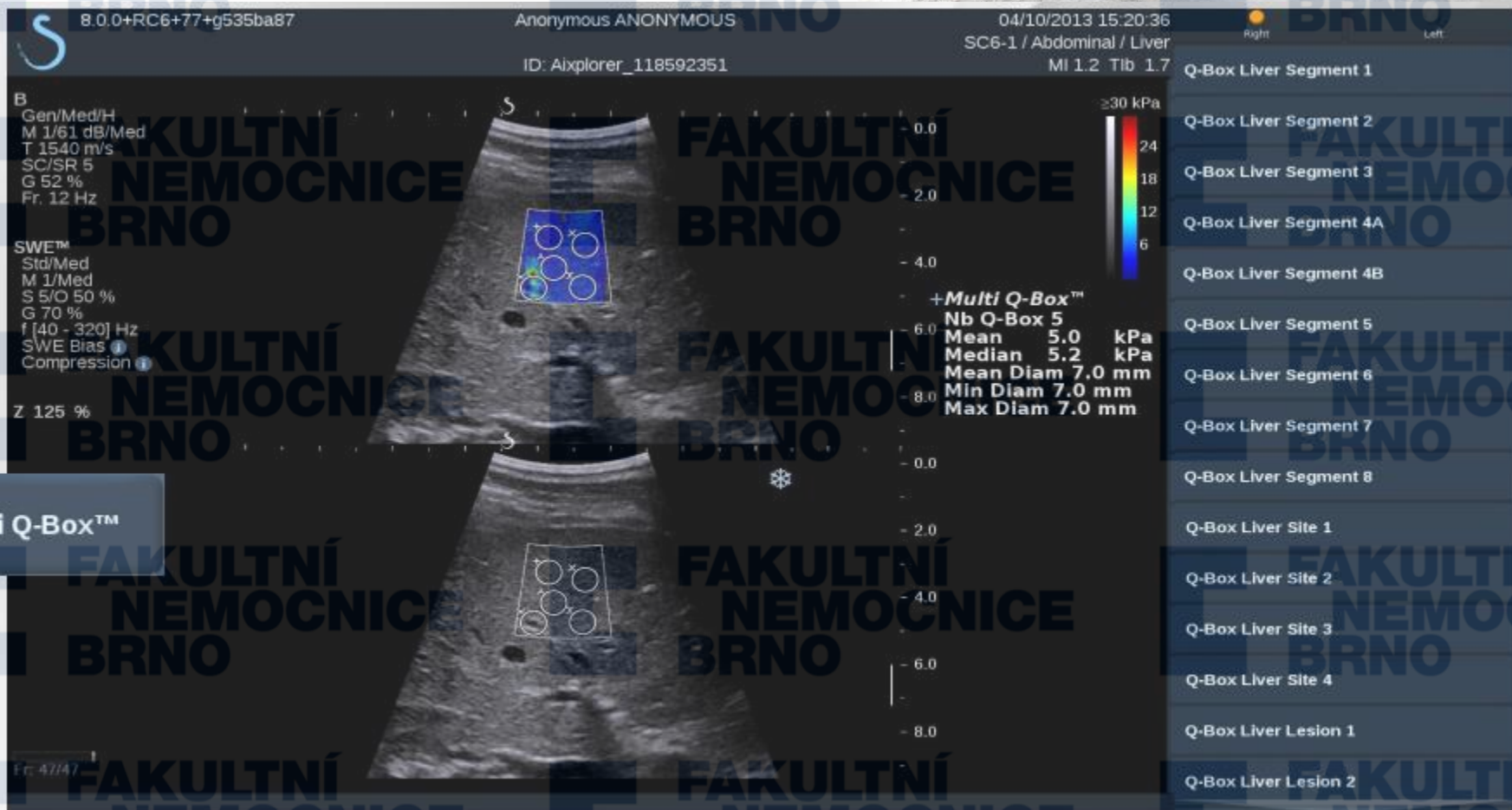


Fibrotický jaterní
parenchym

$E=15\text{kPa}$



Ci Hepatis



Multi Q-Box - Merge the results of several Q-Boxes and record Mean values.

8.0.0+RC6+77+g535ba87

Anonymous ANONYMOUS

04/10/2013 15:10:39

SC6-1 / Abdominal / Liver

ID: Abxplorer_118592351

MI 1.2 Tib 1.7

Liver L

B

Gen/Med/H
M 1/61 dB/Mod
T 1540 m/s
SC/SR 5
G 52 %
Fr 12 Hz

SWE™

Std/Med
M 1/Mod
S 50 50 %
G 70 %
f [40 - 320] Hz
SWE Bias
Compression

Z 125 %

Q-Box™ Trace

+Q-Box™ Trace

Mean	4.3	kPa
Min	3.3	kPa
Max	5.4	kPa
SD	0.7	kPa
Area	1.06	cm ²

≥30 kPa

Liver L

Liver H

Liver W

Gallbladder Wall Diam

Gallbladder L

Common Bile Duct Diam

Pancreas Duct Diam

Rt Kidney L

Rt Kidney H

Rt Kidney W

Spleen L

Spleen H

Spleen W

Prox Inf Vena Cava Diam

Mid Inf Vena Cava Diam

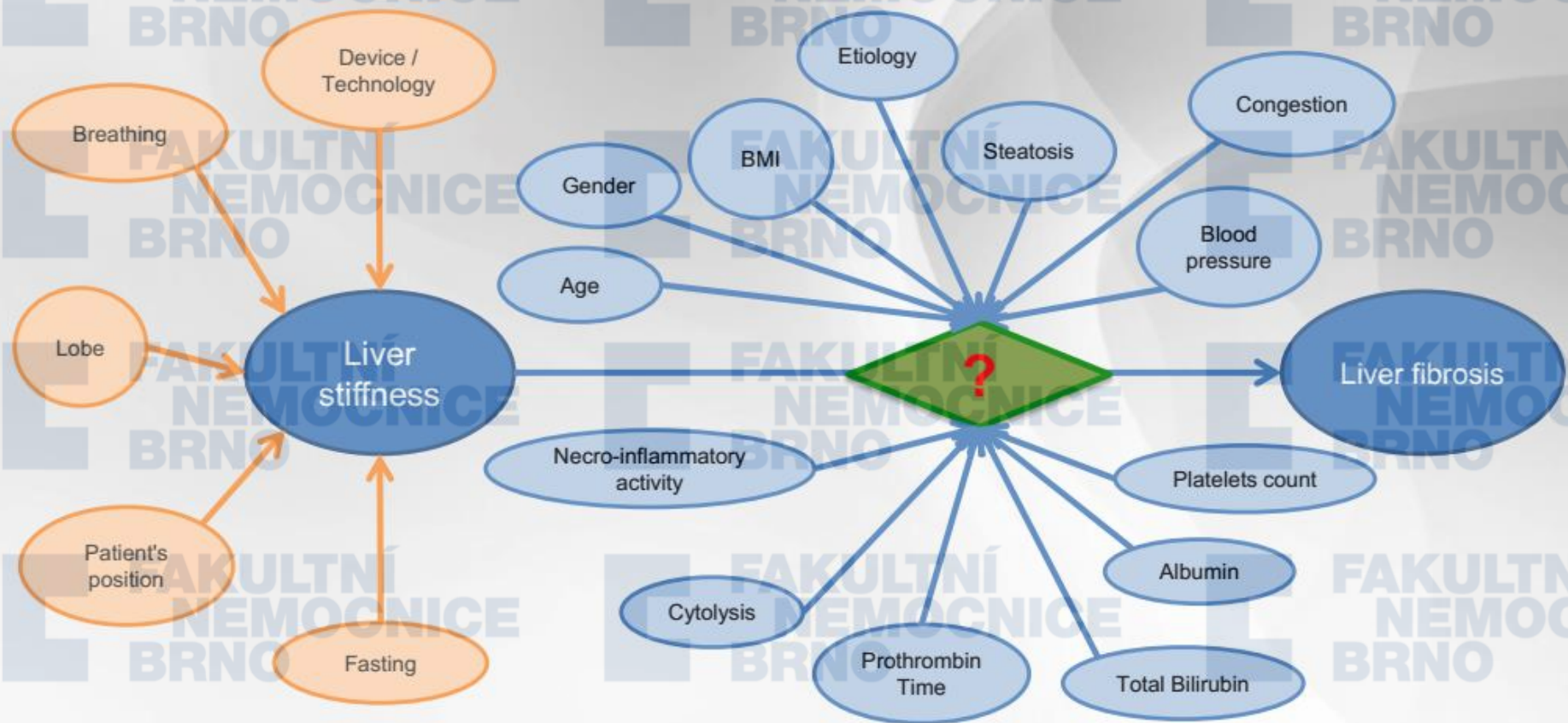
Q-Box Trace - Manually trace a region of interest for SWE quantification.



MEDATA

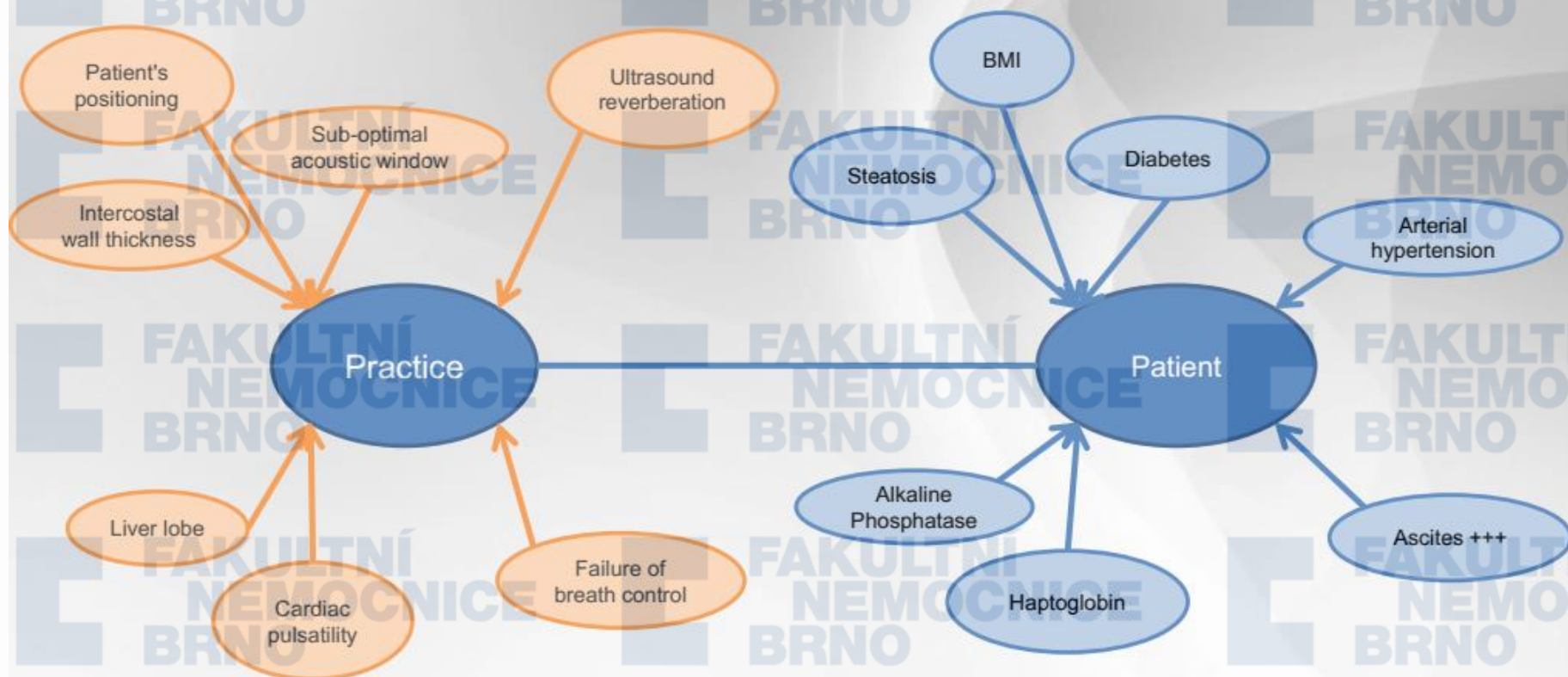
Network of Confounding Factors of Liver Fibrosis Assessment with Liver Stiffness

Cui XW et al. *World J Gastroenterol.* 2013 Oct 14;19(38):6329-47.



Confounding Factors of Liver Stiffness Measurement Failure

Cassinotto C et al. J Hepatol. 2014 Sep;61(3):550-7



UltraSound Elastograhya (USE)

LIMITY

- dtto jak ve standard.uzv B-módu : stín, reveberace / clutter
- útlum tkáně (funkce hloubky), BMI > 28
- ascites, záněty, tekutina, podkožní tuk, stetohepatitida, diabetes
- neuniformita přístrojů / nastavení přístrojů (pro danou klin. aplikaci)
- nelinearita tkáně obecně
- reprodukovatelnost

CLD –chronic liver disease : Fibrosis staging

Table 2. Summary of cut-off values for fibrosis staging according to manufacturers/literature.

US based method	F $\geq$ 2	F $\geq$ 3	F=4
pSWE - VTQ/ARFI - Siemens (Friedrich et al., 2012)	1.34 m/s (5.7 kPa)	1.55 m/s (7.3 kPa)	1.8 m/s (10 kPa)
pSWE - ElastPQ™ - Philips*	1.37 m/s (5.7 kPa)	2.00 m/s (12 kPa)	2.64 m/s (21.0 kPa)
2D-SWE - GE *	1.66 m/s (8.3 kPa)	1.77 m/s (9.4 kPa)	1.99 m/s (11.9 kPa)
2D-SWE - SSI (Ferraioli et al., 2012)	1.50 m/s (7.1 kPa)	1.70 m/s (8.7 kPa)	1.90 m/s (10.4 kPa)
2D-SWE - ASQ™ - Toshiba*	n/a	n/a	2.23 m/s (15 kPa)
TE - FibroScan™ - Echosens (Afdhal et al, 2015)	1.67 m/s (8.4 kPa)	1.70 m/s (9.6 kPa)	2.10 m/s (12.8 kPa)

* Value provided by manufacture

ShearWave Elastografie - Játro

Imaging Protocol

Patient in supine position
Right arm in maximal abduction
Suspended breath (3-5 s)

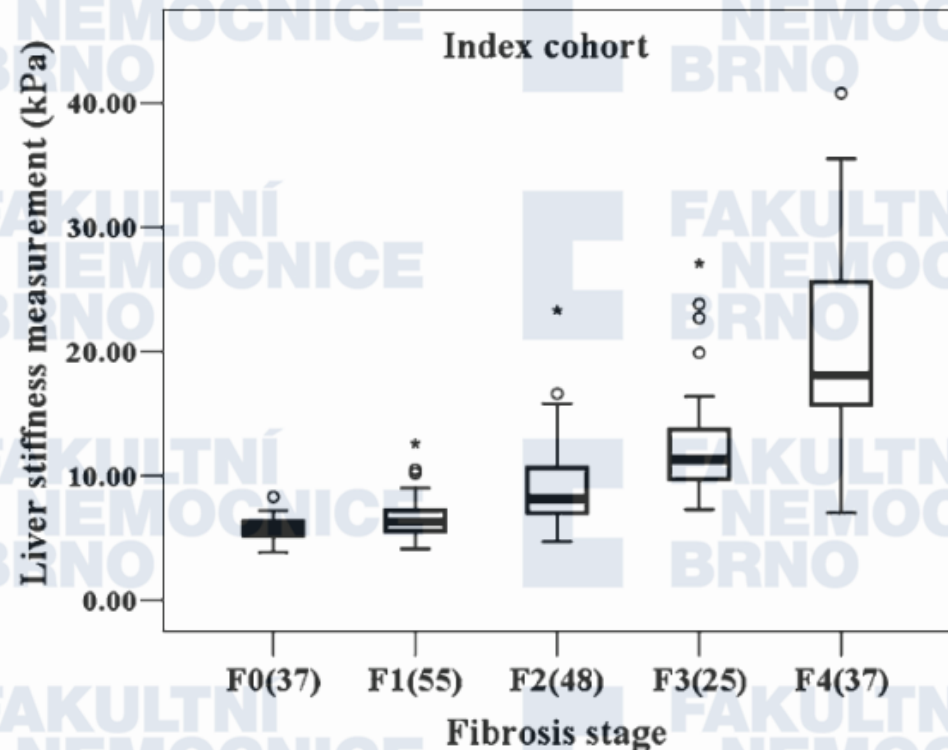
Right liver lobe (Segment 6-8)
Intercostal approach

SWE Box 3.5 x 2.5 cm
3 to 5 cm from the probe surface
1 to 2 cm below the liver capsule
Q-Box™ diameter: 20 mm

Pressure +++ on thoracic wall
Maximize probe contact and ultrasound transmission (ultrasound gel)
Orthogonal to liver capsule

At least 3 independent measurements

Chronic HBV Patients



SWE™ Liver Stiffness Cutoff Values for the Assessment of Liver Fibrosis Severity and their Performances



Color legend:

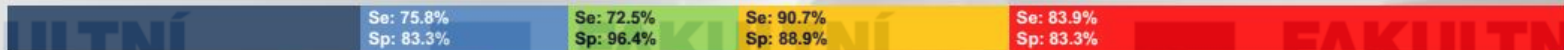


HCV Patients

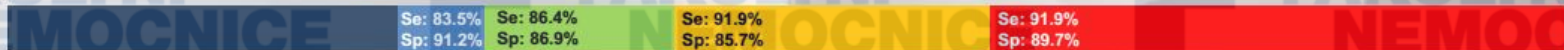
Unspecified BMI [4]



BMI > 25 kg/m² [5]



HBV Patients [6-7]



NAFLD Patients [8]

Sensitivity ≥ 90%



Specificity ≥ 90%



ALD Patients [9*]



* Cut-off values in a high-risk population, with a prevalence of significant fibrosis > 50% and a prevalence of cirrhosis > 25% would be 10,1 kPa and 16,4 kPa, respectively.

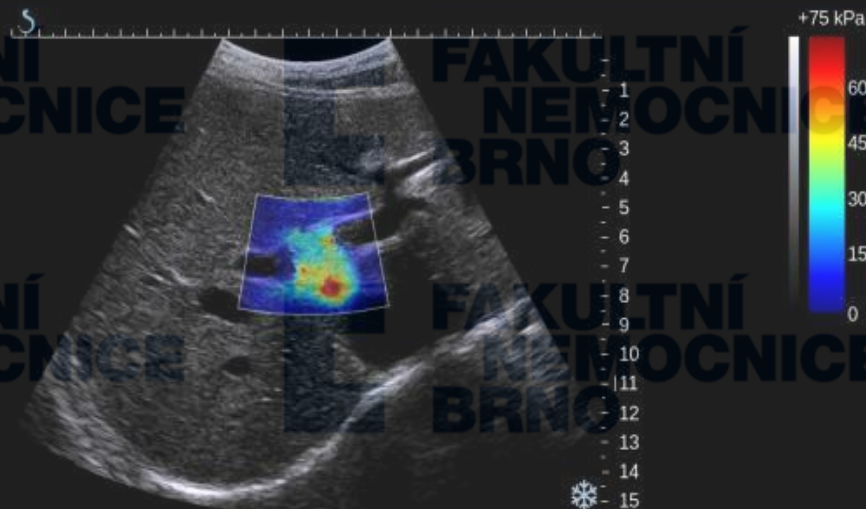


SYGUY
14/10/2009 04:50:29 PM

SC6-1 / Abdominal
MI1.2 TI 0.6

B
Tissue 1540 m/s
Super_Compound Off
SL
Gc
Mi
Gc
Fr. 4 Hz
Zoom 100 %

SWE™
Gen
Map 1
Transp. 50 %
Persist. High
Smooth. 5
Gain 70 %
SWE Standard



Fr. 14/14



Jaterní
hemangiom

Steatosis assessment with B Mode ratio

HRI/ HepatoRenal Index



Quantitative B Mode ratio for steatosis $\geq 5\%$:

- Ratio 1,5 Sens 100% / Spec 91%
Webb M et al. AJR Am J Roentgenol. 2009 Apr;192(4):909-14.
- Ratio 1,3 Sens 100% / Spec 54%
Marshall RH et al. AJR Am J Roentgenol. 2012 Nov;199(5):997-1002.
- Ratio 1,3 Sens 92% / Spec 85%
Shiralkar K et al. J Ultrasound Med. 2015 Jun;34(6):1051-9.

Mamologie- BREAST

Strain Imaging

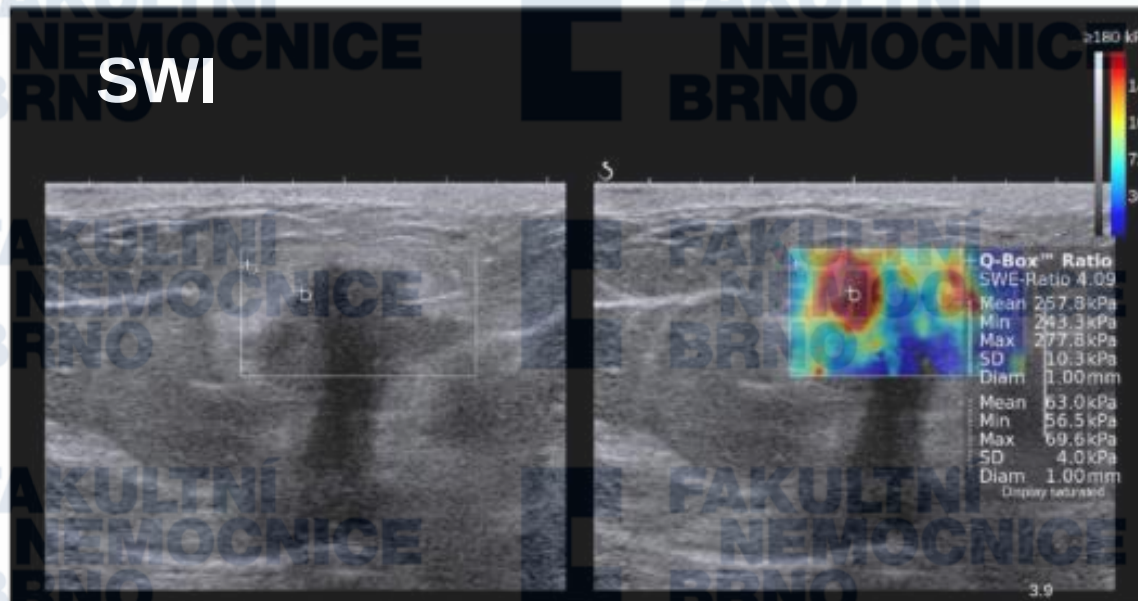


Tsukuba score



Probably Benign ← → Probably Malignant

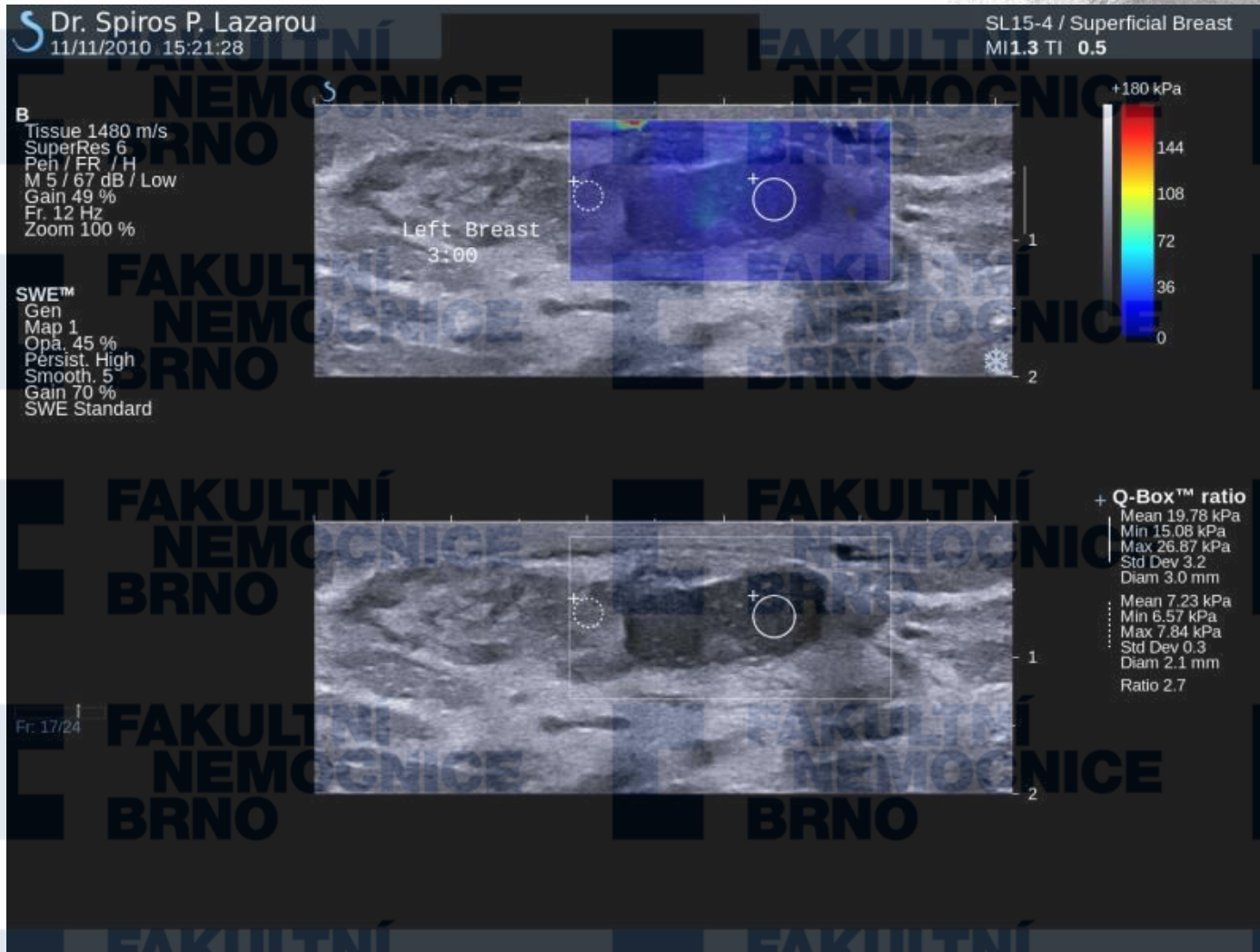
SWI



Ductal
adenocarcinoma

Figure 7. Side-by-side display of anatomical B-mode US image (left) and overlaid color map of simultaneous shear wave measurements (right) of a breast lesion obtained with 2D-SWE on a SuperSonic Imagine (SSI) Aixplorer™. In this system, red color represents stiff tissue and blue color reflects soft tissue. The suspicious hypoechoic lesion (shown within rectangle on B-mode image) has an irregular border, angular margins, is slightly wider than tall and shows posterior acoustic shadowing. The elastogram suggested malignant etiology due to increased stiffness (red/yellow/green) and ductal adenocarcinoma was confirmed on subsequent biopsy. Image courtesy by Dr. Osmar Saito.

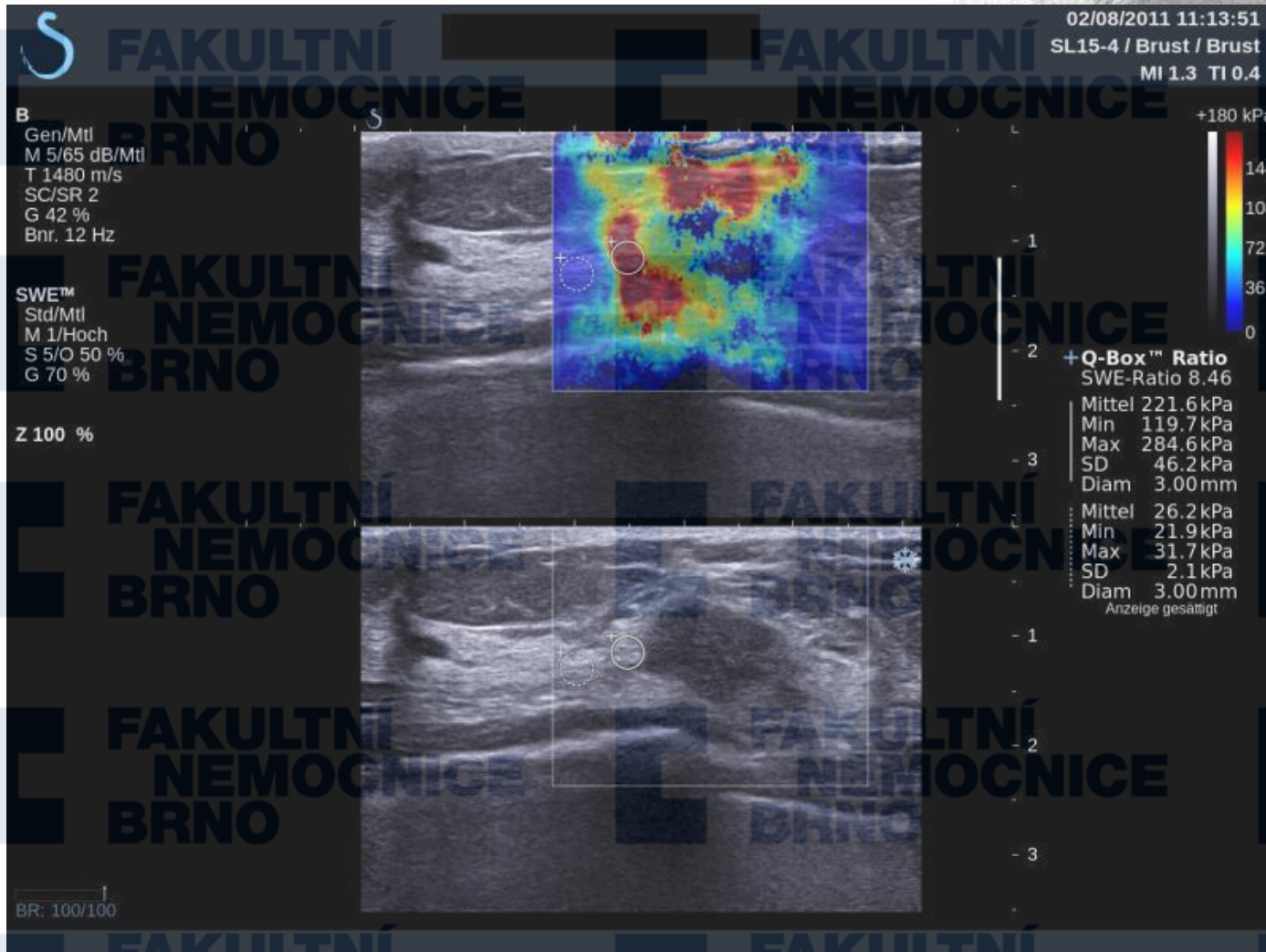
ShearWave Elastografie - Mamma



Fibroadenom v
prsu (BIRADS 3)

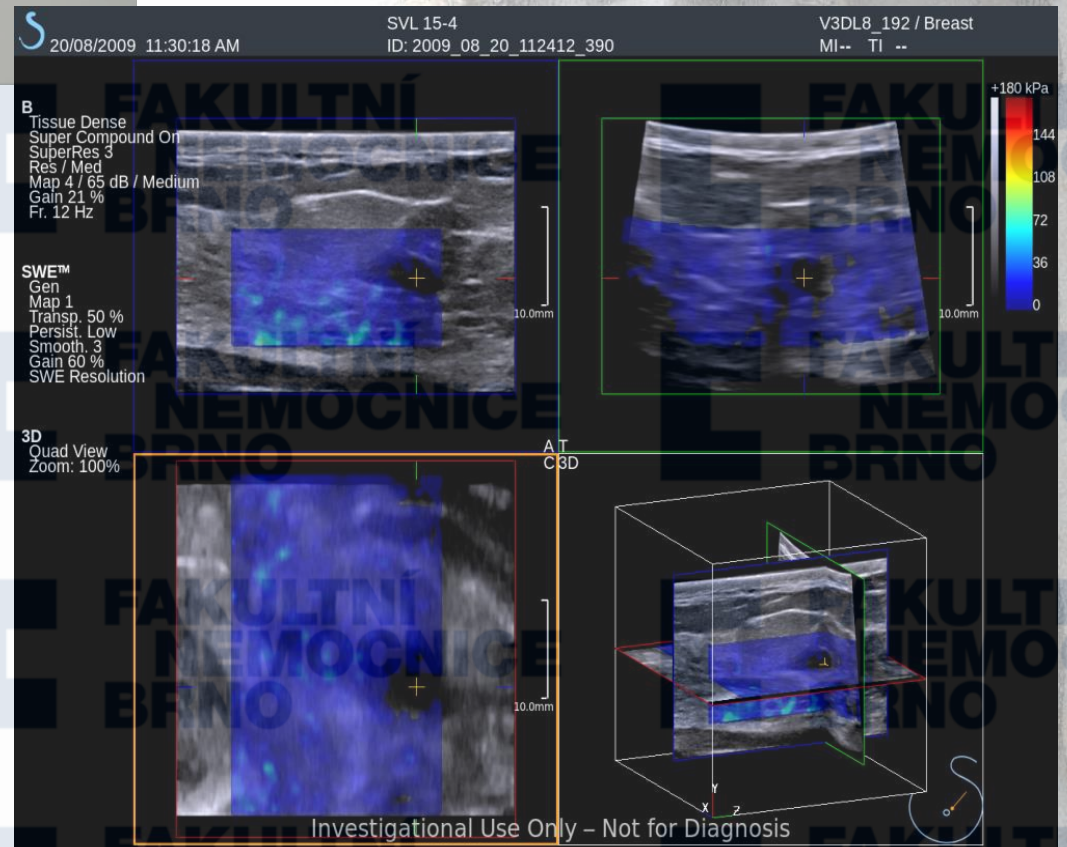
Patologická tkáň
s nízkou tuhostí

ShearWave Elastografie – Mamma



Invazivní
duktální-lobulární
karcinom prsu

3D Ultrasonic Wobbler Probe

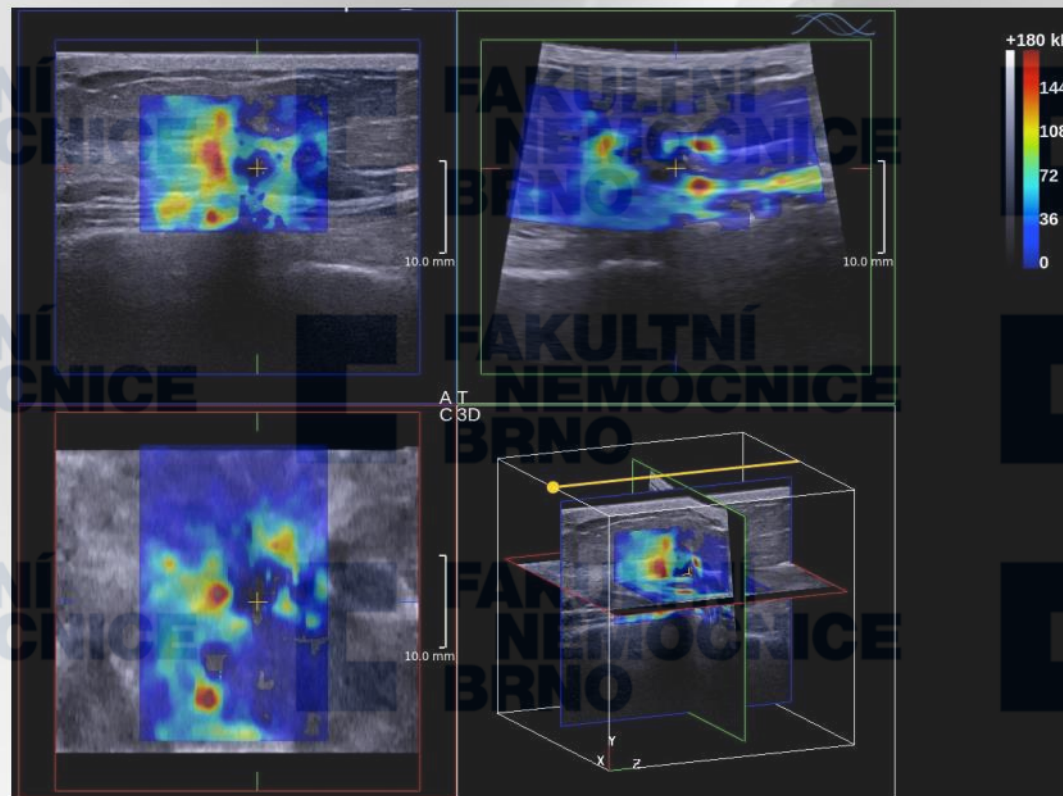


ShearWave Elastografie – Mamma

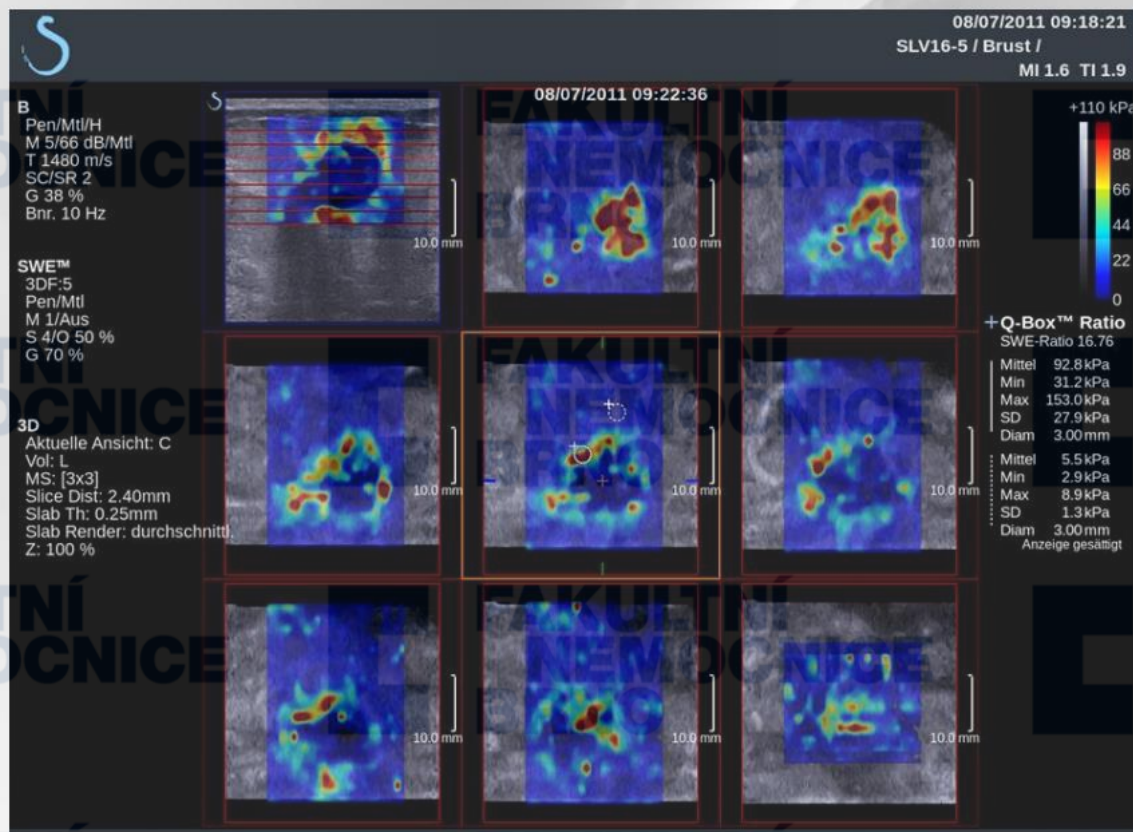
Breast

3D Multi-Plane Display with SWE™

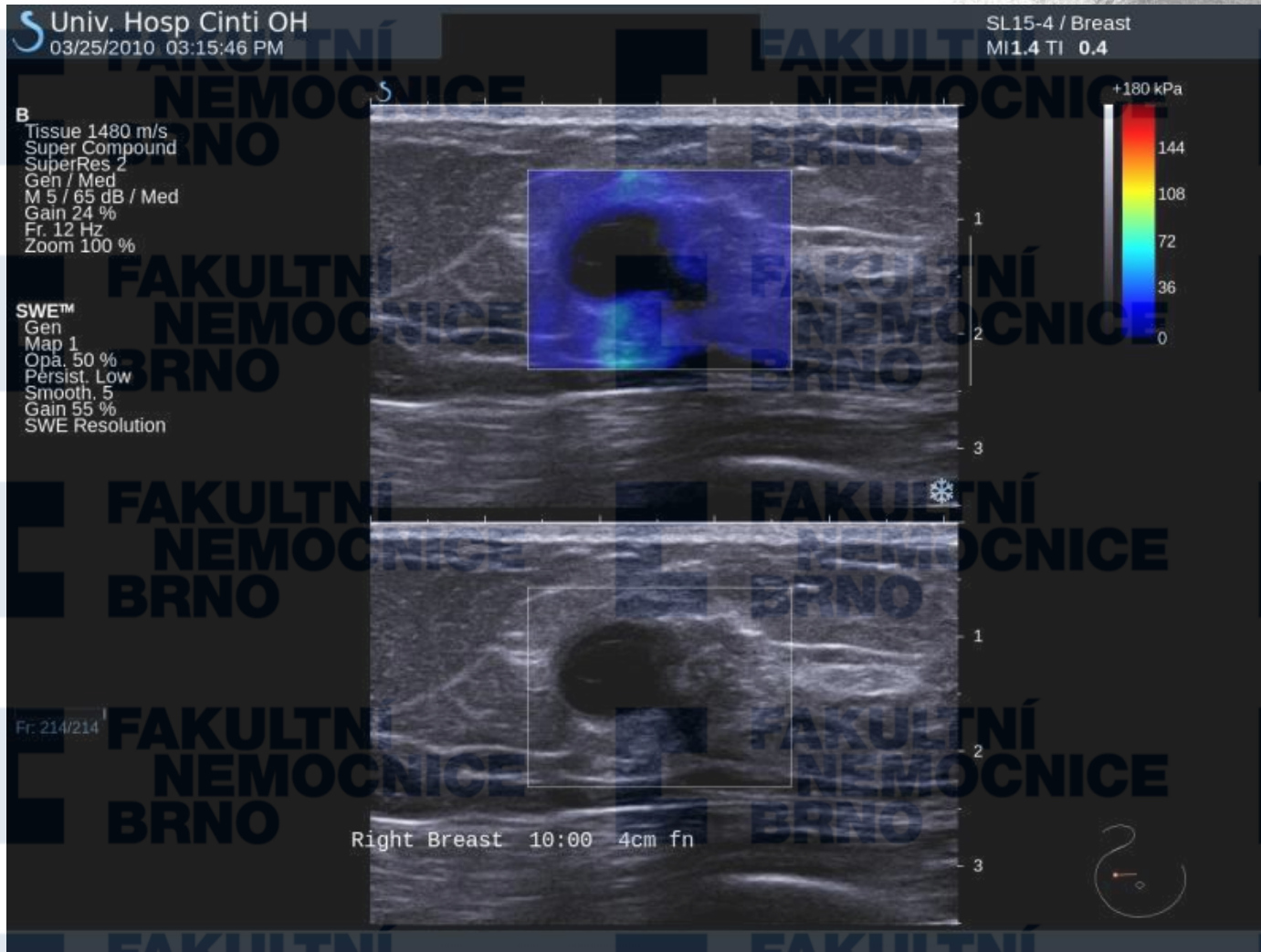
SUPERSONIC
imagine



Coronal View using 3D Multi-Slice with SWE™



ShearWave Elastografie - Mamma



Cysta

Příčná uzv vlna se
nešíří v tekutinách,
proto SWE velmi
dobře identifikuje
cystické útvary

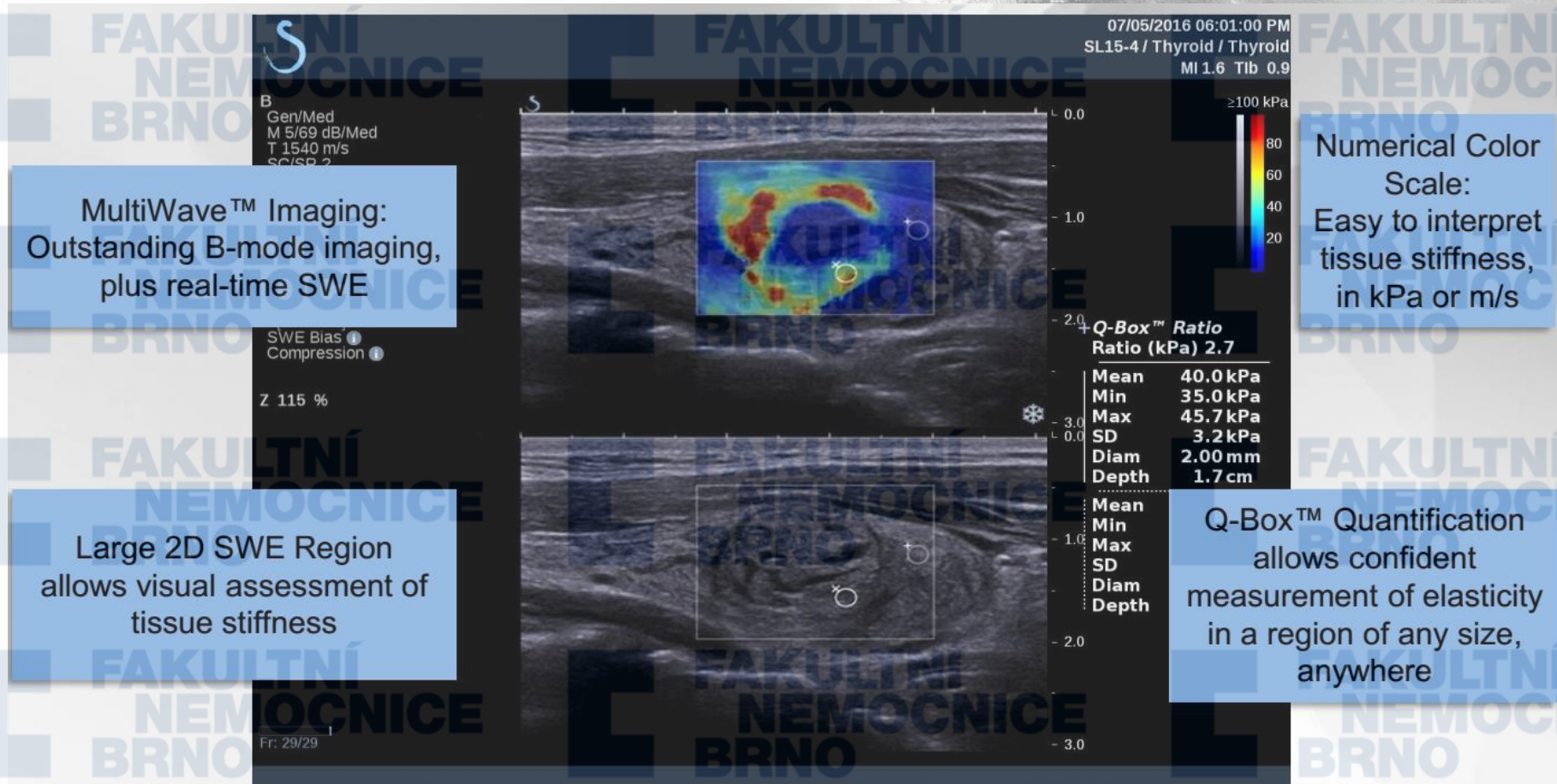
BREAST

WFUMB guidelines : SE nebo SWI jen ve spojení s B-módem

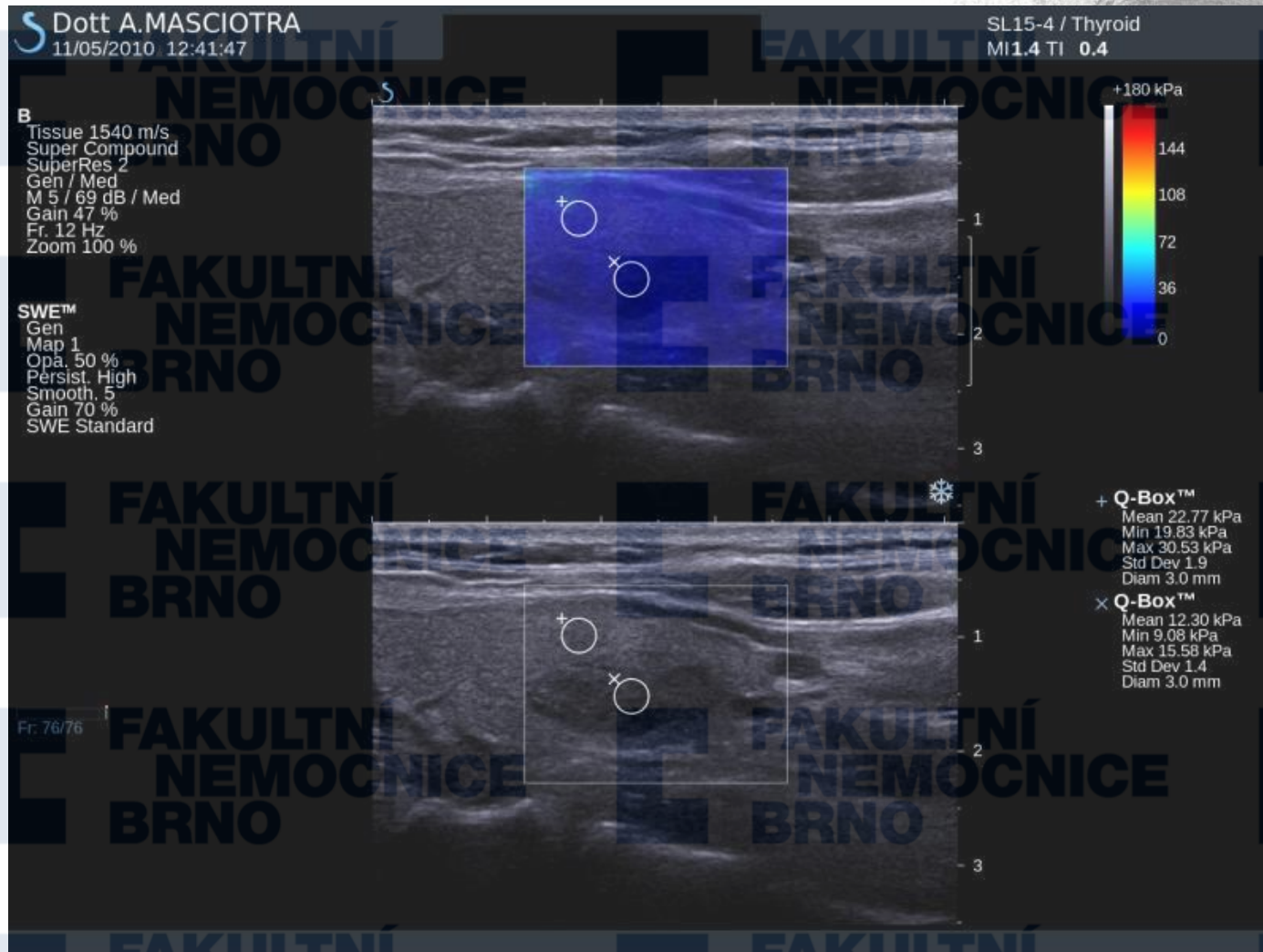
Downgrade : BI-RADS 3 (1, max E/SWI < 20 kPa)
BI-RADS 4a (1,2, max E/SWI < 80 kPa) agresiv.strategie
(1 , max E/SWI < 30 kPa) konzervat.strategie

Upgrade to biopsy : BI-RADS 3 (max E/SWI > 160 kPa, 7.3 m/s)
(max E/SWI > 180 kPa, 7.7 m/s)

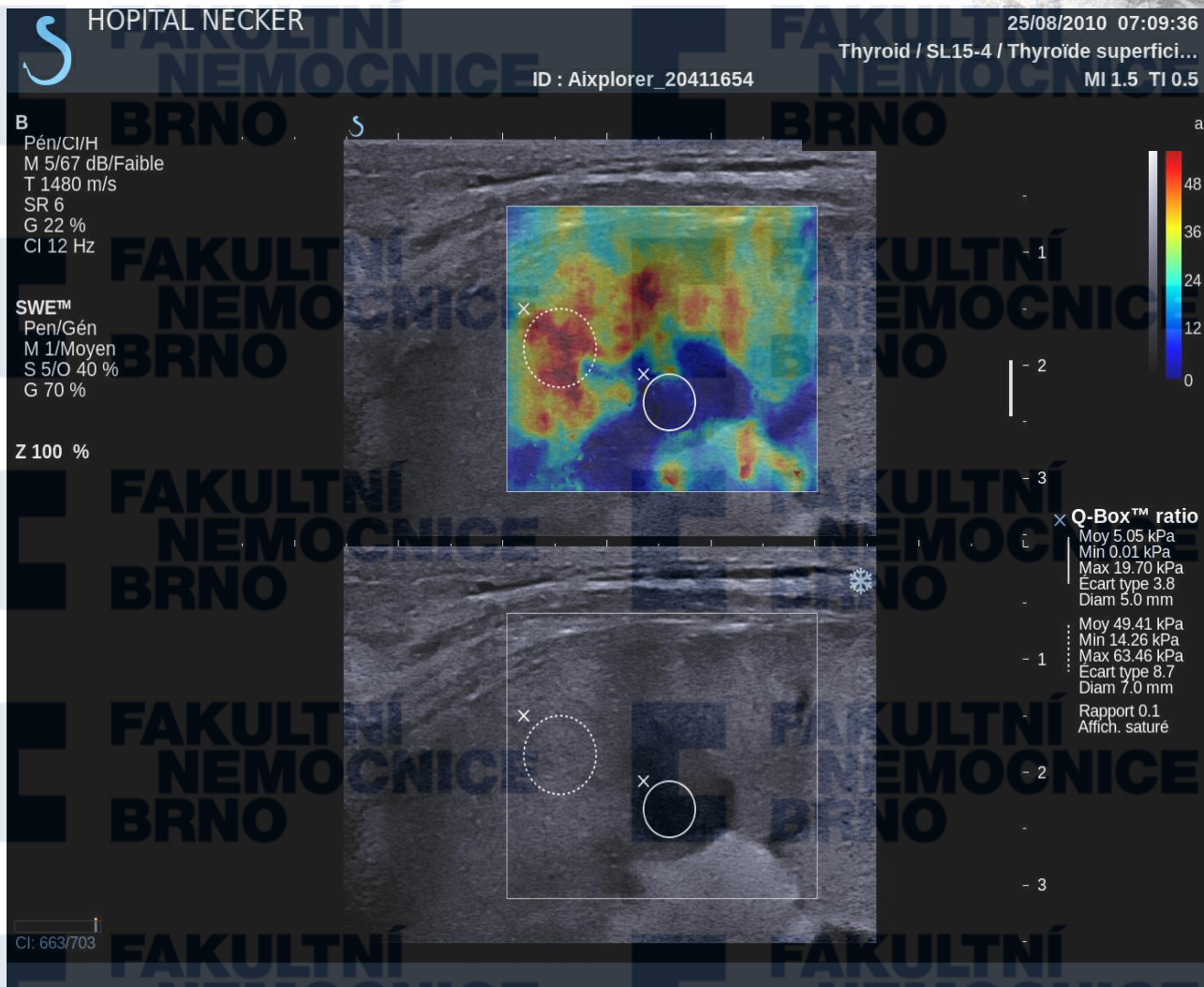
ShearWave Elastografie - Thyroid



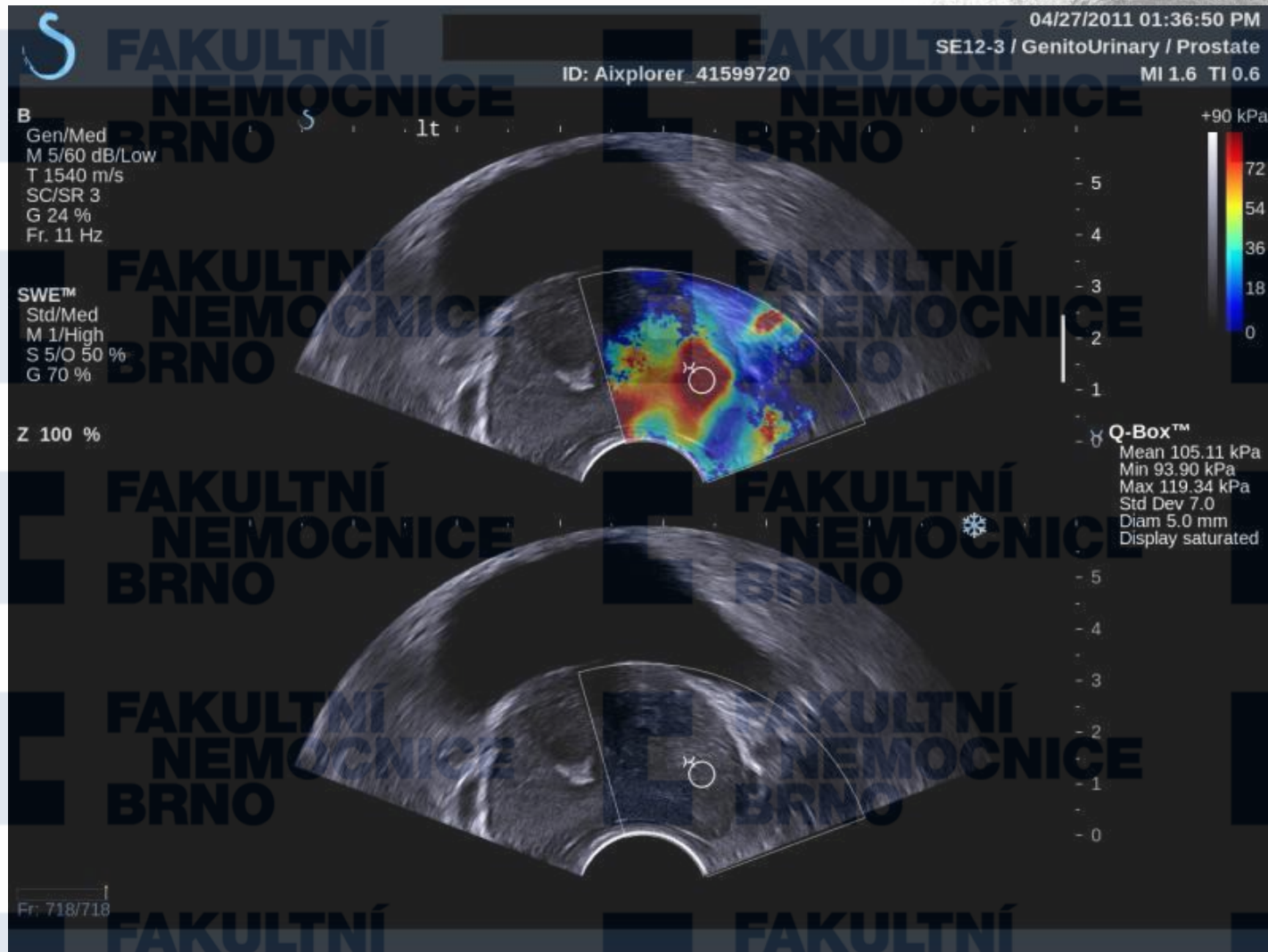
ShearWave Elastografie – Thyroid



Benigní útvar ve
Štítné žláze

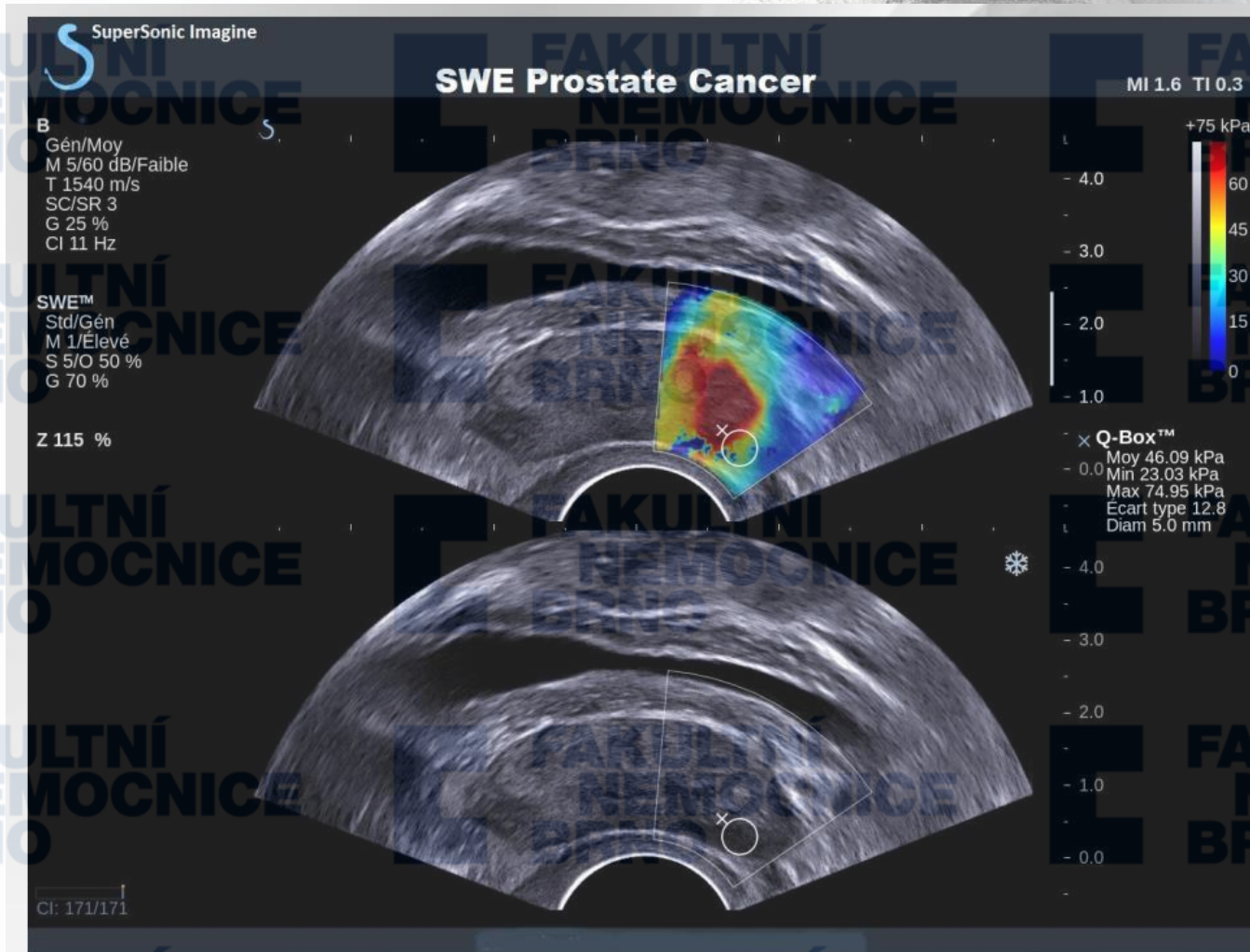


ShearWave Elastografie - Prostata



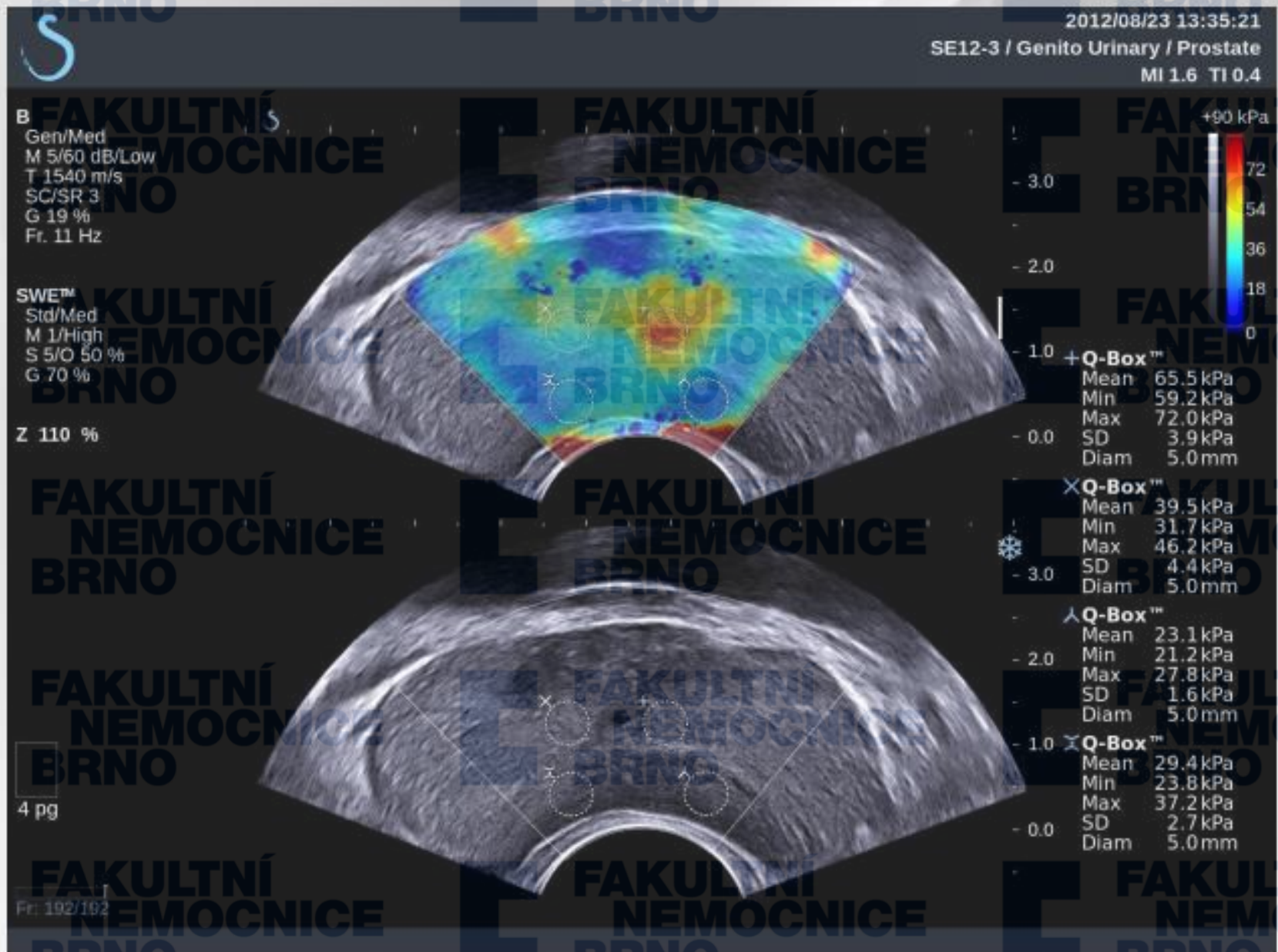
Tuhý útvar v
prostati

ShearWave Elastografie - Prostata



MEDATA

ShearWave Elastografie - Prostata

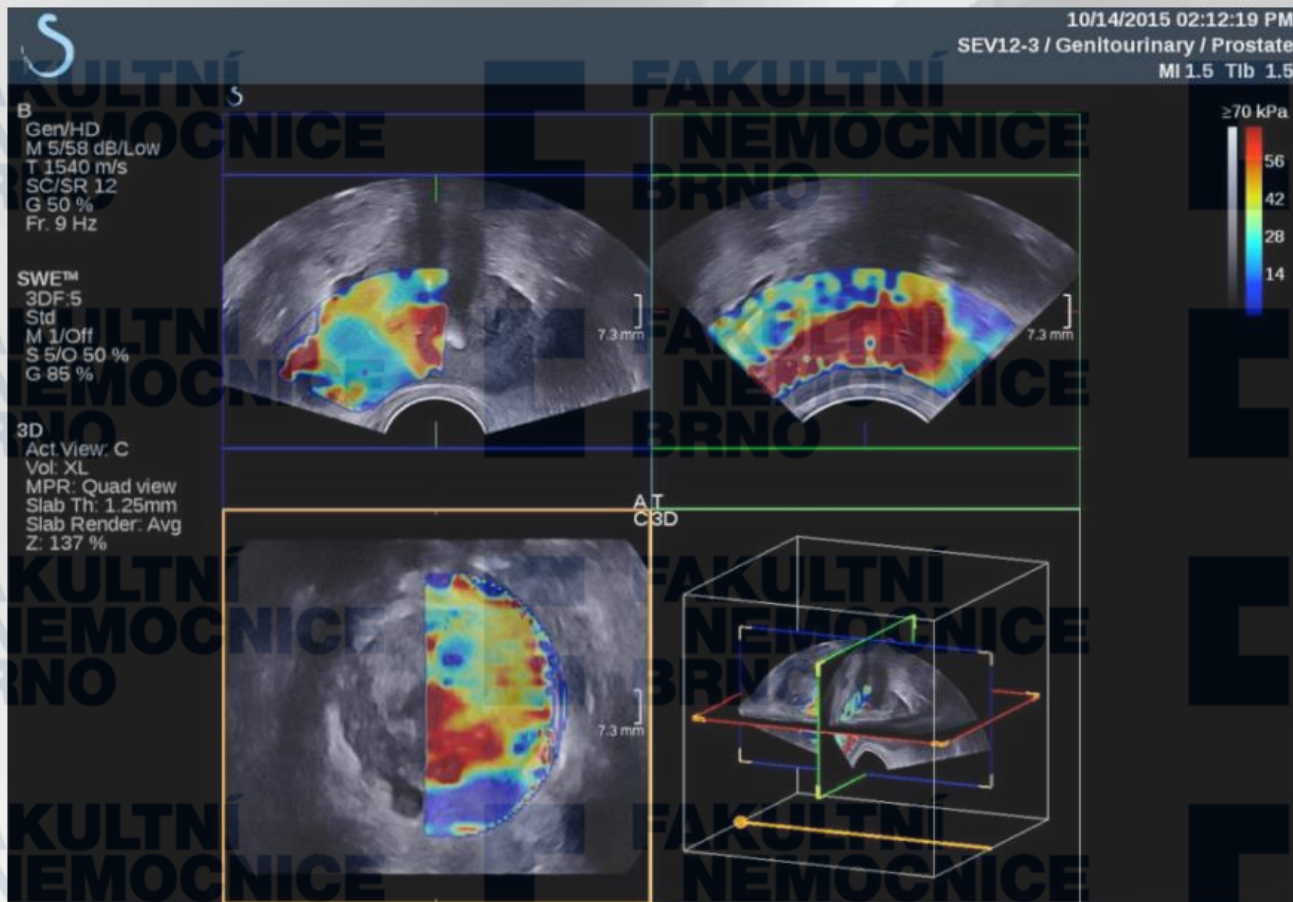


ShearWave Elastografie - Prostata

Prostate

3D SWE™ Multi-Plane View

SUPERSONIC
imagine



ShearWave Elastografie - Prostata

	No.					Sensitivity	Specificity	
	Patients	Lesions	Malignant	Technique	Parameter	(%)	(%)	Author
Prostate	184	1040*	129*	SWI	YM (kPa)	96	85	Correas et al., 2015
	87	1058*	79*	SWI	YM (kPa)	43	80.8	Woo et al., 2014
	53	318*	26*	SWI	YM (kPa)	96.2	96.2	Barr et al., 2012
	60	703*	141**	SWI	YM (kPa)	80.9	69.1	Boehm et al., 2015
	50	—	33**	SWI	YM (kPa)	90 (PSA<20)	88 (PSA<20)	Ahmad et al., 2103
						93(PSA>20)	93(PSA>20)	

Cut-off value Benign vs. Malignant ... 35kPa, 37 kPa, 50 kPa, 43,9 kPa ...

Review

Ultrasound Elastography: Review of Techniques and Clinical Applications

Rosa M.S. Sigrist¹, Joy Liao¹, Ahmed El Kaffas¹, Maria Cristina Chammas², Juergen K. Willmann¹✉

1. Department of Radiology, Molecular Imaging Program at Stanford, Stanford University, School of Medicine, Stanford, CA, USA.
2. Department of Ultrasound, Institute of Radiology, Hospital das Clínicas, Medical School of University of São Paulo

[Ultraschall Med.](#) 2013 Apr;34(2):169-84. doi: 10.1055/s-0033-1335205. Epub 2013 Apr 4.

EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology.

[Bamber J¹](#), [Cosgrove D](#), [Dietrich CF](#), [Fromageau J](#), [Bojunga J](#), [Calliada F](#), [Cantisani V](#), [Correas JM](#), [D'Onofrio M](#), [Drakonaki EE](#), [Fink M](#), [Friedrich-Rust M](#), [Gilja OH](#), [Havre RF](#), [Jenssen C](#), [Klauser AS](#), [Ohlinger R](#), [Saftoiu A](#), [Schaefer F](#), [Sporea I](#), [Piscaglia F](#).

[Ultraschall Med.](#) 2013 Jun;34(3):238-53. doi: 10.1055/s-0033-1335375. Epub 2013 Apr 19.

EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical applications.

[Cosgrove D¹](#), [Piscaglia F](#), [Bamber J](#), [Bojunga J](#), [Correas JM](#), [Gilja OH](#), [Klauser AS](#), [Sporea I](#), [Calliada F](#), [Cantisani V](#), [D'Onofrio M](#), [Drakonaki EE](#), [Fink M](#), [Friedrich-Rust M](#), [Fromageau J](#), [Havre RF](#), [Jenssen C](#), [Ohlinger R](#), [Săftoiu A](#), [Schaefer F](#), [Dietrich CF](#); [EFSUMB](#).

[Ultraschall Med.](#) 2017 Aug;38(4):e16-e47. doi: 10.1055/s-0043-103952. Epub 2017 Apr 13.

EFSUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Liver Ultrasound Elastography, Update 2017 (Long Version).

[Dietrich CF^{1,2}](#), [Bamber J³](#), [Berzigotti A⁴](#), [Bota S⁵](#), [Cantisani V⁶](#), [Castera L⁷](#), [Cosgrove D⁸](#), [Ferraioli G⁹](#), [Friedrich-Rust M¹⁰](#), [Gilja OH¹¹](#), [Goertz RS¹²](#), [Karlas T¹³](#), [de Kneegt R¹⁴](#), [de Ledingham V¹⁵](#), [Piscaglia F¹⁶](#), [Procopet B¹⁷](#), [Saftoiu A¹⁸](#), [Sidhu PS¹⁹](#), [Sporea I²⁰](#), [Thiele M²¹](#).



MEDATA

[Ultrasound Med Biol.](#) 2017 Jan;43(1):4-26. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2016.06.022. Epub 2016 Aug 25.

WFUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Ultrasound Elastography: Part 4. Thyroid.

[Cosgrove D](#)¹, [Barr R](#)², [Bojunga J](#)³, [Cantisani V](#)⁴, [Chammas MC](#)⁵, [Dighe M](#)⁶, [Vinayak S](#)⁷, [Xu JM](#)⁸, [Dietrich CF](#)⁹.

[Ultrasound Med Biol.](#) 2015 May;41(5):1161-79. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.007. Epub 2015 Mar 20.

WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 3: liver.

[Ferraioli G](#)¹, [Filice C](#)¹, [Castera L](#)², [Choi B](#)³, [Sporea I](#)⁴, [Wilson SR](#)⁵, [Cosgrove D](#)⁶, [Dietrich CF](#)⁷, [Amy D](#)⁸, [Bamber JC](#)⁹, [Barr R](#)¹⁰, [Chou YH](#)¹¹, [Ding H](#)¹², [Farrokh A](#)¹³, [Friedrich-Rust M](#)¹⁴, [Hall TJ](#)¹⁵, [Nakashima K](#)¹⁶, [Nightingale KR](#)¹⁷, [Palmeri ML](#)¹⁷, [Schafer F](#)¹⁸, [Shiina T](#)¹⁹, [Suzuki S](#)²⁰, [Kudo M](#)²¹.

[Ultrasound Med Biol.](#) 2015 May;41(5):1148-60. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.008. Epub 2015 Mar 18.

WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 2: breast.

[Barr RG](#)¹, [Nakashima K](#)², [Amy D](#)³, [Cosgrove D](#)⁴, [Farrokh A](#)⁵, [Schafer F](#)⁶, [Bamber JC](#)⁷, [Castera L](#)⁸, [Choi B](#)⁹, [Chou YH](#)¹⁰, [Dietrich CF](#)¹¹, [Ding H](#)¹², [Ferraioli G](#)¹³, [Filice C](#)¹³, [Friedrich-Rust M](#)¹⁴, [Hall TJ](#)¹⁵, [Nightingale KR](#)¹⁶, [Palmeri ML](#)¹⁶, [Shiina T](#)¹⁷, [Suzuki S](#)¹⁸, [Sporea I](#)¹⁹, [Wilson S](#)²⁰, [Kudo M](#)²¹.

[Ultrasound Med Biol.](#) 2015 May;41(5):1126-47. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.009. Epub 2015 Mar 21.

WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 1: basic principles and terminology.

[Shiina T](#)¹, [Nightingale KR](#)², [Palmeri ML](#)², [Hall TJ](#)³, [Bamber JC](#)⁴, [Barr RG](#)⁵, [Castera L](#)⁶, [Choi B](#)⁷, [Chou YH](#)⁸, [Cosgrove D](#)⁹, [Dietrich CF](#)¹⁰, [Ding H](#)¹¹, [Amy D](#)¹², [Farrokh A](#)¹³, [Ferraioli G](#)¹⁴, [Filice C](#)¹⁴, [Friedrich-Rust M](#)¹⁵, [Nakashima K](#)¹⁶, [Schafer F](#)¹⁷, [Sporea I](#)¹⁸, [Suzuki S](#)¹⁹, [Wilson S](#)²⁰, [Kudo M](#)²¹.



MEDATA

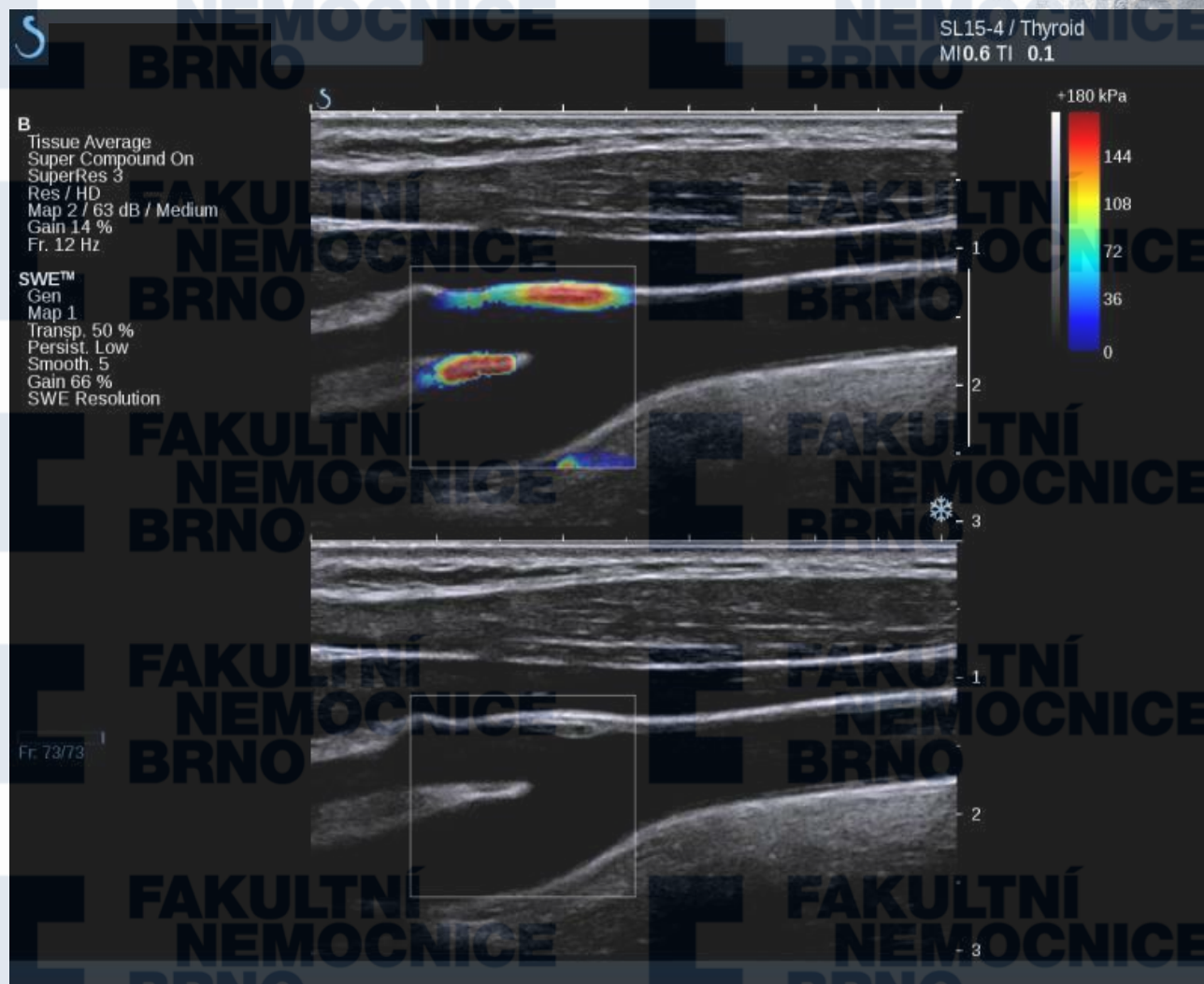
ShearWave Elastografie - GYN



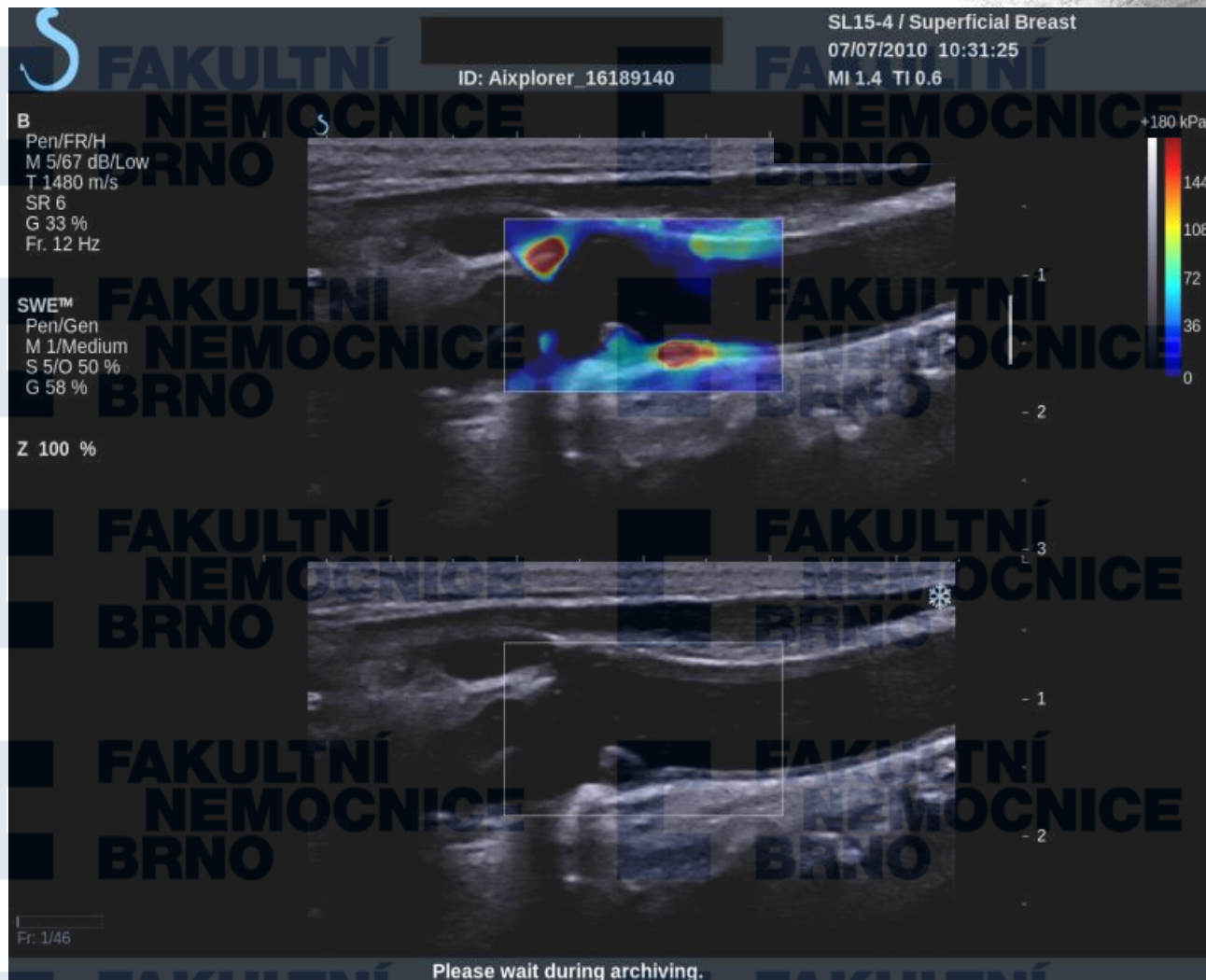
Ovariální
karcinom

ShearWave Elastography : velká škála nových aplikací

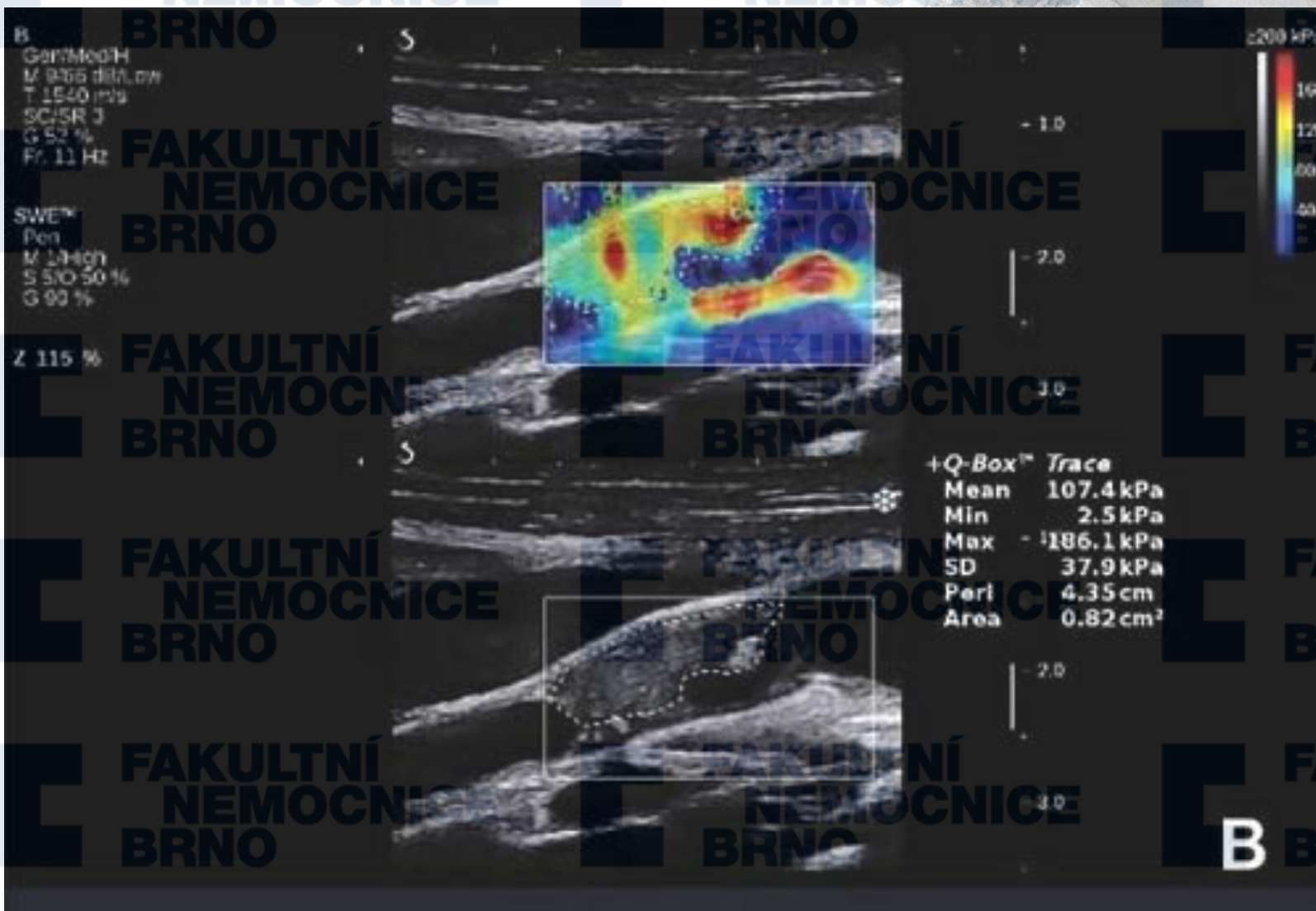
SWE - VASCULAR



Zvýšená tuhost v
bulbu karotidy

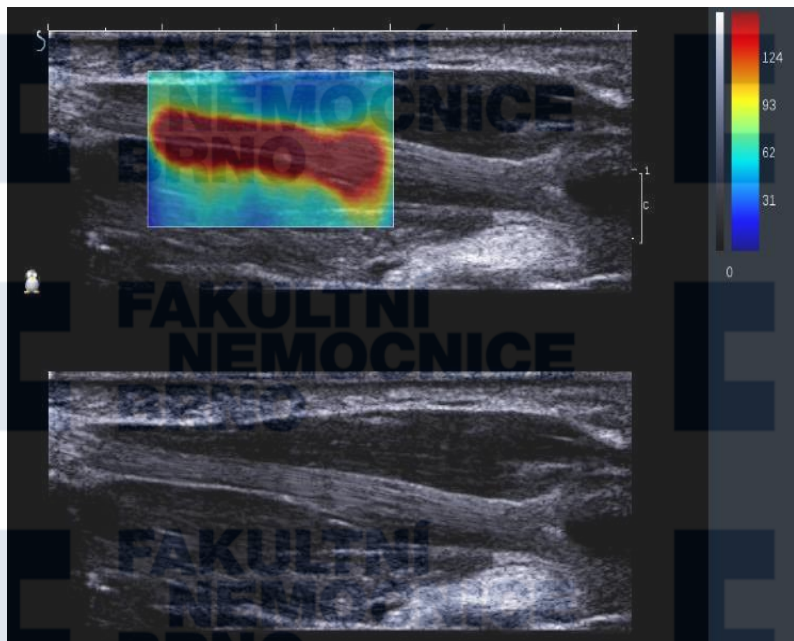


Pláty na karotidě

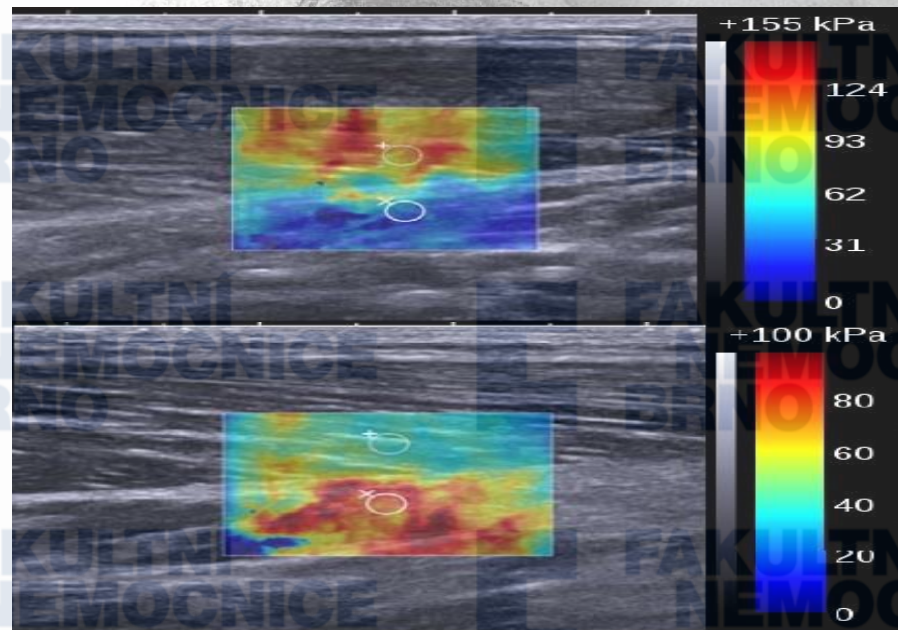


MEDATA

ShearWave Elastography : velká škála nových aplikací

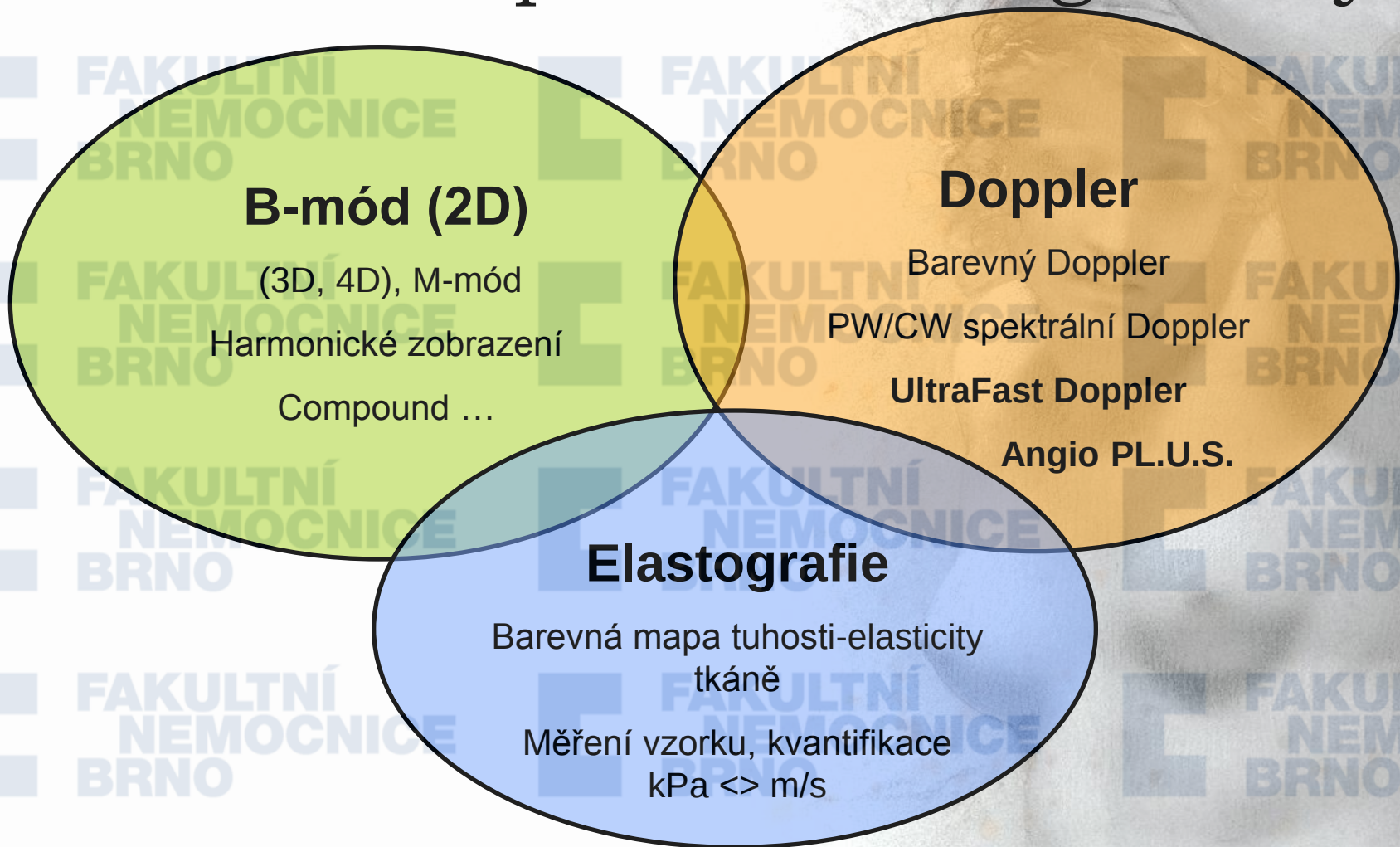


Elasticita šlach



MSK aplikace

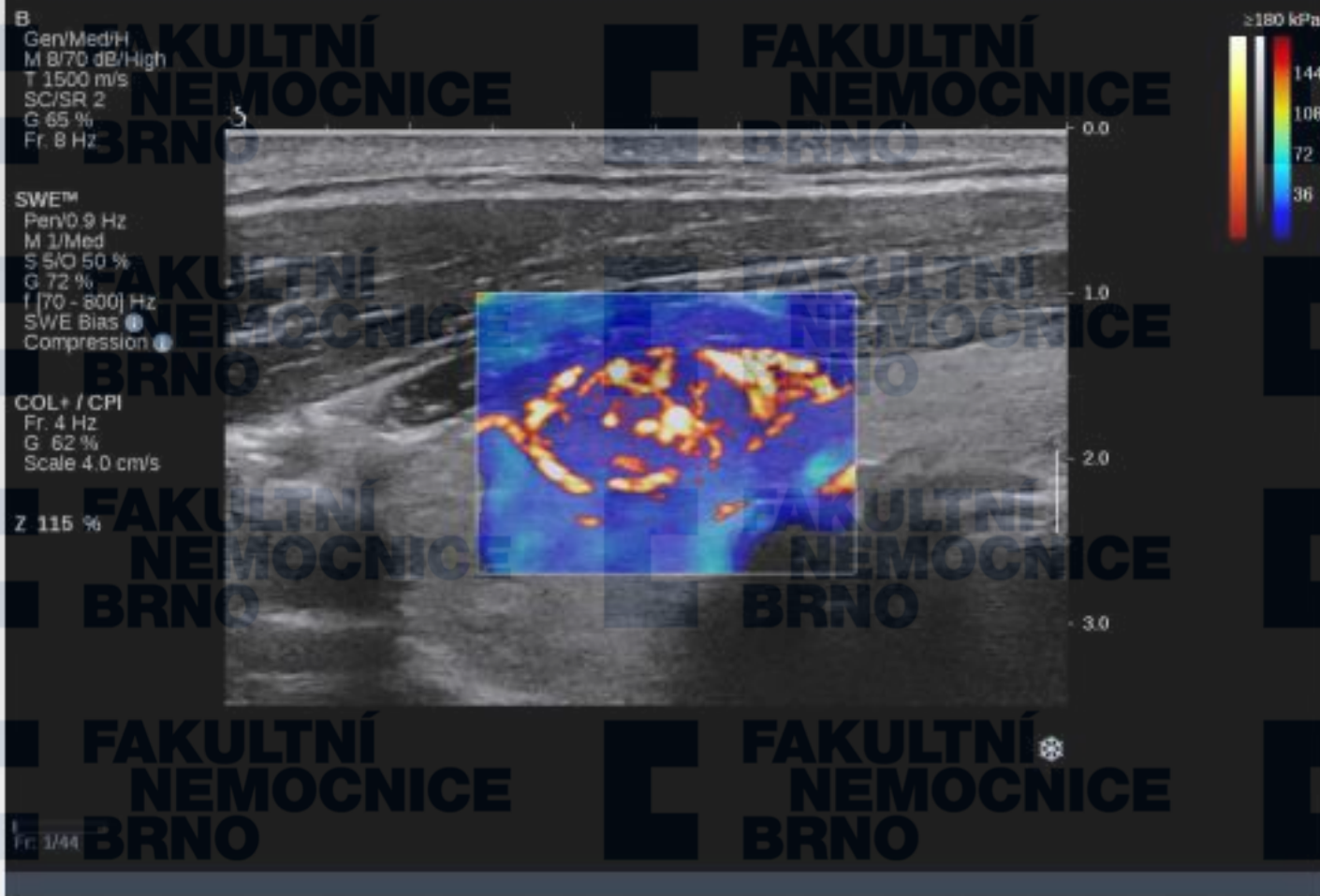
Shrnutí – 3 pilíře UZV diagnostiky



SUPERSONIC
imagine



TriVu



Full Screen with Opacity Control

UltraFast Doppler

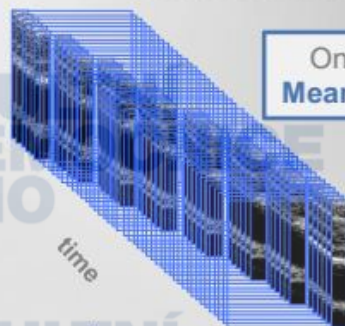
- Nový přístup k současnému zobrazení 2D, Barevného a PW Dopplera
- Využívá lehce pozměněnou UltraFast Imaging akvizici (UltraFast Compound imaging)
- Insonifikace několika (N_{Angle}) natočenými rovinnými vlnami
- Při příjmu je proveden beamforming echa pro vytvoření N_{Angle} obrazů
 - Každý obraz je vytvořen s použitím dynamické fokusace při příjmu (technika delay-and-sum)
- Jednotlivé obrazy jsou koherentně sumovány pro získání kompoundního obrazu
 - (akviziční snímková frekvence se tak sníží N_{Angle} krát)
- Následně pak probíhá wall filtering (pro odfiltrování odrazů tkání) a další běžné úpravy signálu jako u konvenčního barevného Dopplera

UltraFast Doppler

Conventional vs. UltraFast Doppler

SUPERSONIC
imagine

Conventional CFI

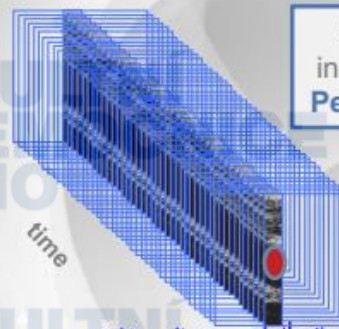


Only 10 points per pixel
Mean Velocity Estimation

time

time

Conventional PW



50-150 points per pixel
in the PW Sample Volume
Peak Velocity Estimation

time

time

UltraFast Doppler



50-150 points per pixel
Over the ENTIRE image!

time

time

Ultrafast allows simultaneous
acquisition of Doppler information
for all pixels in the image space!

UltraFast Doppler

Konvenční barevný doppler

UltraFast doppler

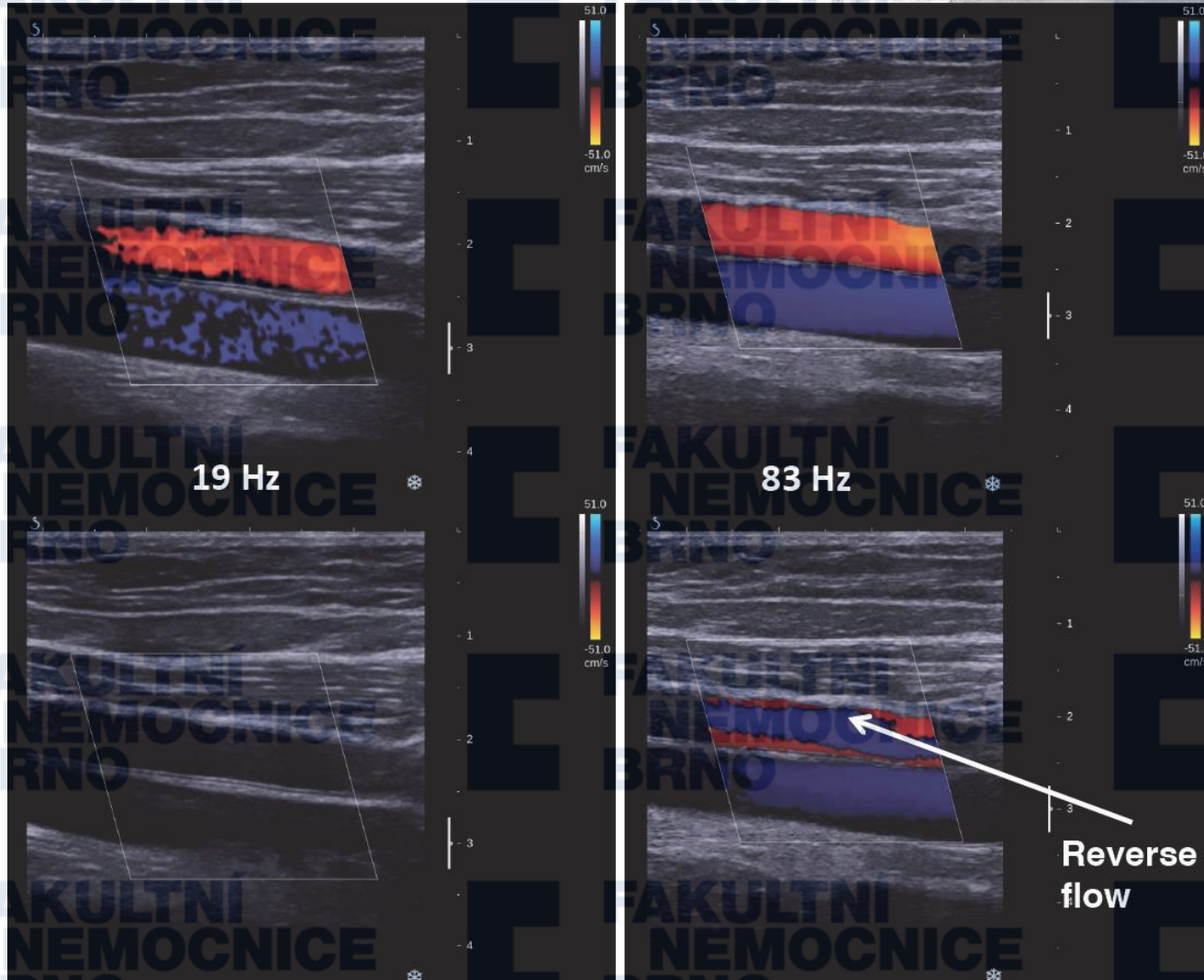
systola

19 Hz

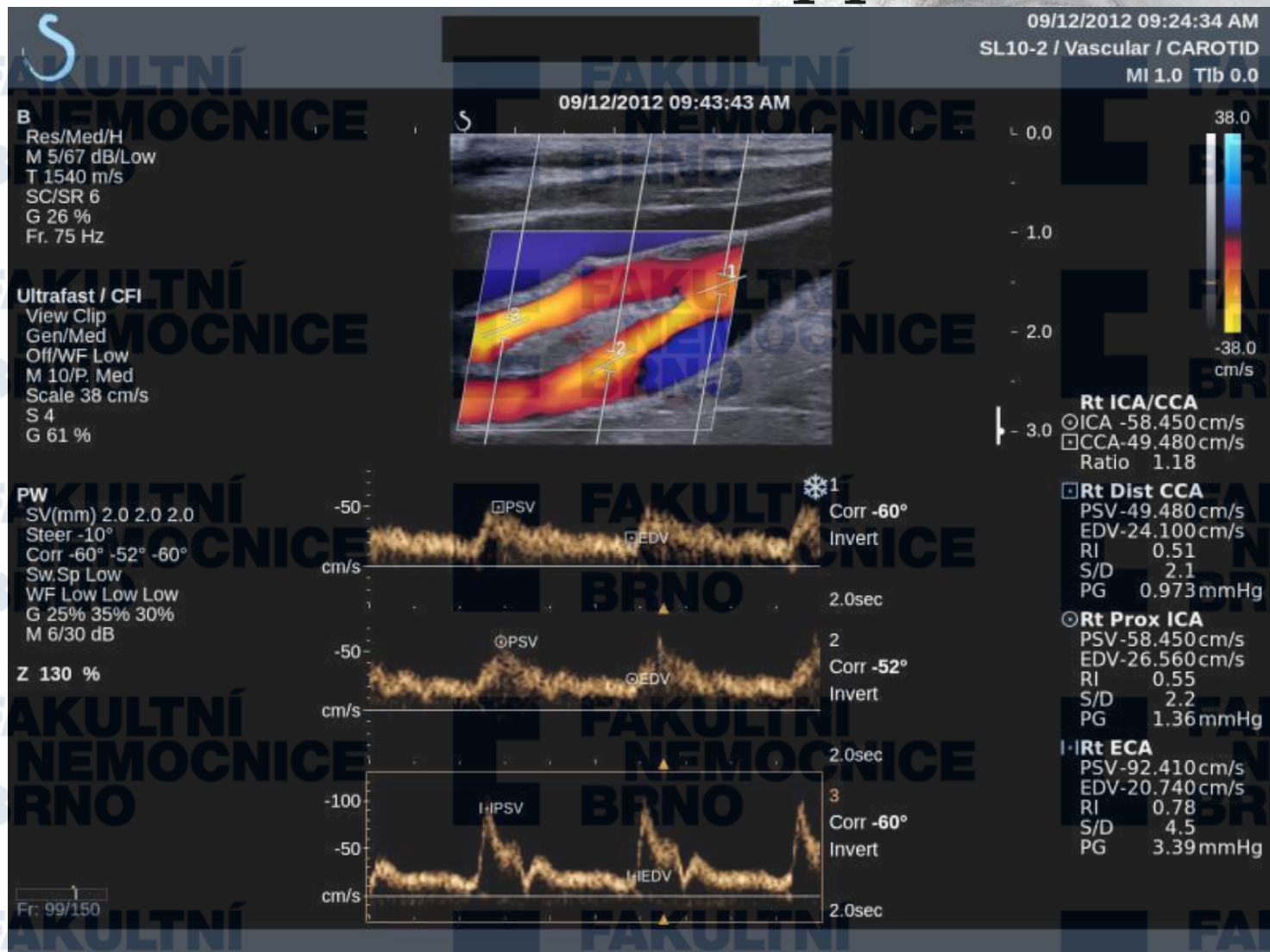
diastola

83 Hz

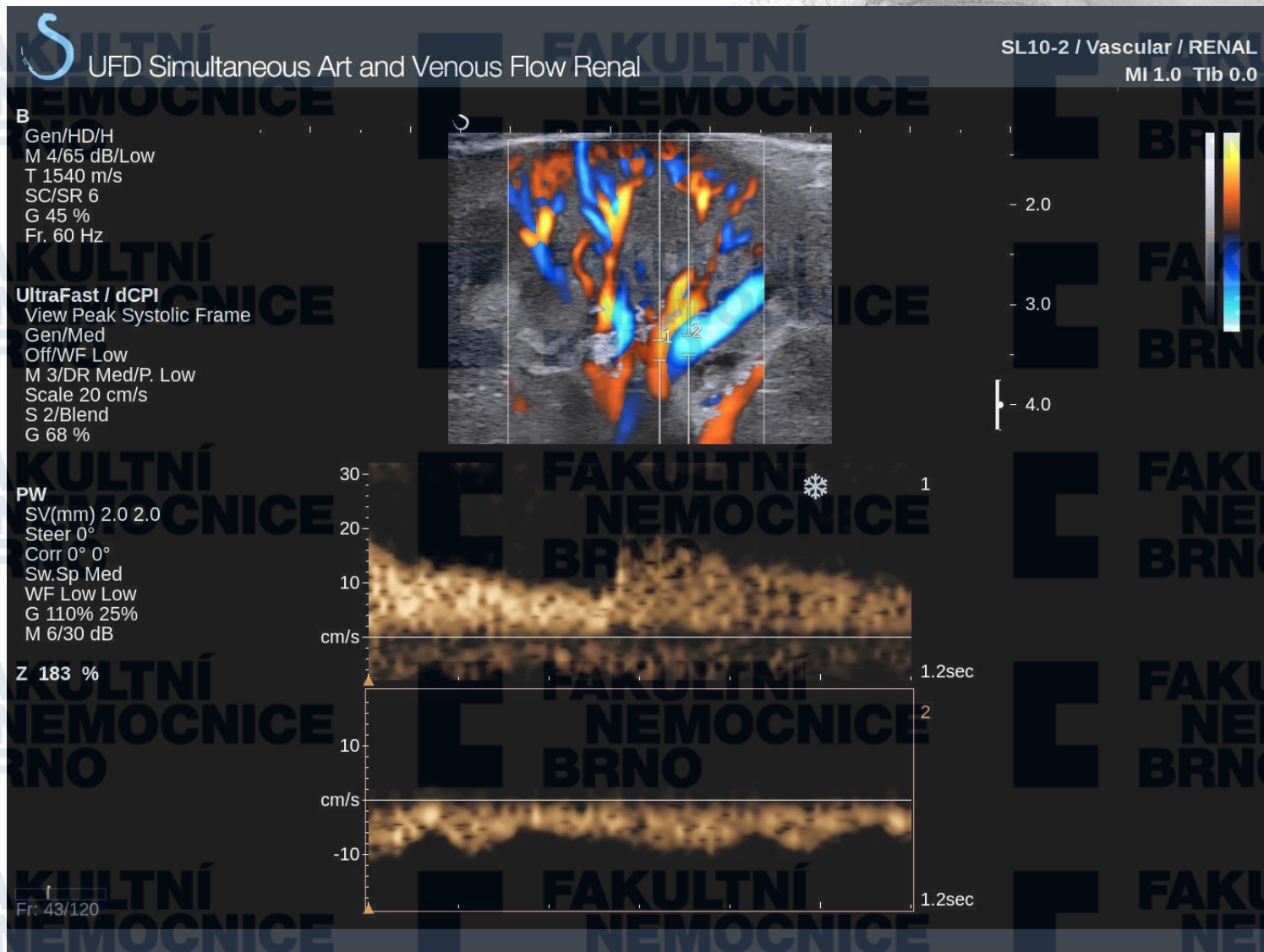
Reverse
flow



UltraFast Doppler



UltraFast Doppler



SL10-2 / Vascular / Carotid
MI 1.2 TI 0.0

25/08/2011 17:13:21

Ultrafast Doppler

ID: Alxplorer 51984333

Gen/Med/H
M 5/67 dB/Low
T 1540 m/s
SC/SR 6
G 26 %
Fr. 106 Hz

CFI
Gen/HD
Off/WF Low
M 7/P: Med
Scale 51 cm/s
S 1
G 85 %

Z 100 %

51.0
-51.0
cm/s

1
2
3

- 2
- 3
- 4

Cine

99/212

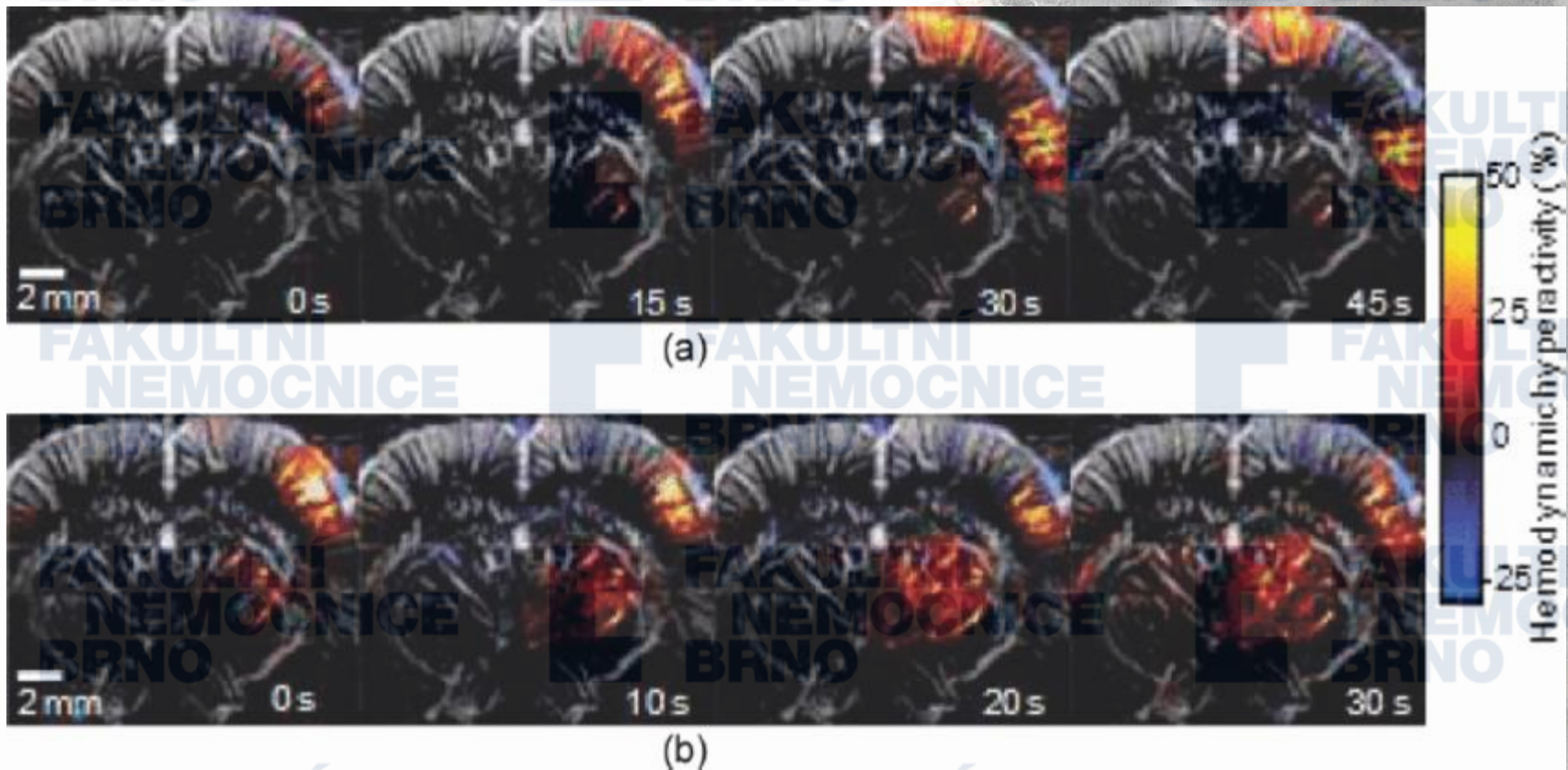
MEDATA

UltraFast Doppler

Spatiotemporal spreading of epileptiform activity for two ictal events.

Brain cerebral blood volume (CBV) changes (% relative to the base-line) are superimposed on a control baseline CBV image.

In (a) we can see an onset and a cortical propagation. In (b), the activity is seen spreading in the thalamus

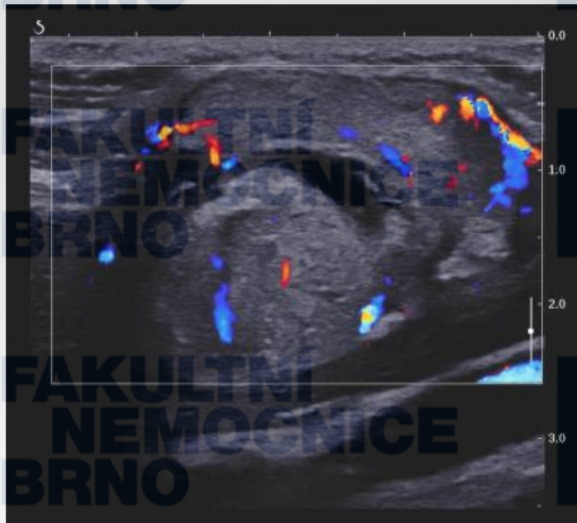


ANGIO PL.U.S.

A New Solution for Microvascular Imaging

Challenge:

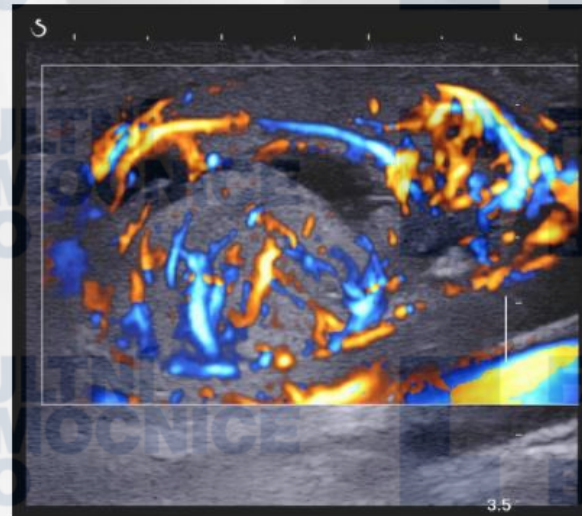
Conventional color Doppler is limited in its ability to visualize microvascular flow



Conventional Color Doppler

Solution:

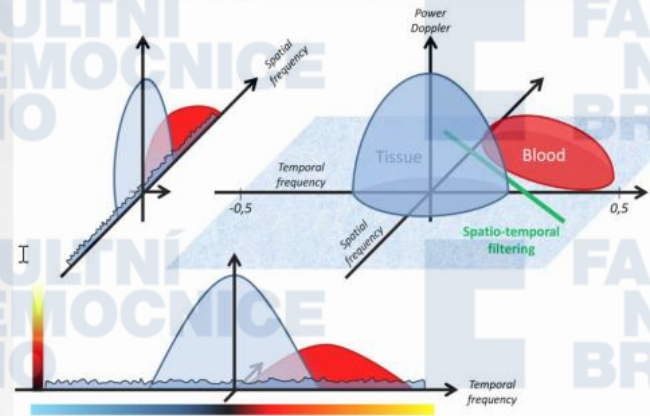
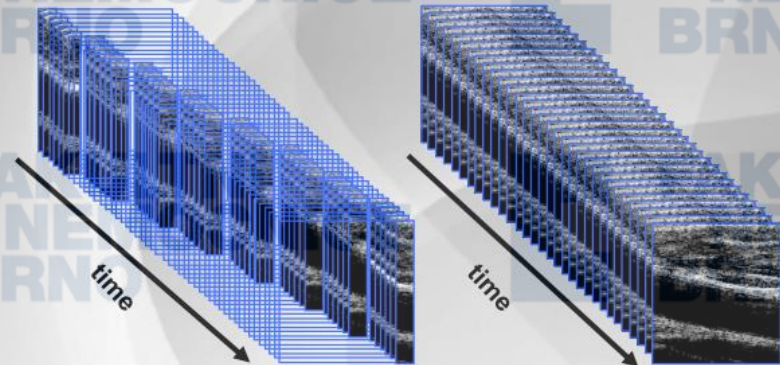
Angio PL.U.S. increased sensitivity and spatial resolution results in greater flow detail



Angio PL.U.S.

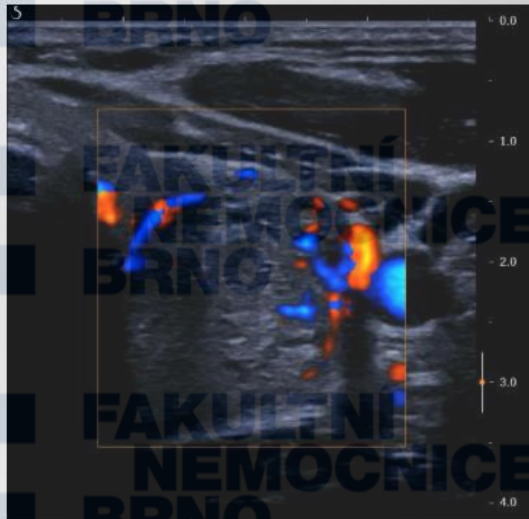
ANGIO PL.U.S.

- Conventional Color Doppler requires rapid data sampling in a small area. This is repeated several times to cover the entire Color Box
 - Only average flows can be estimated
 - High flow velocities, frame rate and spatial correlation of flow are all compromised
 - Separating flow from tissue motion is challenging, often seen as “flash” artifacts
- Plane Wave imaging captures data from the entire image at UltraFast™ sampling rates, greater than 10,000 Hz
- Angio PL.U.S. employs advanced filtering in both time and space to better separate blood flow from tissue motion
- Angio PL.U.S. results in a higher frame rate, better sensitivity and excellent spatial correlation of flow compared to conventional Color Flow Doppler



ANGIO PL.U.S.

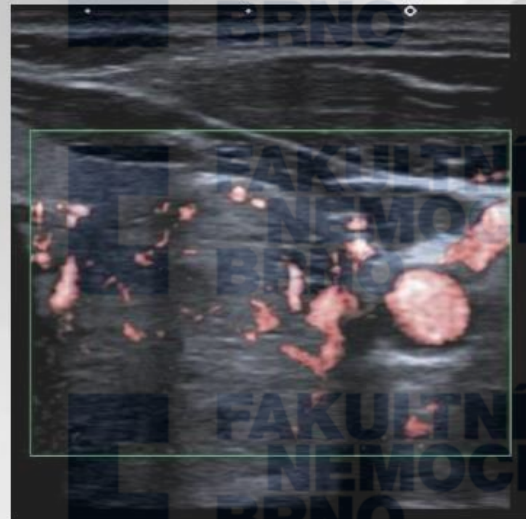
CFI



Conventional Color Acquisition

Sensitivity : -
Resolution: -
Frame rate: -
Scale adjustment: Yes
Flow Q and Direction: Yes
B-mode quality: ++
Large box quality: -

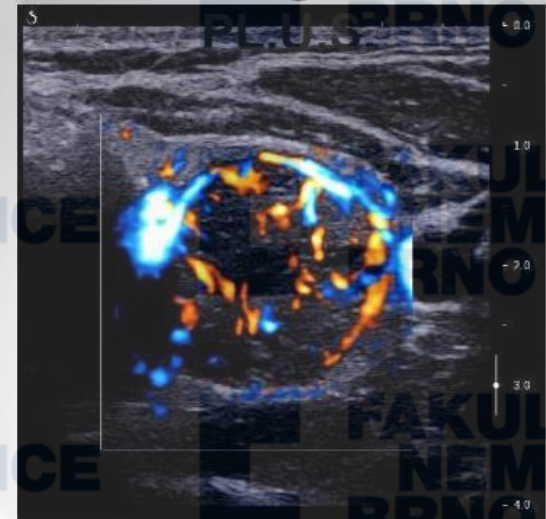
SMI



Interleaved Color Acquisition

Sensitivity : +
Resolution: +
Frame rate: ++
Scale adjustment: No (fixed 2cm/s)
Flow Q and Direction: No
B-mode quality: -
Large box quality: +

Angio



UltraFast™ Acquisition

Sensitivity : ++
Resolution: ++
Frame rate: ++
Scale adjustment: yes
Flow Q and Direction: Yes
B-mode quality: +
Large box quality: ++

Inovace sonografické technologie v reakci na klinickou výzvu- UltraFast Imaging



❖ Měření nového parametru

- Tuhost tkáně (objektivní, reprodukovatelné, kvantifikovatelné)
- Nahrazuje manuální palpaci

❖ Bez ionizujícího záření

❖ Neinvazivní vyšetření

❖ Vyšší rychlost diagnostiky (větší počet vyšetřených pacientů)

❖ Velmi rychlá akvizice

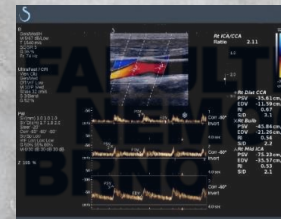
❖ 3D akvizice

UltraFast™ Imaging
až
20,000 snímků / sec



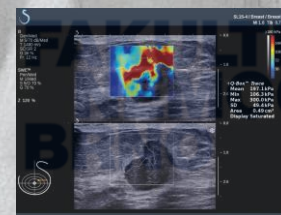
UltraFast™ Doppler

Signifikantně zlepšený počet vyšetřených pacientů
(15 min vs. 50 min pro cévní vyšetření)



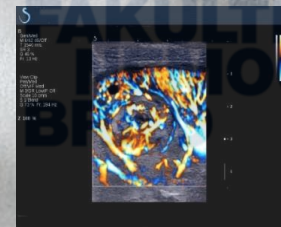
Real time ShearWave Elastography (SWE™)

Real-time, kvantitativní, na všech sondách a všech orgánech



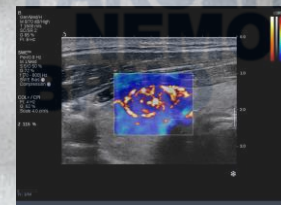
Angio PL.U.S. – Planewave Ultrasensitive Doppler

Velmi pomalé toky – mikrocirkulace bez použití kontrastu



TriVu : real-time simultánní zobrazení B-mode, ShearWave™ Elastography a Color

Real-time kombinace Anatomie and Funkce



Nové technologie UFI (real-time SWE, UFD, ..., použitelné i v řadě netradičních klinických aplikací

Hlavní klinické aplikace

Perfuze

- ✧ Kromě konvenčního Dopplera bez použití kontrastních látek

Cévní

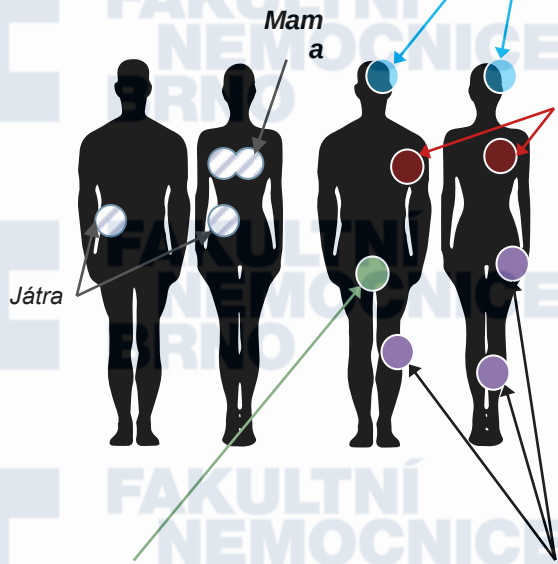
- ✧ Simultánní zobrazení a kvantifikace

Prostata

- ✧ Zlepšené navádění biopsie

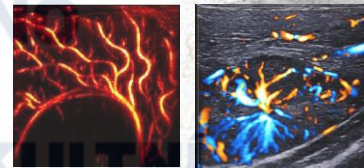
Muskuloskeletál

- ✧ Zlepšená diagnostika



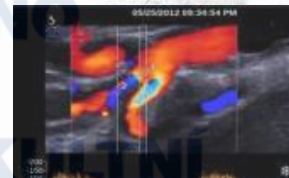
Špičková technologie pro cílené aplikace

Perfuze



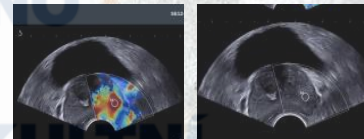
- ✧ Vizualizace a hodnocení perfuze
- ✧ Diagnóza hepatických, neurologických atd. lézí bez použití kontrastního média

Cévní



- ✧ Měření rychlosti pulzní vlny indukující vaskulární elasticitu
- ✧ Zrychlení pracovních výkonů pro kvantifikaci průtoku krve pro lepší hodnocení kardiovaskulárních onemocnění

Prostata



- ✧ Lepší analýza uzlů během časné diagnostiky
- ✧ SWE pomáhá zaměřit biopsie prostaty pro snížení falešně negativních nálezů

Muskuloskeletál



- ✧ Real-time vizualizace anatomie a funkčního obrazu svalů a šlach

Aixplorer® Ultimate New features – Needle PL.U.S.

Needle PL.U.S.:

- New and exclusive (patented) Imaging mode to detect and modelize a biopsy instrument.
 - Available on all applications and presets of SL18-5, SL10-2 and SLH20-6 (except Neonatal Head presets).
 - Based on UltraFast and plane waves technology – **Adaptivní prostorové kompondní zobrazování**
 - Instrument is automatically real-time detected and all the Ultrasound optimization is managed autonomously (no user action is required).
 - No compromise on the B-mode image quality.
 - Needle PL.U.S. predicts the needle trajectory and displays the needle path.
 - Optimized for a range of 14G – 25G needles.
 - User has access to visualization controls to optimize the needle appearance (even retrospectively on acquired frames & clips).
 - Most of controls and settings can be saved in a preset.

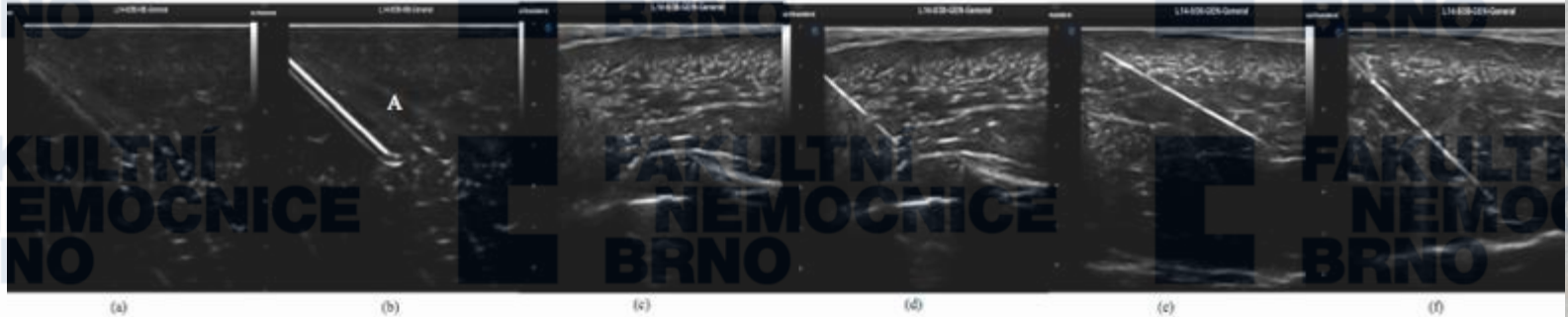
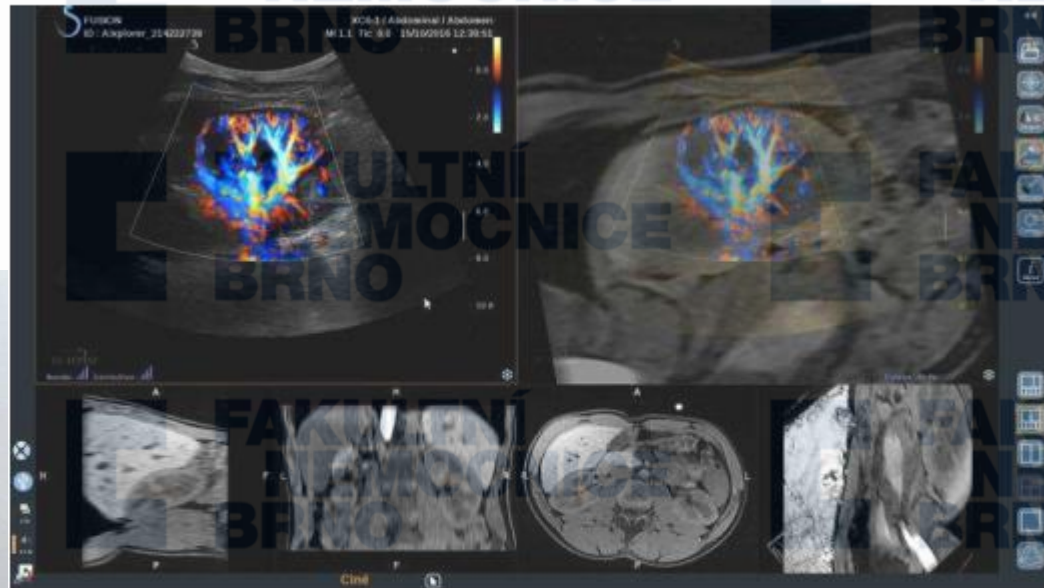


Fig. 3 (a) The phantom image using the normal spatial compounding. (b) The phantom image using the proposed adaptive spatial compounding. (c) The chicken image using the normal spatial compounding. (d) The chicken image using the proposed adaptive spatial compounding. (e) The chicken image using the proposed adaptive spatial compounding with shallow insertion angle (~20 degree). (f) The chicken image using the proposed adaptive spatial compounding with deep insertion angle (~50 degree).

S-NAV Navigation-Fusion



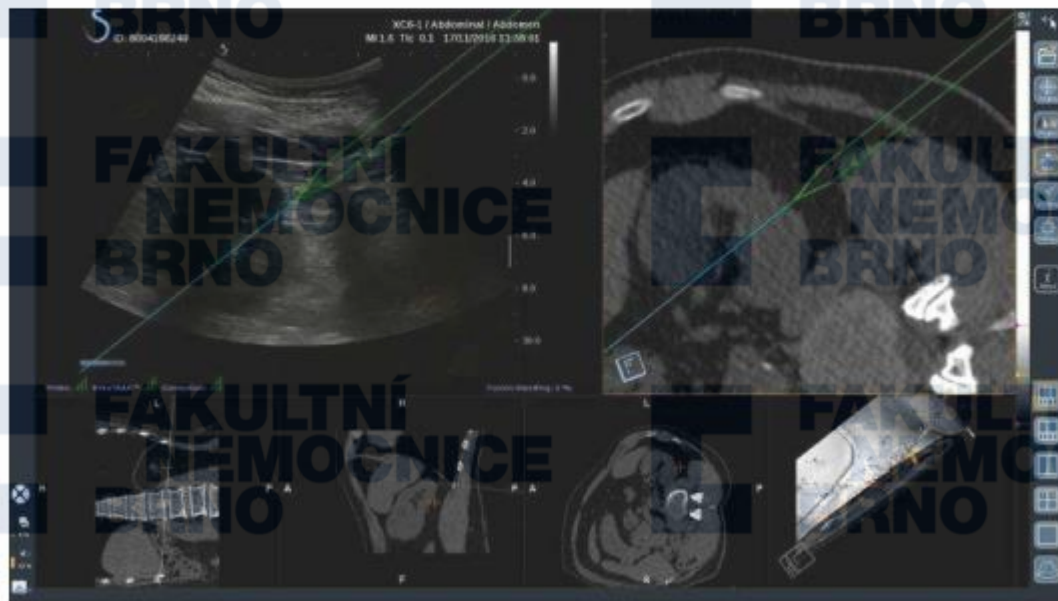
Fusion Imaging package



- Easy import DICOM Modalities such as CT, MRI or PET through Ethernet or WIFI networks, or USB & CD/DVD Media

S-NAV Navigation-Fusion

Fusion, Volume Navigation and
Needle Guidance package

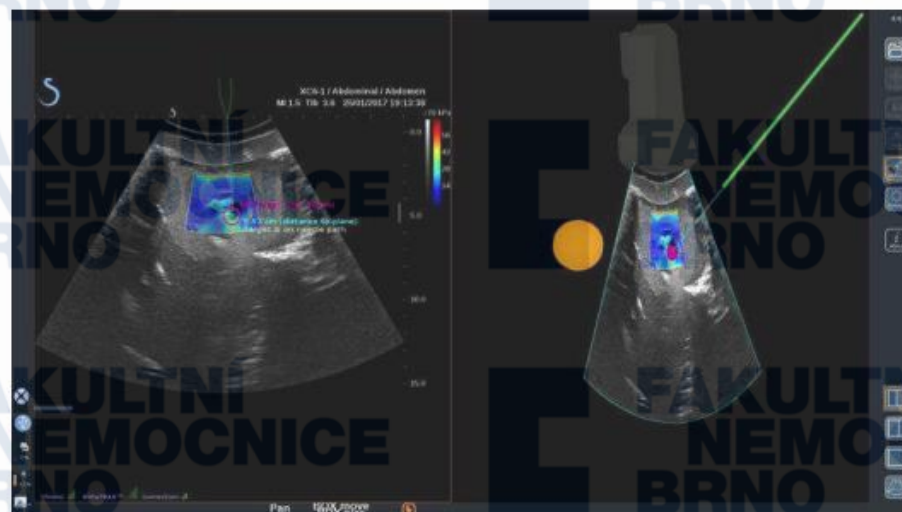


MEDATA

US Volume Navigation/Needle Guidance package



- Assisted Needle navigation to Ultrasound visible targets defined by the user based on magnetic tracking to plan and secure the interventional procedure



- Needle tracking to secure and ease interventional procedures using electromagnetic sensors (CIVCO VirtuTRAX™ & CIVCO eTRAX™)

S-NAV Navigation-Fusion

Magnetic Transmitter



Transmitter Rolling Stand



Transducer Tracking Sensor



3D Guidance driveBAY™



CIVCO eTRAX™



CIVCO VirtuTRAX™



omniTRAX™ Patient Tracker



omniTRAX™ Patient Tracker MR Model

MEDATA



Trend ! :

Mobile Health Care



PDA (personal digital assistant)

Chytré telefony

Chytré tablety

- Komunikační možnosti
- HIS/EHR/EMR/PACS/LIS..
- Zdroj informací (manuály, guidelines..)
- Klinický softvér :

Diagnostika

Monitorace

Lék.kalkulace

Umělá inteligence



MEDATA

UltraPortable, HandHeld, Pocket ultrasound

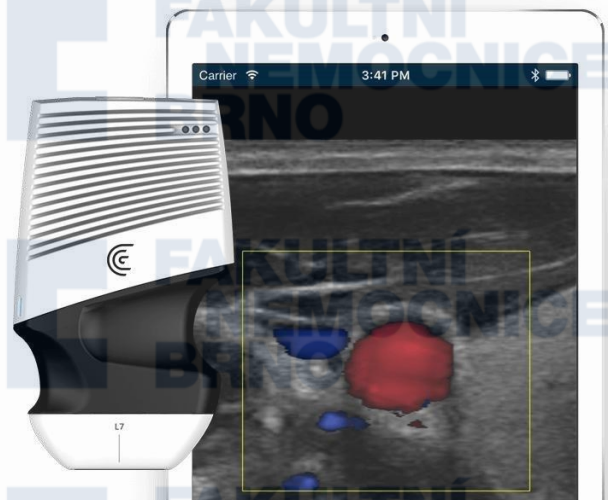
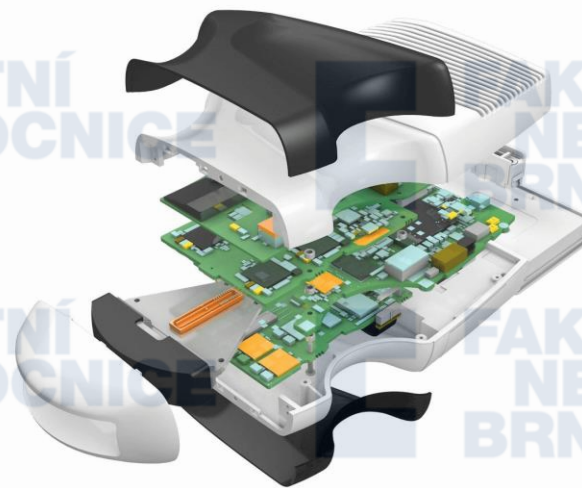
Například :

Philips Lumify
GE Vscan Extend
SonoScanner U-Lite
Signostics U-scan
Clarius C3, C7, L7
.....



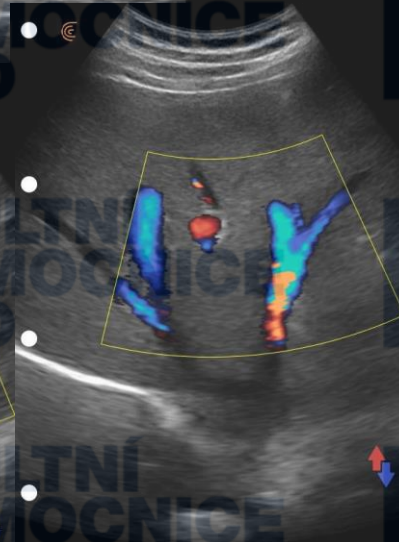
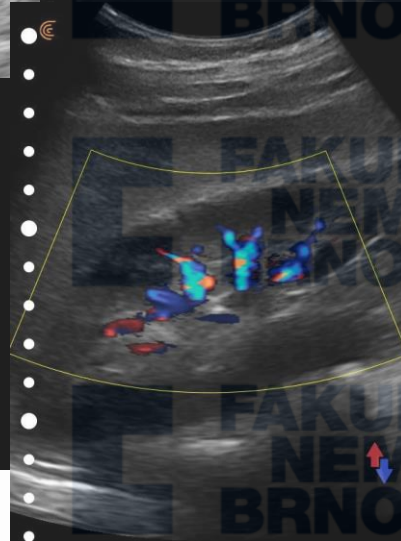
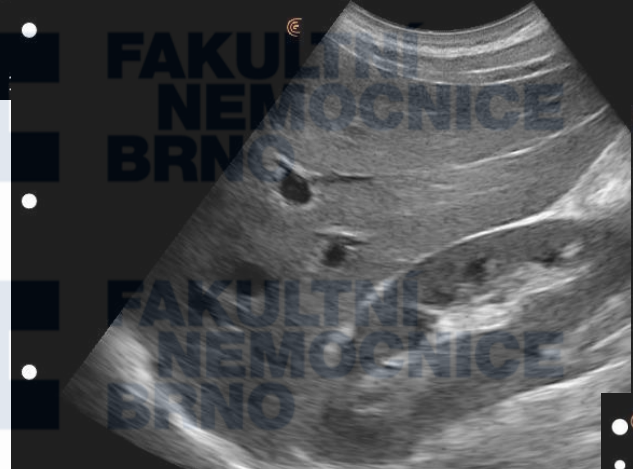
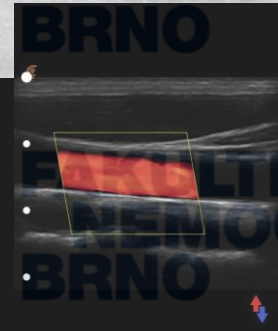
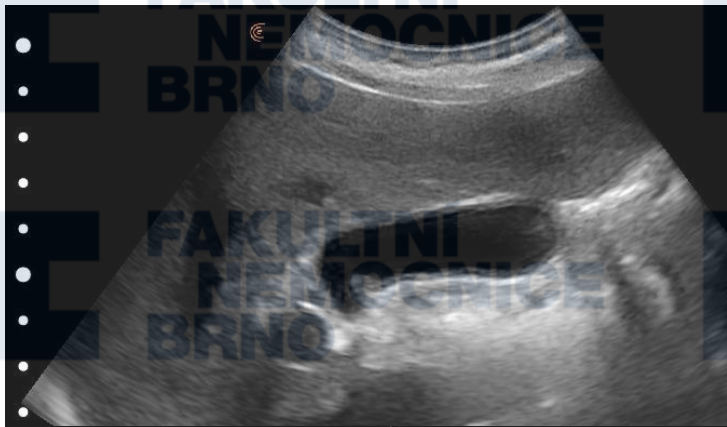


UltraPortable, HandHeld, Pocket ultrasound



UltraPortable, hand-held, pocket

www.clarius.me



Děkuji za pozornost

