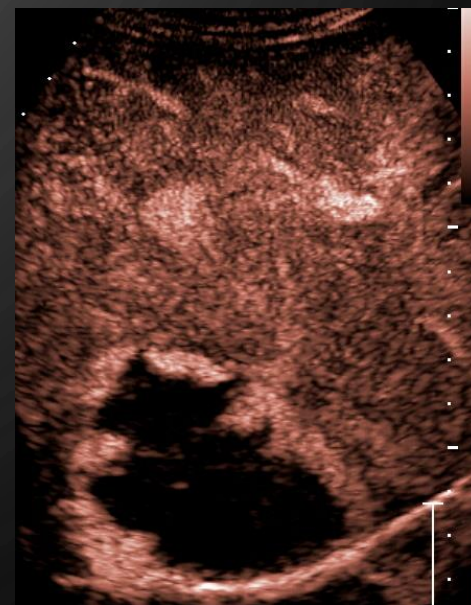


KONTRASTNÍ ULTRASONOGRAFIE – PRINCIP, INDIKACE, POSTAVENÍ V DIAGNOSTICE

HANA PÁNKOVÁ PETRÁŠOVÁ

KLINIKA RADIOLOGIE A NUKLEÁRNÍ
MEDICÍNY FN BRNO A LF MU



PROČ POUŽÍVAT KONTRASTNÍ LÁTKU?

- ZVÝŠENÍ ECHOGENITY KRVE PRO DETEKCI TOKŮ NA ÚROVNI, KTERÁ BY JINAK NEBYLA MOŽNÁ
- DOPPLER
 - ODLÍŠÍ POHYBUJÍCÍ SE KREV OD STATICKÉ TKÁNĚ
 - FUNGUJE PRO TOKY VE VĚTŠÍCH CÉVÁCH
 - NEFUNKUJE U TOKŮ NA PARENCHYMOVÉ ÚROVNI, KDE SE TKÁŇ POHYBUJE STEJNOU RYCHLOSTÍ ČI RYCHLEJI NEŽ KREV, KTERÁ JI PERFUNDUJE (FLASH ARTIFACT)
- PROTO PARENCHYMOVÉ TOKY NEMOHOU BÝT ZOBRAZENY METODOU KONVENČNÍHO DOPPLERA
- ZOBRAZENÍ MIKROCIRKULACE

PODMÍNKY KONTRASTNÍHO UZ ZOBRAZENÍ

- BYLO NUTNO VYVINOUT JEDNAK **TECHNIKU** UZ ZOBRAZENÍ SCHOPNOU K.L. DOBŘE ZOBRAZIT
- VYVINOUT **KONTRASTNÍ LÁTKU**:
 - I.V. APLIKOVATELNÁ
 - DOSTATEČNÉ ZVÝŠENÍ KONTRASTU, ODRAZIVOST
 - NEROZPOUŠTÍ SE V KRVÍ A ZÁROVEŇ JE SCHOPNA TRANSPULMONÁLNÍ PASÁŽE, TEDY VHODNOU KE ZOBRAZENÍ LEVOSTRANNÉHO CÉVNÍHO ŘEČIŠTĚ
 - DOSTATEČNÁ ŽIVOTNOST V KREVNÍM OBĚHU PRO ZOBRAZENÍ POZDNÍ FÁZE DYNAMICKÉHO VYŠETŘENÍ

PROČ BUBLINY?

- PLYN PŮSOBÍ VYSOKÝ ROZDÍL AKUSTICKÉ IMPEDANCE
- VYSOKÁ ODRAZIVOST UZ VLNĚNÍ (KOEFIČIENT ODRAZU)
- VYSOKÝ KONTRAST

$$R = \left(\frac{z_2 - z_1}{z_2 + z_1} \right)^2$$

voda 1,52

vzduch 0,0004 [Pa.s.m⁻¹]



JAKÉ BUBLINY?

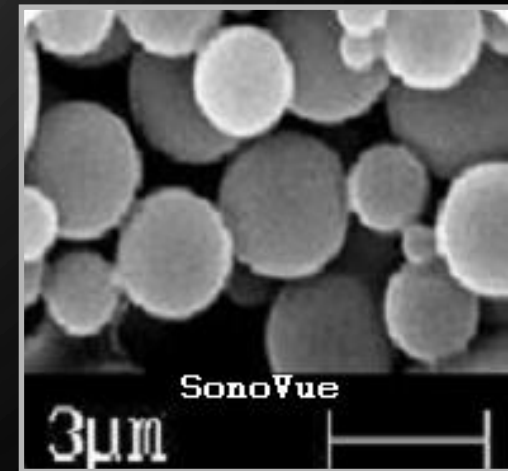
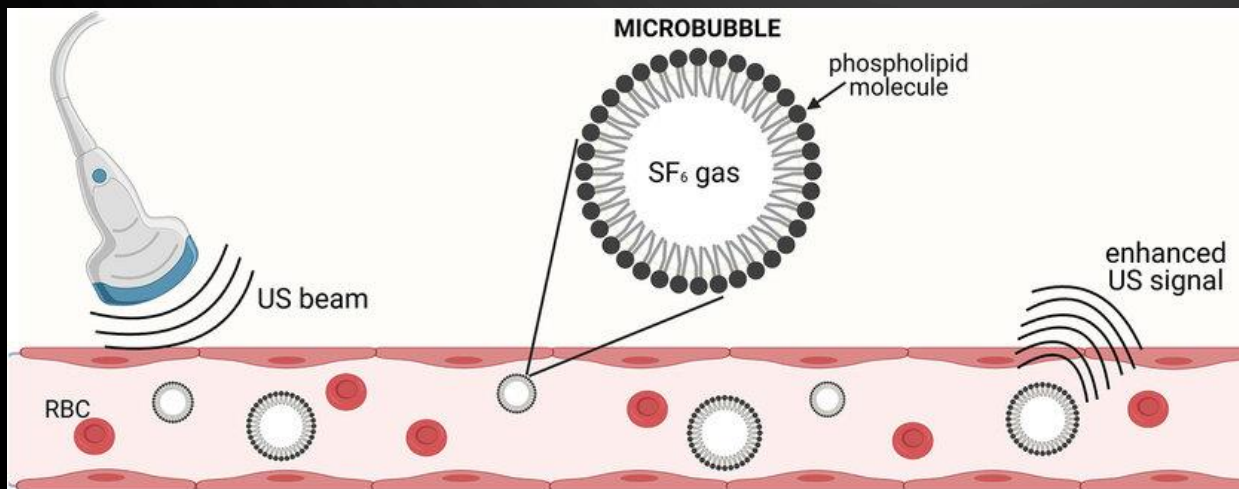
- VZDUCH + VODNÝ ROZTOK
 - FYZIOL. ROZTOK (DR. GRAMIAK)
 - GLUKÓZA
 - MANITOL – ZOBRAZENÍ P/L ZKRATŮ
- MIKROBUBLINOVÉ K.L.
 - MALÉ BUBLINY **PLYNU** + BIODEGRADABILNÍ **OBAL** – TUK (FOSFOLIPIDY), PROTEIN (ALBUMIN)

GENERACE MIKROBUBLINOVÝCH K.L.

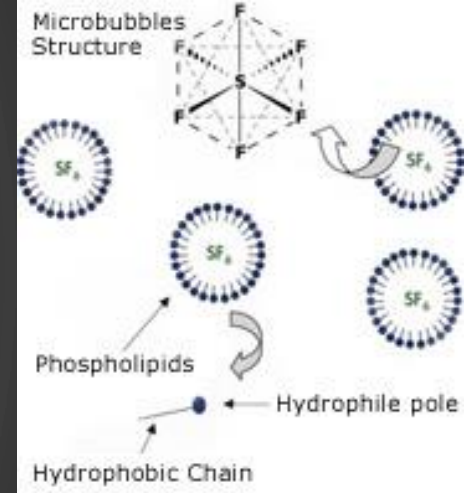
- 1. GENERACE (ECHOVIST, ALBUNEX, LEVOVIST)
 - NÁPLŇ - VZDUCH
 - KRÁTKÁ ŽIVOTNOST
- 2. GENERACE (SONOVUE, OPTISON, DEFINITY, SONAZOID)
 - TRANSPULMONÁLNÍ
 - NÁPLŇ - TĚŽŠÍ PLYNY
 - ŽIVOTNOST NĚKOLIK MINUT
 - MALÁ VELIKOST (PROCHÁZEJÍ PLICNÍM ŘEČIŠTĚM)

DŮLEŽITÉ ASPEKTY MIKROBUBLINOVÝCH K.L. PRO UZ

- JSOU PŘÍSNĚ **INTRAVASKULÁRNÍ**, NEPRONIKAJÍ DO EXTRAVASKULÁRNÍHO PROSTORU
- ODRÁŽEJÍ TEDY POUZE **MIKROVASKULARIZACI**



SONOVUE®



- K.L. **SCHVÁLENÁ** V EU PRO MAKRO A **MIKROVASKULÁRNÍ** ZOBRAZOVÁNÍ.
- PLYN - **FLUORID SÍROVÝ** (SF_6) – ELIMINACE CESTOU PLICNÍCH KAPILÁR (80% BĚHEM 2 MINUT).
- OBAL - **FOSFOLIPIDY**
- PRŮMĚRNÁ **VELIKOST** BUBLIN JE **2,5 MM** (90 % < 6 MM)
- ZVÝŠENÍ INTENZITY **SIGNÁLU 3-8 MIN.**





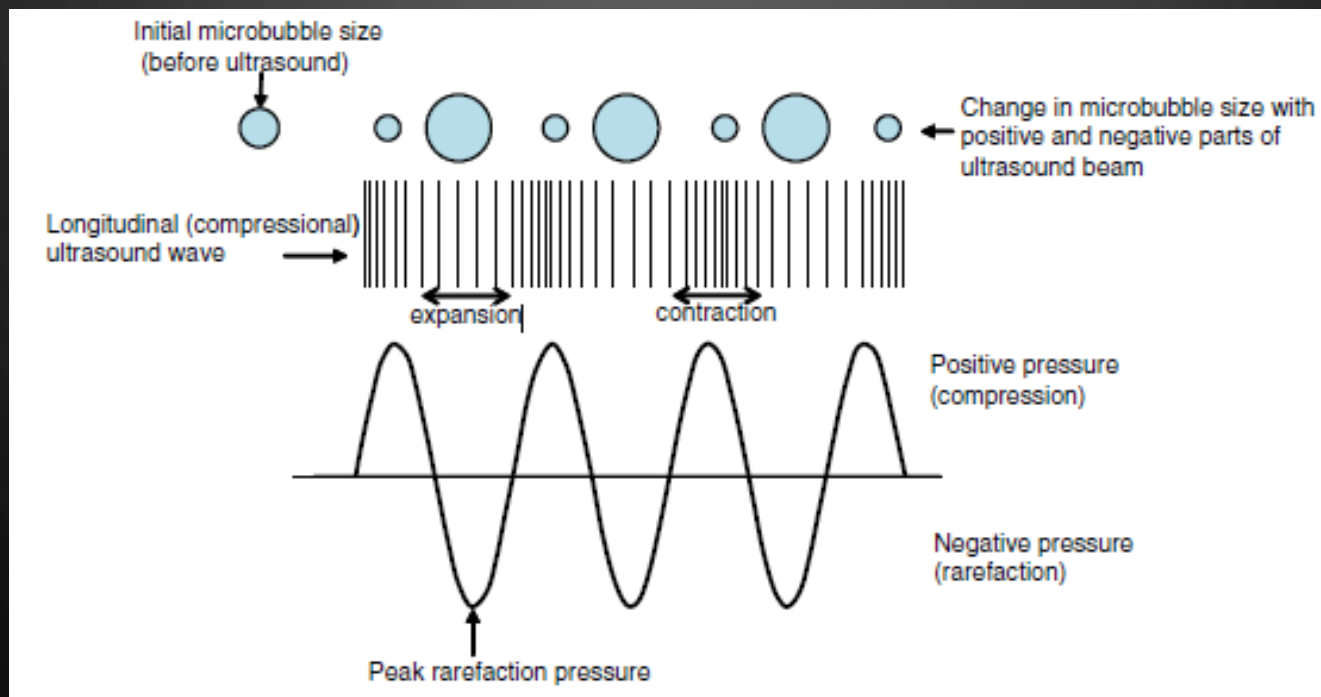
- 25 MG LYOFILIZOVANÉHO PRÁŠKU V ATMOSFÉŘE FLUORIDU SÍROVÉHO
- 5 ML FYZIOLOGICKÉHO ROZTOKU
- SMÍCHAT A 20 S PROTŘEPÁVAT
- VÝSLEDNÝ ROZTOK OBSAHUJE 8 MICROLITRŮ SF_6 /ML
- SUSPENZE VYKAZUJE STABILITU CCA 6 HODIN
- APLIKACE BOLUSOVĚ + PROPLACH FR (STANDARDNÍ DÁVKA 2,5ML)

KONTRAINDIKACE SONOVUE

- **HYPERSENZITIVITA** NA LÉČIVOU LÁTKU
- PACIENTI SE ZNÁMOU EXISTENCÍ **PRAVO-LEVÝCH ZKRATŮ**, S **TĚŽKOU PLICNÍ HYPERTENZÍ** (PLICNÍ ARTERIÁLNÍ TLAK > 90 MMHG), **NEKONTROLOVANOU SYSTÉMOVOU HYPERTENZÍ** A U PACIENTŮ S **ARDS**.
- SONOVUE NESMÍ BÝT POUŽÍVÁN V KOMBINACI S **DOBUTAMINEM** U PACIENTŮ S NESTABILNÍM STAVEM KARDIOVASKULÁRNÍHO SYSTÉMU
- **DO NOT USE SONOVUE** (EUROPEAN MEDICINES AGENCY EMA) IF YOU HAVE:
 - HAD A MYOCARDIAL INFARCTION AND YOU STILL SUFFER FROM FREQUENT AND/OR REPEATED ANGINA OR CHEST PAIN,
 - HAD A RECENT CORONARY ARTERY INTERVENTION,
 - RECENT CHANGES IN YOUR ELECTROCARDIOGRAM,
 - FREQUENT AND/OR REPEATED ANGINA OR CHEST PAIN IN THE PAST 7 DAYS,
 - HEART FAILURE, SEVERE HEART RHYTHM DISORDERS

CHOVÁNÍ MIKROBUBLIN V UZ VLNĚNÍ

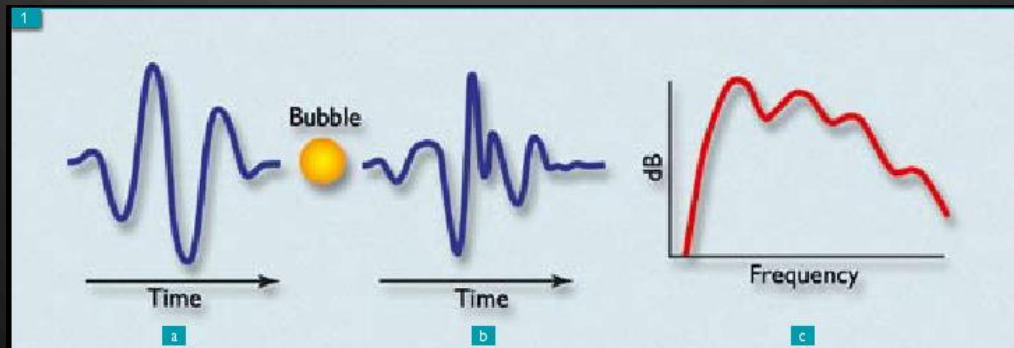
- PŘI SRÁŽCE UZ VLNY S MIKROBUBLINOU DOCHÁZÍ K JEJÍ OSCILACI - STŘÍDAVĚ KE **KOMPRESI** A NÁSLEDNÉ **EXPANZI**



Hoskins, P. R., et al. (2010). Diagnostic ultrasound: physics and equipment.

CHOVÁNÍ MIKROBUBLIN V UZ VLNĚNÍ

- CHARAKTER OSCILACE ZÁVISTÍ NA AKUSTICKÉM TLAKU
 - MÍSTO NĚJ ZOBRAZUJE PŘÍSTROJ MECHANICKÝ INDEX
- $MI > 0,7$ - **DESTRUKCE** BUBLIN – SILNÝ SIGNÁL, ALE JEN KRÁTCE
- $MI > 0,04$ - NELINEÁRNÍ (ASYMETRICKÁ) OSCILACE – JE ZDROJEM HARMONICKÝCH FREKVENCÍ V ODRAŽENÝCH VLNÁCH

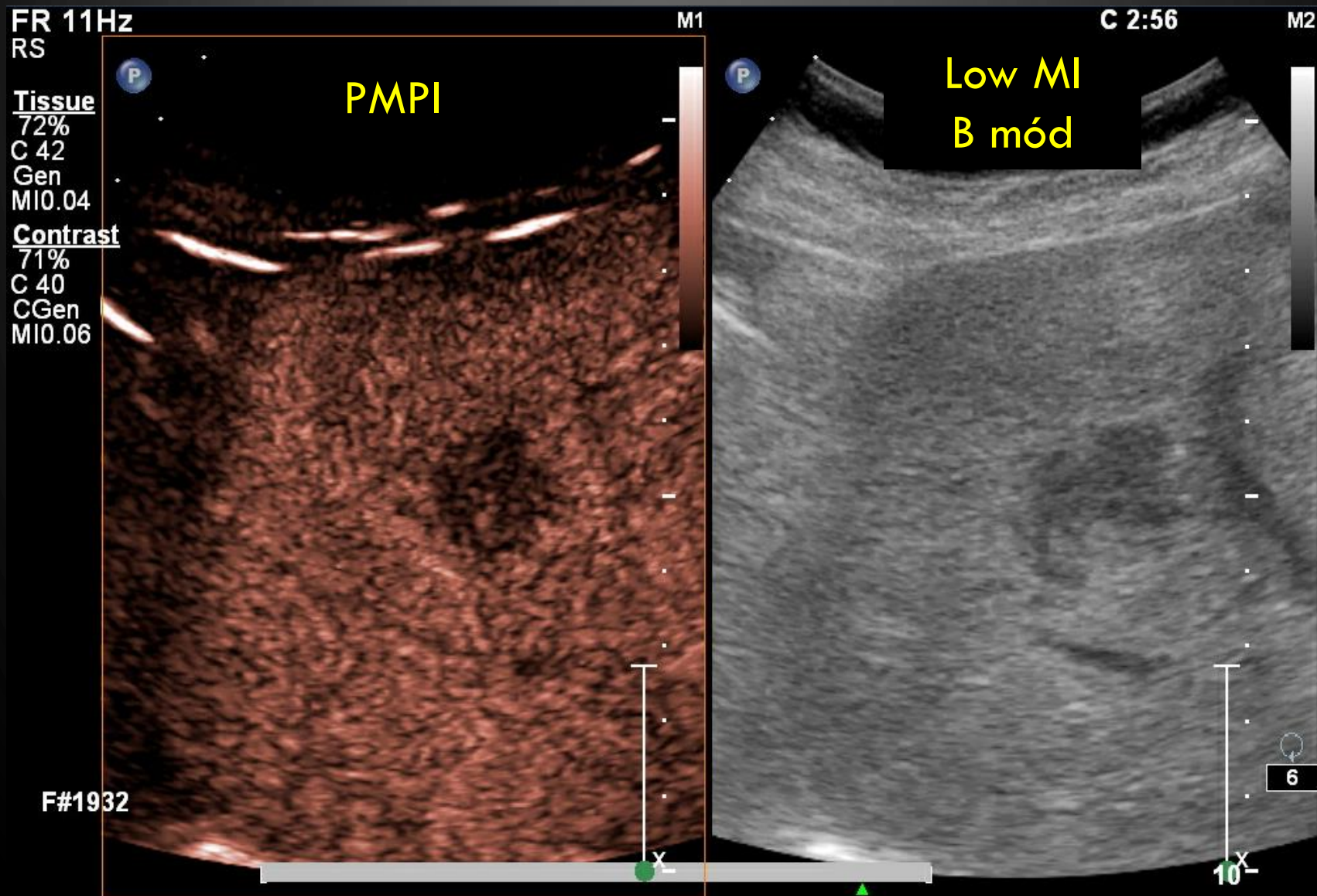


- $MI < 0,04$ - LINEÁRNÍ OSCILACE – ODRAŽENÉ VLNY MAJÍ STEJNOU FREKVENCI, SLABÝ SIGNÁL

LOW MI IMAGING

- BĚHEM VYŠETŘOVÁNÍ ZA NORMÁLNÍCH HODNOT AKUSTICKÉHO VÝKONU (MI 1,4) NEMÁ K.L. ŠANCI NAPLNIT MIKROCIRKULACI
- **MI 0,05 - 0,1**
 - NEDOCHÁZÍ K DESTRUKCI BUBLIN
 - **BUBLINY** JSOU ZDROJEM **HARMONICKÉHO** SIGNÁLU
 - **REDUKCE HARMONICKÉ** KOMPONENTY **TKÁŇOVÝCH** ODRAZŮ
 - STACIONÁRNÍ TKÁNĚ SE CHOVAJÍ VÍCE LINEÁRNĚ, VYŽADUJÍ VYŠŠÍ MI PRO HARMONICKOU ODPOVĚĎ, PROTO PŘI NÍZKÉM MI JE **VYŠŠÍ POMĚR SIGNÁLU MIKROBUBLINY/TKÁNĚ**
- = SPECIÁLNÍ TECHNIKY VYUŽÍVAJÍCÍ NÍZKÝ MI A ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLU Z VÍCE VYSLANÝCH UZ PULZŮ
 - PI, PM, PMPI

SIDE-BY-SIDE DISPLAY



CEUS (PŘÍKLAD)

Mladá žena, ložisko v S4 jater

FR 28Hz
RS

2D
52%
C 55
P Low
HGen

M2

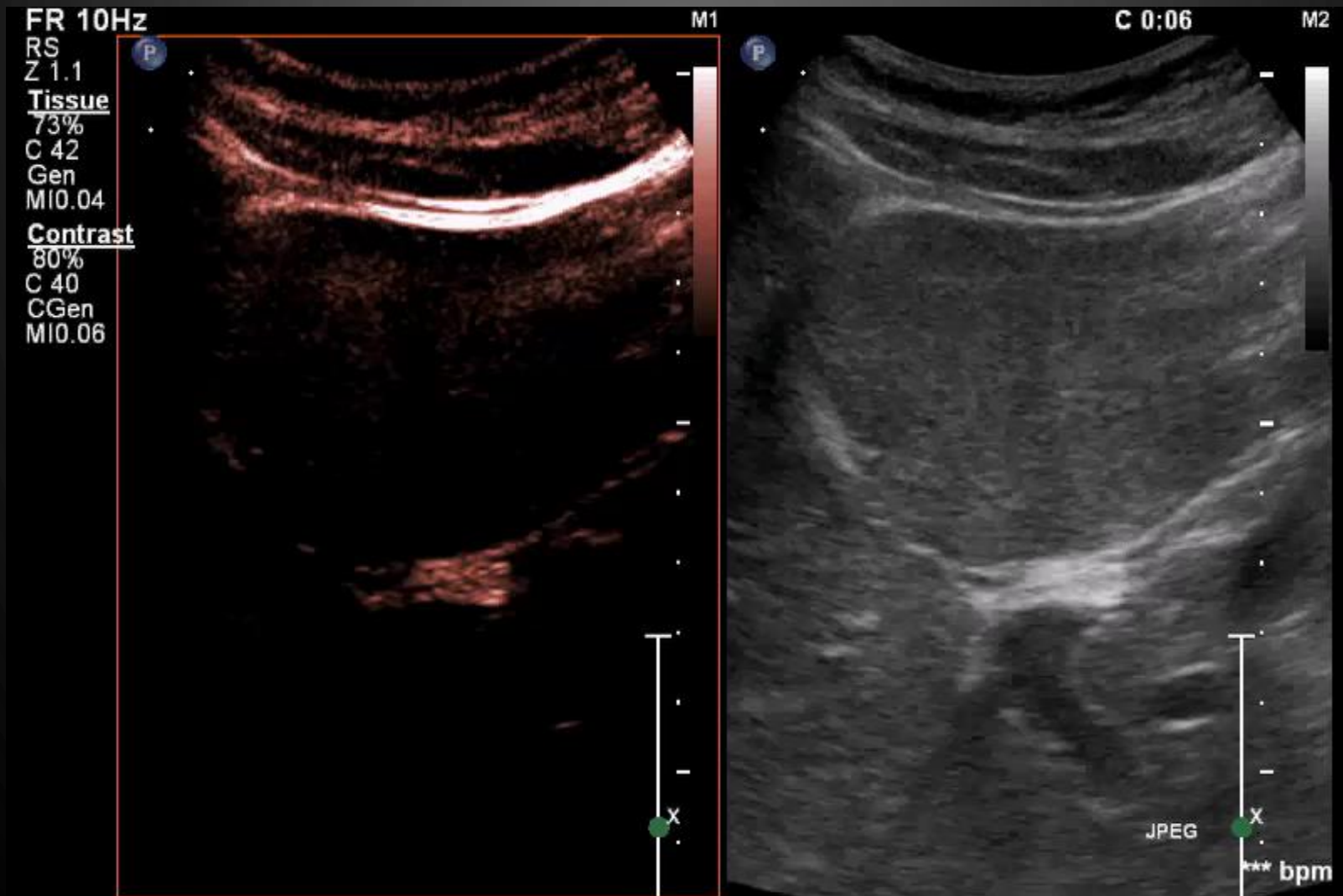
19
36
50
55
61
68
71
74



14

+ Dist 8.11 cm
x Dist 5.02 cm

CEUS (PŘÍKLAD)



Fokální nodulární hyperplazie

Safety considerations

UCAs can be administered safely in various applications with minimal risk to patients [4, 7–11]. They are not excreted through the kidneys and can be safely administered to patients with renal insufficiency with no risk of contrast-related nephropathy or nephrogenic systemic fibrosis. There is no additional need for biochemical assessment or fasting prior to injection, and there is no evidence of any effect on thyroid function, as UCAs do not contain iodine [2, 3]. UCAs have a very low rate of anaphylactoid-type reactions (1/7000 patients, corresponding to 14/100 000, or 0.014%) [7, 11–13] significantly lower than the rate with current iodinated computed tomography (CT) agents (35–95/100 000 patients, 0.035–0.095%) [14] and gadolinium-based contrast agents at 4/64 (6.3%) [15]. Serious anaphylactoid-type reactions to UCAs are observed in approximately 1/10 000 exposures,

**EUROPEAN FEDERATION OF SOCIETIES FOR ULTRASOUND IN MEDICINE
AND BIOLOGY GUIDELINES**

RECOMMENDATION 1

Intravenous use of UCAs in adult populations is safe (LoE 2)
(Pro 28, Abs 0, Against 0).

POSTAVENÍ V DIAGNOSTICE I JÁTRA FOKÁLNÍ LÉZE

Guidelines and Good Clinical Practice Recommendations for Contrast Enhanced Ultrasound (CEUS) in the Liver – Update 2020

WFUMB in Cooperation with EFSUMB, AFSUMB, AIUM, and FLAUS

Liver CEUS: Scanning technique and basic image interpretation

Before starting liver CEUS, it is necessary to review the patient's clinical history, laboratory data and any prior imaging. The entire liver and the FLL should be interrogated using conventional B-Mode and color Doppler US in order to obtain reproducible information regarding segmental localization, size and relation to vessels and other anatomical landmarks as well as to guarantee optimal examination quality and ascertain whether underlying cirrhosis is present. The range of tumor types differs between cir-

RECOMMENDATION 9

Before performing CEUS to characterize FLLs, it is recommended to perform a systematic liver examination using B-Mode and Doppler US (LoE 5, strong recommendation) (Pro 32,

Characterization of FLL in the non-cirrhotic liver

The primary aim of CEUS in patients with a non-cirrhotic liver is to differentiate benign from malignant FLLs [29, 33, 45, 56–58, 62–78]. Thus, CEUS is useful to facilitate the clinical decision as

RECOMMENDATION 10

CEUS is recommended as the first-line imaging technique for the characterization of incidentally detected, indeterminate FLL at US in patients with non-cirrhotic liver and without a history or clinical suspicion of malignancy (LoE 1, strong recommendation) (Pro 30, Abs 2, Against 0).

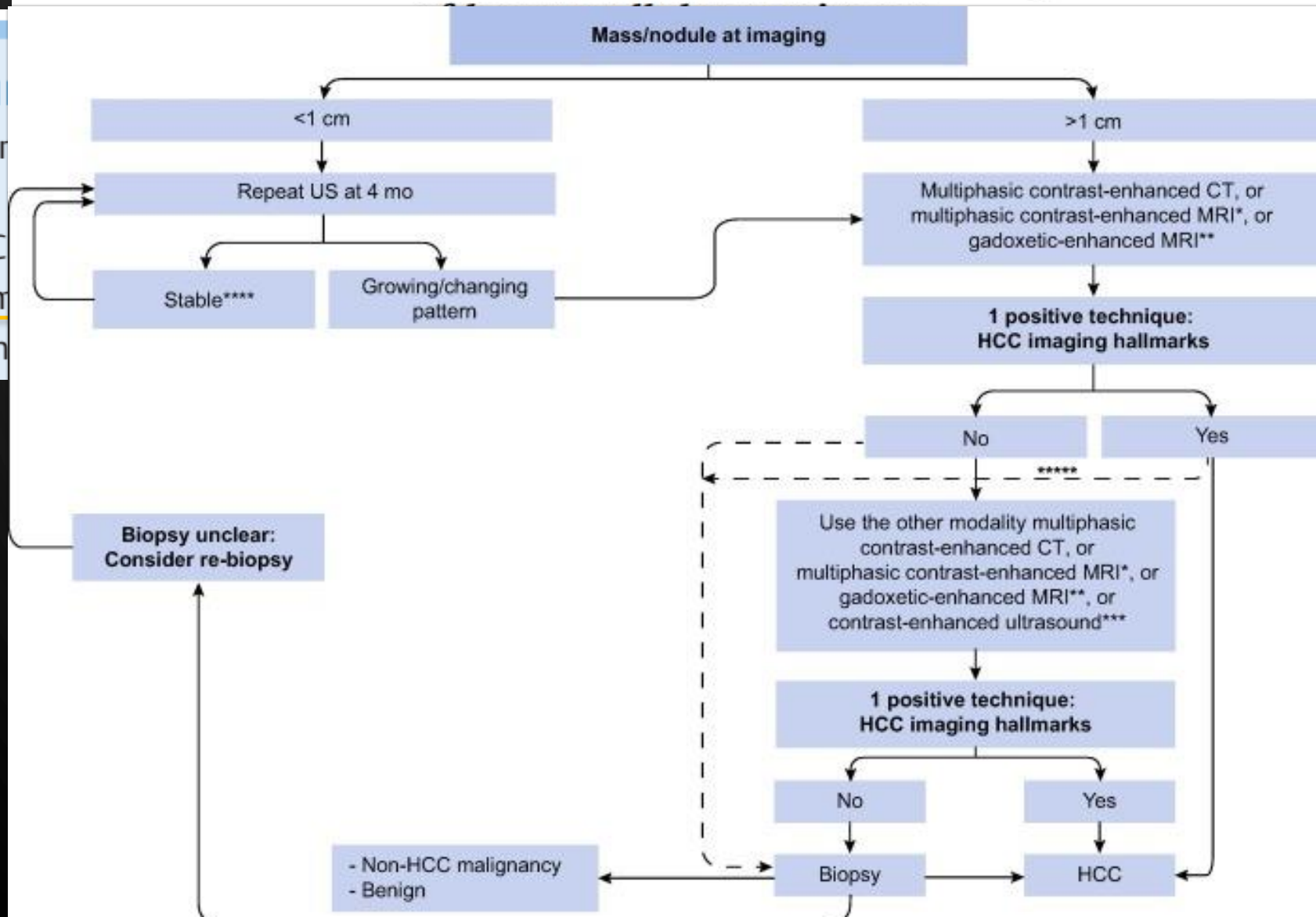
RECOMMENDATION 11

CEUS is suggested as the first-line imaging technique for the characterization of FLL detected with US in patients with non-cirrhotic liver with a history or clinical suspicion of malignant disease (LoE 2, weak recommendation) (Pro 31, Abs 0,

RECOMMENDATION 12

CEUS is recommended for the characterization of FLL in the non-cirrhotic liver in patients with inconclusive findings at CT or MR imaging (LoE 2, strong recommendation) and is sug-

EASL-EORTC Clinical Practice Guidelines: Management



RECOM

CEUS can
patients
nancy (C
or MR im
contrain

Guidelines and Good Clinical Practice Recommendations for Contrast Enhanced Ultrasound (CEUS) in the Liver – Update 2020

WFUMB in Cooperation with EFSUMB, AFSUMB, AIUM, and FLAUS

► **Table 1** Vascular phases in CEUS of the liver (visualization post injection time).

phase	start (sec)	end (sec)
arterial	10–20	30–45
portal venous	30–45	120
late	> 120	bubble disappearance (approx. 4–8 min)
post vascular	> 8 min	approx. 30 min

► **Table 2** Enhancement patterns of benign focal liver lesions in the non-cirrhotic liver.

lesion	Arterial phase	portal venous phase	late phase	post-vascular phase
hemangioma				
typical features	peripheral nodular enhancement	partial/complete centripetal fill in	Incomplete or complete enhancement	iso/slightly hypo-enhancing
additional features	small lesion: complete, rapid centripetal enhancement		nonenhancing regions	nonenhancing regions
FNH				
typical features	hyperenhancing from the center, complete, early	hyperenhancing	iso/hyperenhancing	iso/slightly hyper- or hypoenhancing
additional features	spoke-wheel arteries	unenhanced central scar	unenhanced central scar	
	feeding artery			
hepatocellular adenoma				
typical features	hyperenhancing, complete	isoenhancing	isoenhancing	
additional features	nonenhancing regions	hyperenhancing	slightly hypoenhancing	
		nonenhancing regions	nonenhancing regions	
focal fatty infiltration				
typical features	isoenhancing	isoenhancing	isoenhancing	isoenhancing
focal fatty sparing				
typical features	isoenhancing	isoenhancing	isoenhancing	isoenhancing
abscess				
typical features	peripheral enhancement, no central enhancement	hyper-/isoenhancing rim, no central enhancement	hypoenhancing rim, no central enhancement	hypoenhancing rim
additional features		hypoenhancing rim		
	enhanced septa	enhanced septa		
	hyperenhanced liver segment	hyperenhanced liver segment		
simple cyst				
typical features	nonenhancing	nonenhancing	nonenhancing	nonenhancing

► **Table 3** Enhancement patterns of malignant focal liver lesions in the non-cirrhotic liver.

tumor	arterial phase (10–30 s)	portal venous phase (20–120 s)	late phase (120–300 s)	post vascular phase (> 10 min)
metastasis				
typical features	rim-enhancement	hypoenhancing	hypo/nonenhancing	hypo/nonenhancing
additional features	complete enhancement	nonenhancing regions	nonenhancing regions	nonenhancing regions
	hyperenhancement			
	nonenhancing regions			
HCC				
typical features	hyperenhancing	isoenhancing	hypo/nonenhancing	hypo/nonenhancing
additional features	nonenhancing regions	nonenhancing regions	nonenhancing regions	nonenhancing regions
cholangiocarcinoma				
typical features	rim-like hyperenhancement,	hypoenhancing	hypo/nonenhancing	hypo/nonenhancing
	central hypoenhancement			
additional features	nonenhancing regions	nonenhancing regions	nonenhancing regions	nonenhancing regions
	inhomogeneous hyperenhancement			

EASL Clinical Practice Guidelines on the management of benign liver tumours[☆]

Hepatic haemangioma

- In patients with a normal or healthy liver, a hyperechoic lesion is very likely to be a liver haemangioma. With typical radiology (homogeneous hyperechoic, sharp margin, posterior enhancement, and absence of halo sign) in a lesion less than 3 cm, ultrasound is sufficient to establish the diagnosis (**evidence level II-2, grade of recommendation 1**)
- In oncology patients or those with underlying liver disease, contrast enhanced imaging (CEUS, CT or MRI) is required (**evidence level II-2, grade of recommendation 1**)
- The diagnosis by contrast enhanced imaging is based on a typical vascular profile characterized by peripheral and globular enhancement on arterial phase followed by a central enhancement on delayed phases. MRI provides additional findings such as lesion signal on T1-, T2- weighted sequences, and diffusion imaging (**evidence level II-2, grade of recommendation 1**)
- Due to its benign course, imaging follow-up is not required for typical haemangioma (**evidence level II-2, grade of recommendation 1**)

For the Study of the Liver (EASL)*

Focal nodular hyperplasia

- CEUS, CT, or MRI can diagnose FNH with nearly 100% specificity when typical imaging features are seen in combination (**evidence level II-2, grade of recommendation 1**)
- MRI has the highest diagnostic performance overall. The highest diagnostic accuracy by CEUS is achieved in FNH less than 3 cm (**evidence level II-2, grade of recommendation 1**)
- For a lesion typical of FNH follow-up is not necessary, unless there is underlying vascular liver disease (**evidence level III, grade of recommendation 2**)
- Treatment is not recommended (**evidence level II-3, grade of recommendation 2**)
- If imaging is atypical, or the patients is symptomatic, refer to a benign liver tumour MDT (**evidence level III, grade of recommendation 1**)

POSTAVENÍ V DIAGNOSTICE II

DALŠÍ INDIKACE U JATER

- PEROPERAČNÍ CEUS JATERNÍCH FL
- NAVIGACE BIOPSIÍ
- INTRAKAVITÁRNÍ APLIKACE K.L. PŘI ABSCESECH
- PŘED ABLAČNÍ / PO ABLAČNÍ VYUŽITÍ CEUSU
- MONITORACE ODPOVĚDI NA SYSTÉMOVOU LÉČBU

POSTAVENÍ V DIAGNOSTICE III MIMOJATERNÍ APLIKACE

The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) in Non-Hepatic Applications: Update 2017 (Long Version)

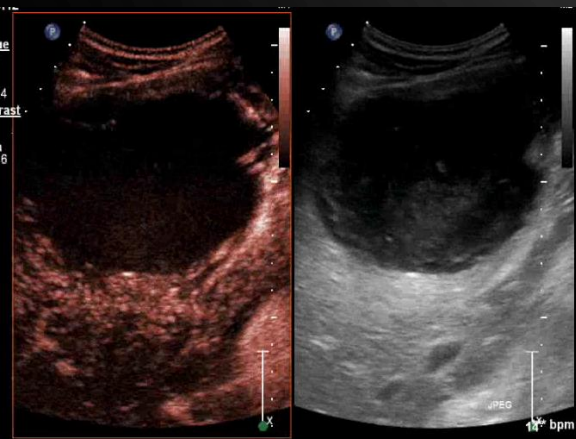
- MOČOVÝ MĚCHÝŘ – ODLIŠENÍ HEMATOMU VS TUMORU U PACIENTŮ S HEMATURII
- LEDVINY – ISCHEMICKÉ ZMĚNY, TUMOR VS PSEUDOTUMOR (ANATOMICKÁ VARIETA), KOMPLEXNÍ CYSTICKÉ LÉZE (BOSNIAK), DETEKCE ABSCEU U PYELONEFRITIDY
- VEZIKOURETERÁLNÍ REFLUX
- SKROTUM – ISCHEMICKÉ ZMĚNY, ABSCEU, VASKULARIZOVANÉ VS. NEVASKULARIZOVANÉ LOŽISKOVÉ LÉZE

The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) in Non-Hepatic Applications: Update 2017 (Long Version)

- PANKREAS – BLIŽŠÍ HODNOCENÍ SOLIDNÍCH LOŽISEK, NEUROENDOKRINNÍ TU VS. ADENOCA, CYSTICKÉ TUMORY VS PSEUDOCYSTY
- STŘEVO – IBD ZÁNĚTLIVÉ VS FIBRÓZNÍ STRIKTURY
- SLEZINA – ZLEPŠENÍ DEFEKCE FOKÁLNÍCH ABNORMALIT, INFARKT, BENIGNÍ LÉZE S PERZISTUJÍCÍM SYCENÍM V POZDNÍ FÁZI
- ABDOMINÁLNÍ TRAUMATICKÉ ZMĚNY
- PROSTATA, NADLEDVINY, ŠTÍTNÁ ŽLÁZA, UZLINY, SLINNÉ ŽLÁZY, PRSNÍ LOŽISKA, KLOUBY - **RESEARCH**

CEUS - JAK NA TO?

- POTŘEBUJEME
 - UZ PŘÍSTROJ DOVOLUJÍCÍ CONTRAST-SPECIFIC IMAGING
 - KONTRASTNÍ LÁTKU
 - SAMOTNÉ VYŠETŘENÍ A APLIKACI K.L. I.V. PROVÁDÍ LÉKAŘ ZA POMOCI 1 SESTRY
 - ZNALOST INTERPRETACE OBRAZŮ



RECOMMENDATION 36

Users must have adequate knowledge and training in CEUS, UCA administration and contraindications, and perform the examination within the relevant medico-legal framework (LoE 5, strong recommendation) (Pro 27, Abs 1; Against 0).

DĚKUJI ZA POZORNOST !



PROČ CEUS?

- NENÍ IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ
- ZOBRAZENÍ V REÁLNÉM ČASE
- BED-SIDE METODA
- RYCHLÉ VYŠETŘENÍ
- DOPLNĚNÍ CEUS V RÁMCI JEDNOHO TERMÍNU VYŠETŘENÍ
- MOŽNOST KVANTIFIKACE (Q-LAB)
- MOŽNOST APLIKOVAT DRUHOU INJEKCI PO NĚKOLIKA MINUTÁCH
- VYŠŠÍ SENSITIVITA A SPECIFICITA U MALÝCH LOŽISEK (POD 1CM)

VYUŽITÍ CEUS

- JÁTRA – LOŽISKA
- LEDVINY – ZEJM. CYSTICKÁ LOŽISKA
- PRSA – LOŽISKA
- KLOUBY – ODLIŠENÍ TEKUTINY OD SYNOVIE
- EXPANZE MĚKKÝCH TKÁNÍ – PRŮKAZ VASKULARIZACE
- PROSTATA, VARLATA, LYMFATICKÉ UZLINY,...

