

Ultrazvuk štítné žlázy

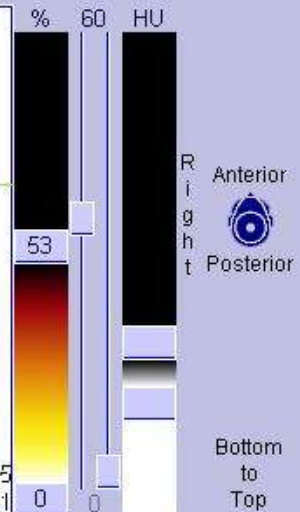
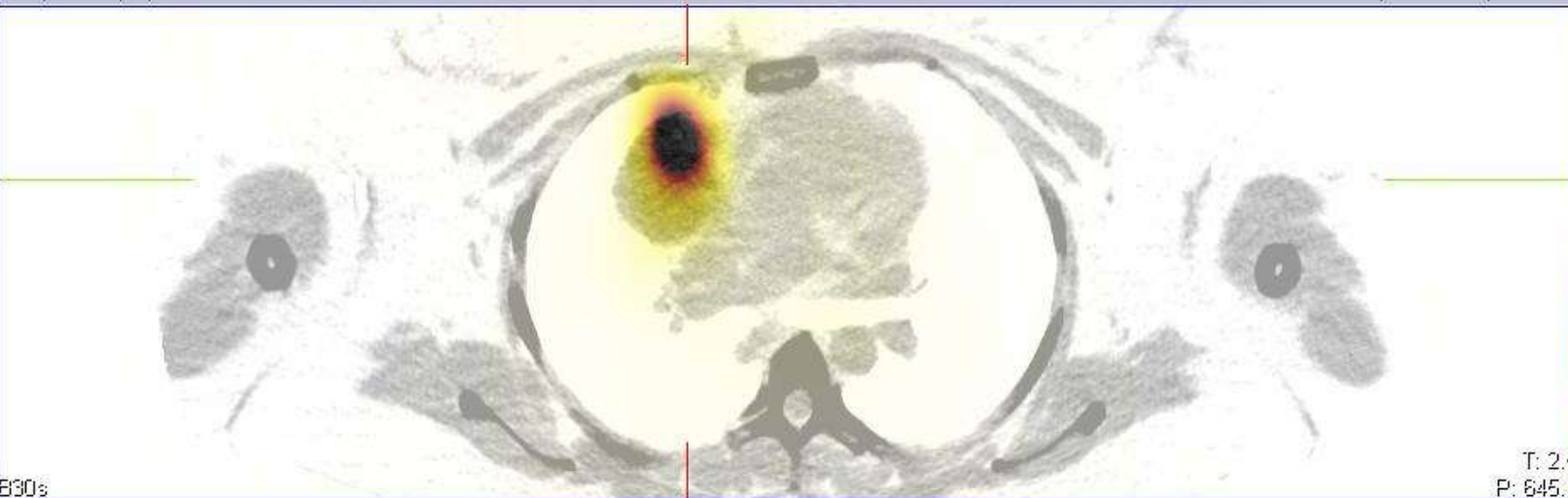
Karel Starý

IGEK, Fakultní nemocnice Brno
Přednosta: Prof. MUDr. A. Hep, CSc.



Ultrazvuk štítné žlázy

- Základní zobrazovací metoda štítné žlázy
 - dostupnost
 - neinvazivita
- Kompletní informace o štítné žláze ve zvyklém uložení
 - uložení
 - velikost
 - struktura, echogenita
 - povrch
 - vztah k okolním strukturám
 - ložiskové změny
 - prokrvení
 - lymfadenopatie



B30s

T: 2.5
P: 645.1

Coronal



Top
Bottom
Right
Left

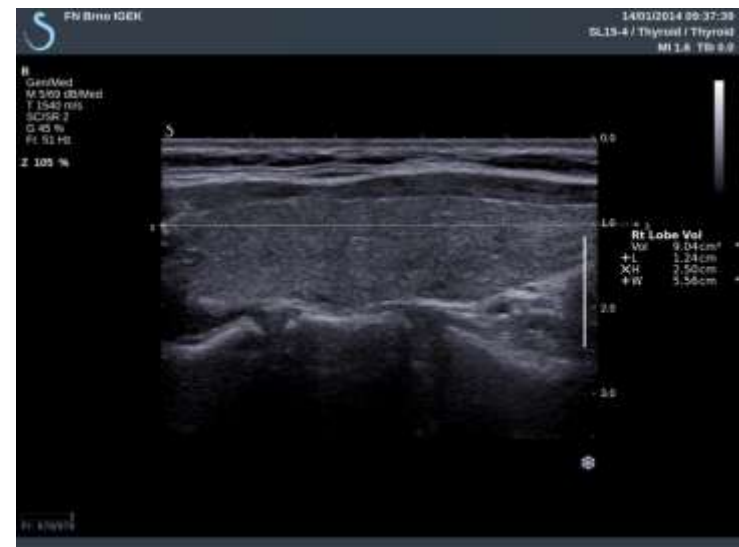
Anterior
to
Posterior

T: 1.0
P: 275.9

B30s

Ultrazvuk štítné žlázy

- Lineární sonda (5-15 MHz)
- Poloha nemocného na zádech s podloženými lopatkami, hyperextenze krku
- Vyšetření ve dvou rovinách



Volumetrie

Objem rotačního elipsoidu:

$$V = \pi/6 \times a \times b \times c$$

$$V = 0,52 \times a \times b \times c$$

- Objem štítné žlázy ovlivněn věkem, pohlavím, zásobením jódem, patologickými procesy, graviditou

Věk / pohlaví	Objem štítné žlázy
6 let	< 4 ccm
13 let	< 8 ccm
15-18 let	< 15 ccm
Dospělé ženy	< 18 ccm
Dospělí muži	< 22 ccm

Vrozené malformace

Kongenitální hypotyreóza

- aplasie štítné žlázy (30%)
- ektopie štítné žlázy (55%)
- normálně lokalizovaná štítná žláza (15%)

Jednostranná aplasie laloku štítné žlázy

- 0,1% dospělé populace

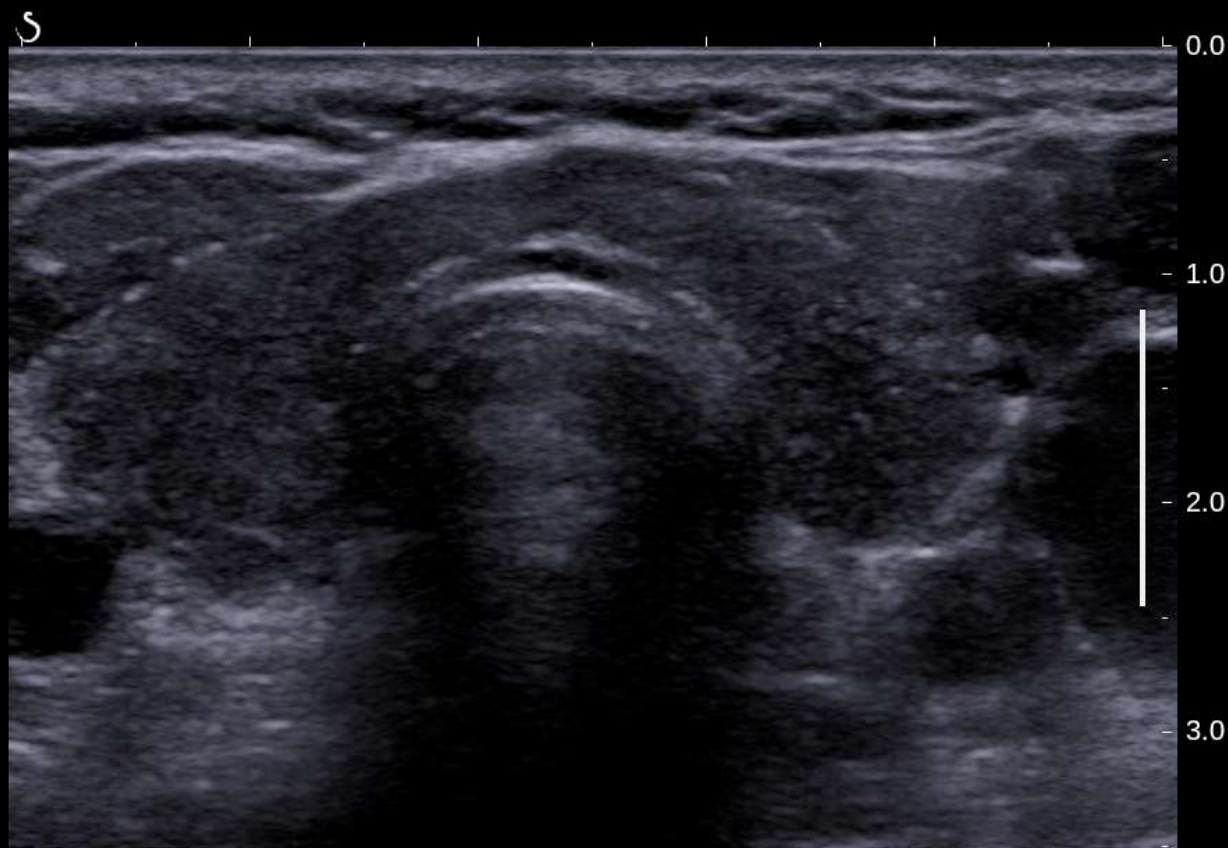
Linguální struma

Residua d. thyreoglossus

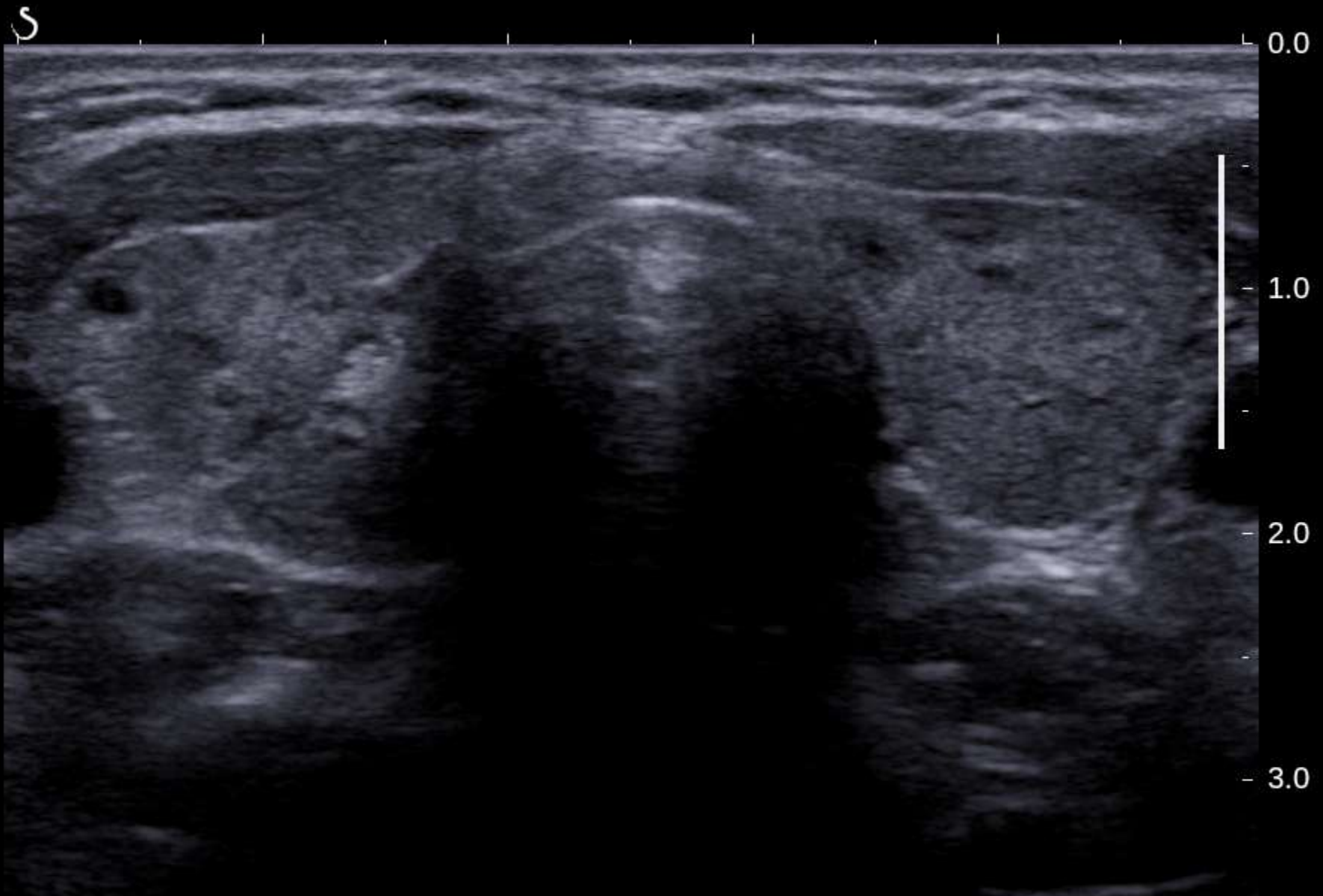
Ektopie

B
Gen/Med
M 5/69 dB/Med
T 1540 m/s
SC/SR 2
G 49 %
Fr. 51 Hz
Z 105 %

Autoimunitní tyreoiditida



Autoimunitní tyreoiditida





Uzel ve štítné žláze

- Běžný patologický nález
- Výskyt stoupá s věkem
- Zjištěn často náhodně (dopler karotid apod.)
- Hmatný uzel u 4-8% populace
 - U žen 3-4x frekventnější než u mužů
 - Výskyt stoupá s věkem, >50% žen nad 60 let
- Vyšetření uzlu → určení **přesné** diagnózy
- Anamnestické údaje, klinické vyšetření, ultrazvukové vyšetření, tenkojehlová aspirační biopsie

Rizikové charakteristiky uzlu

- **Anamnéza**

- zevní ozáření krku v dětství
- familiární výskyt medulárního karcinomu
- věk pod 20 a nad 60 let
- mužské pohlaví

- **Charakteristiky uzlu**

- růstová potence (zejména bez primární funkční poruchy)
- tuhost, fixace k okolním strukturám

- **Jiné**

- krční lymfadenopatie
- dysfagie, dysfonie

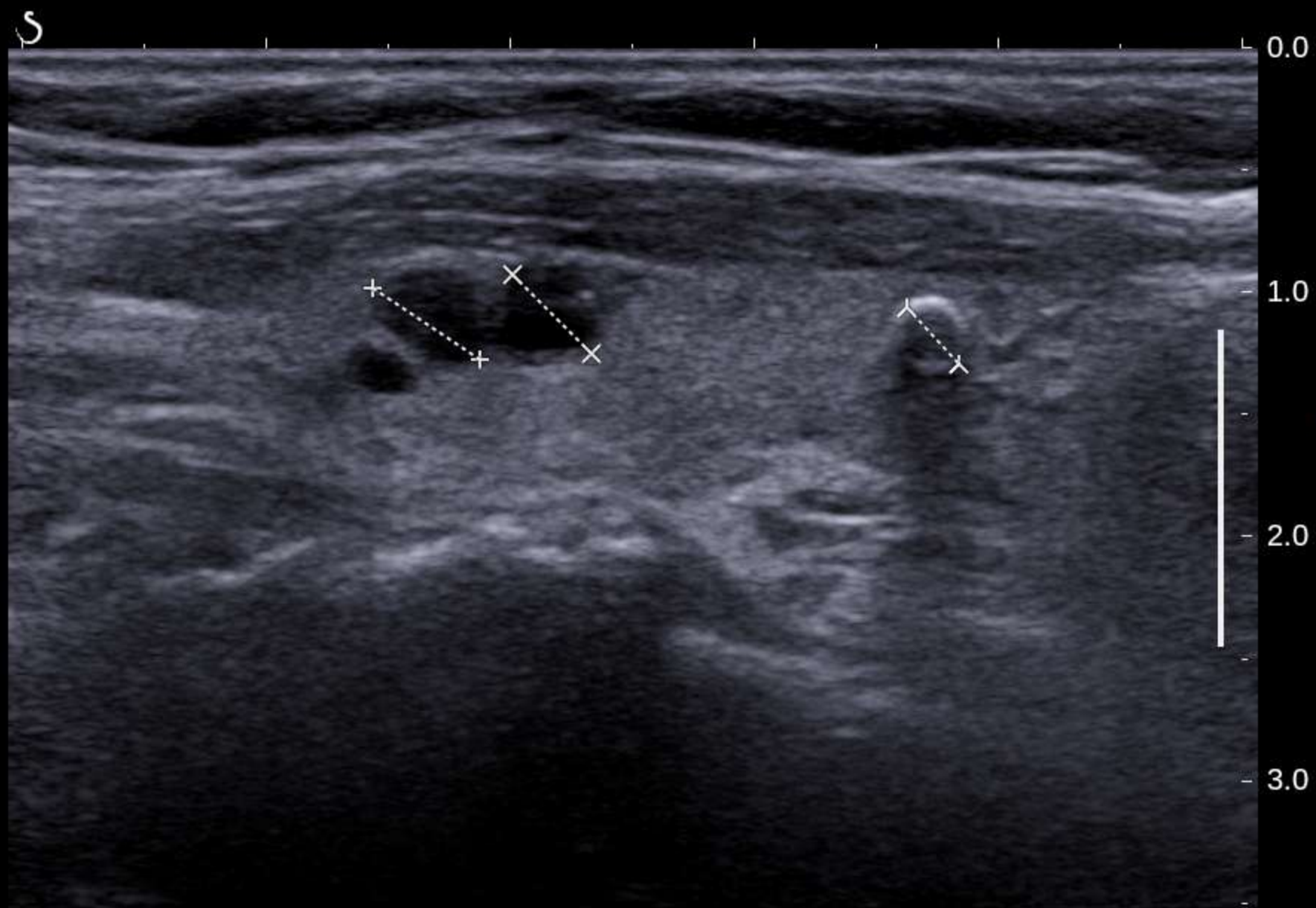
UTZ rizikové charakteristiky uzlu

- **Spíše benigní charakteristika:**

- hyperechogenní, normoechogenní
- skořápkovité kalcifikace
- zahuštěný koloid
- cystoidní složky

- **Spíše maligní charakteristika:**

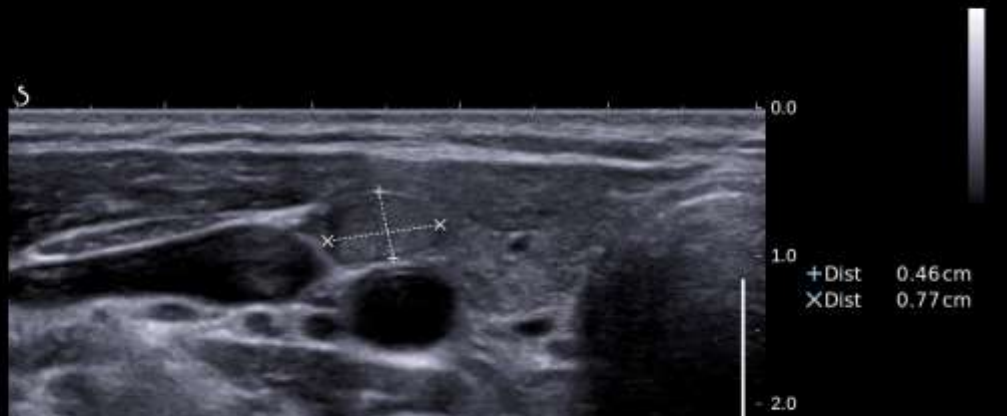
- hypoechogenní
- solidní, solitární výskyt
- mikrokalcifikace
- nepravidelný okraj
- patologická krční lymfadenopatie



B

Gen/Med
M 5/69 dB/Mod
T 1540 m/s
SC/SR 2
G 47 %
Fr. 51 Hz

Z 105 %



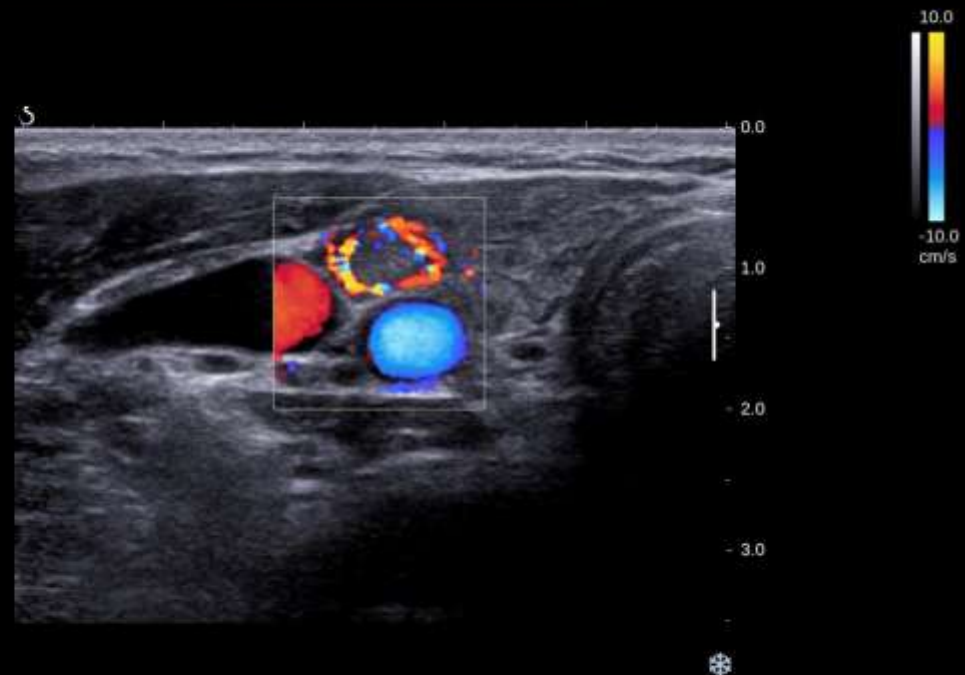
B

Gen/Med
M 5/69 dB/Mod
T 1540 m/s
SC/SR 2
G 47 %
Fr. 29 Hz

CFI

Gen/Med
Off/WF Low
M 5/P. Low
Scale 10 cm/s
S 1
G 72 %

Z 105 %

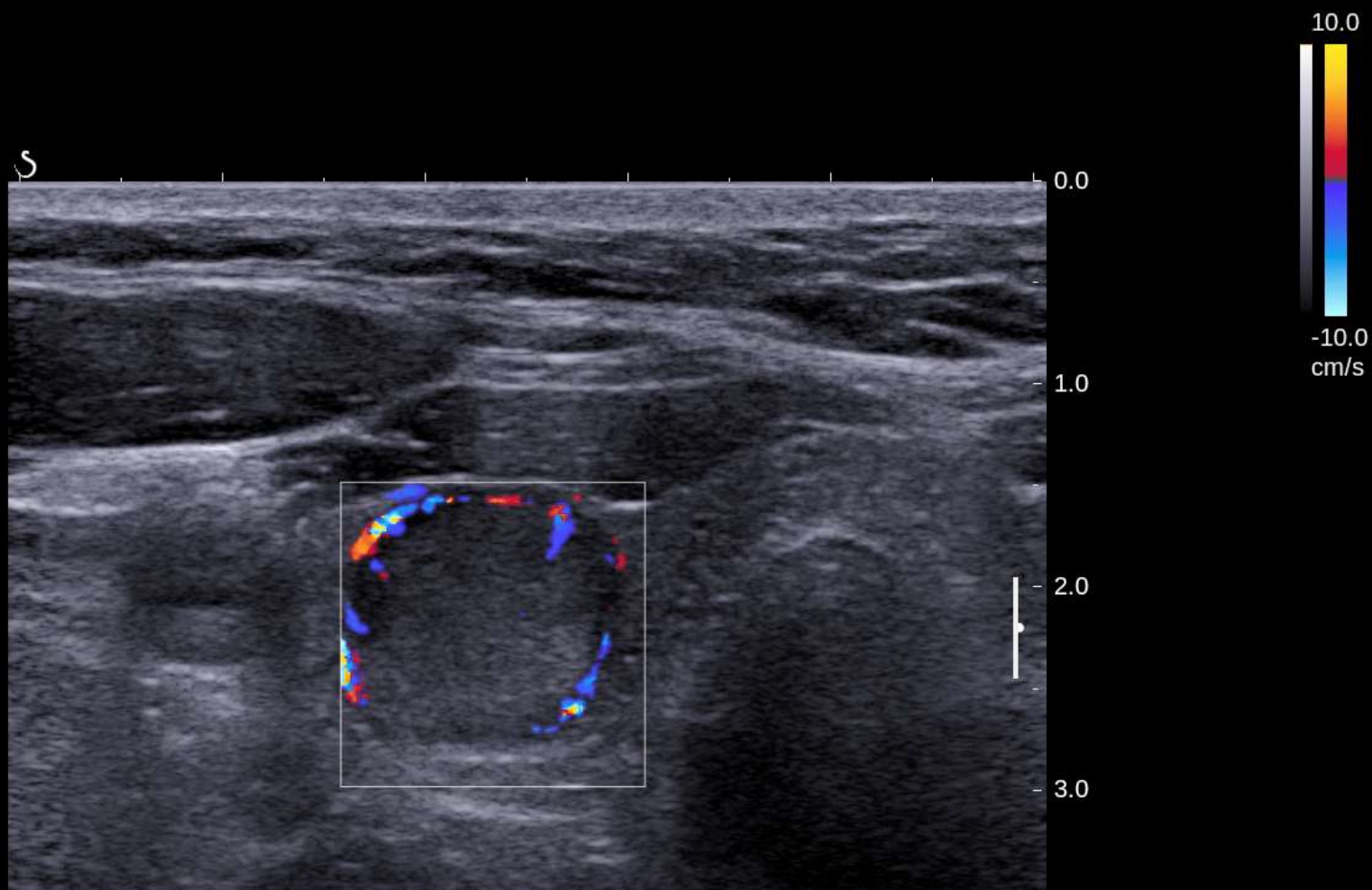


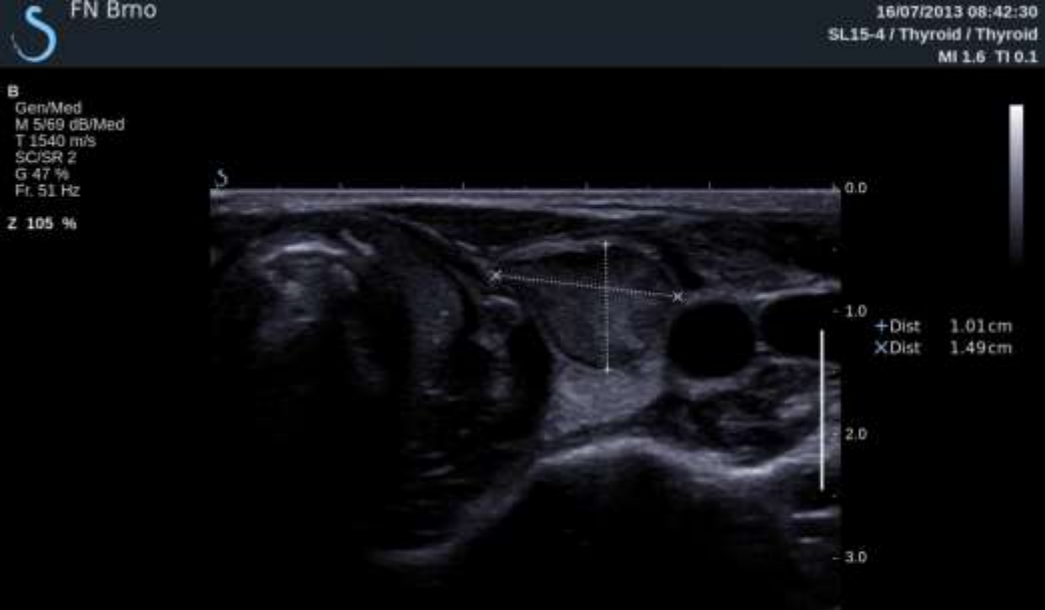
**B**

Gen/Med
M 5/69 dB/Med
T 1540 m/s
SC/SR 2
G 46 %
Fr. 24 Hz

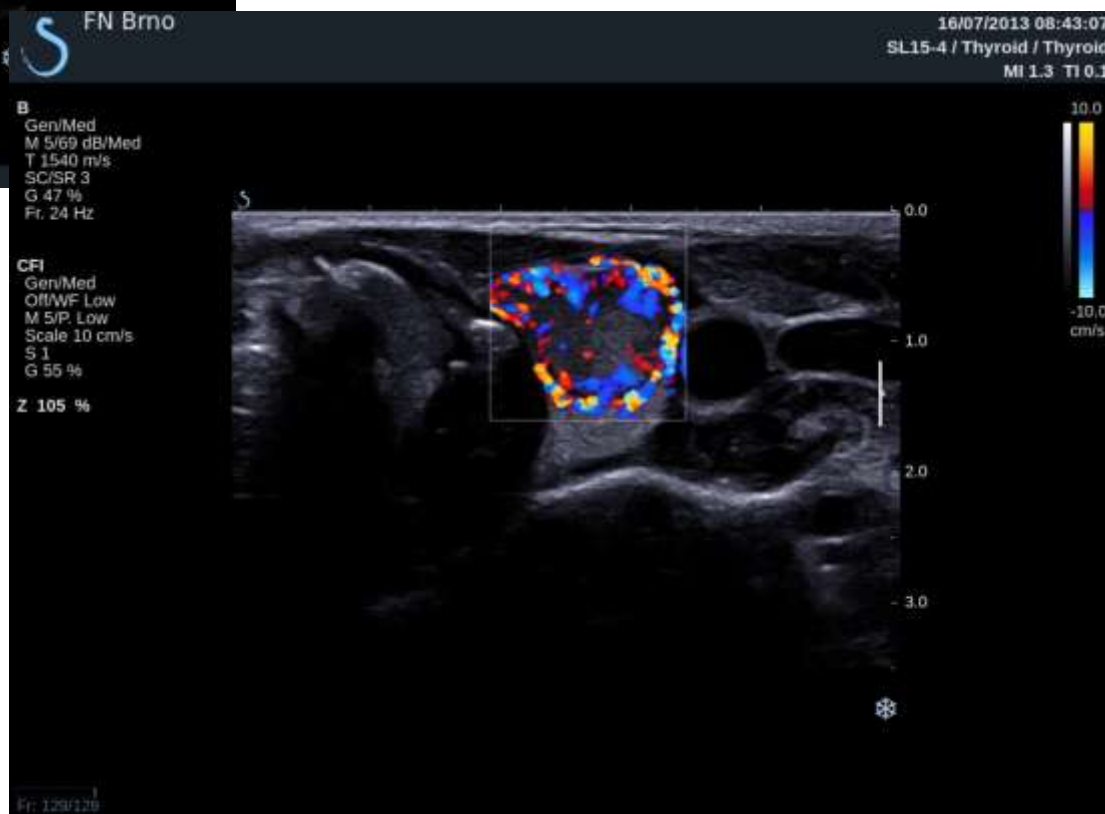
CFI

Gen/Med
Off/WF Low
M 5/P. Low
Scale 10 cm/s
S 1
G 79 %

Z 105 %



Fr. 1601/1601



B
Gen/Med
M 5/69 dB/med
T 1540 m/s
SC/SR 2
G 47 %
Fr. 51 Hz

Z 105 %



Klasifikační schéma pro hodnocení FNAC Bethesda 2010:

I. Nediagnostický vzorek

Pouze cystická tekutina

Bezbuněčný nebo malobuněčný vzorek

Jinak nehodnotitelný vzorek (překryv krví,
sraženinami apod.)

II. Benigní

Nejspíše benigní folikulární uzel

Nejspíše lymfocytární (Hashimotova) tyreoiditida

Nejspíše granulomatózní (subakutní) tyreoiditida

III. Atypie nejasného významu

IV. Folikulární neoplasie

V. Podezření z malignity

VI. Maligní

Kategorie	Riziko malignity	
I. Nediagnostický vzorek		Opakovat punkci
II. Benigní	0-3%	Dispenzarizace (UTZ)
III. Atypie nejasného významu	5-15%	Re-FNAC v časovém odstupu
IV. Folikulární neoplasie	15-30%	HTE nebo TTE
V. Podezření z malignity	60-75%	HTE nebo TTE
VI. Maligní	97-99%	TTE

Uzel ve štítné žláze

- Běžný patologický nález
- Výskyt stoupá s věkem
- Zjištěn často náhodně (dopler karotid apod.)
- Hmatný uzel u 4-5% žen a 1% mužů
- Vyšetření uzlu → určení **přesné** diagnózy
- Anamnestické údaje, klinické vyšetření, ultrazvukové vyšetření, tenkojehlová aspirační biopsie
- **Chování uzlu, dispenzarizace**

Základy elasticity lidských tkání

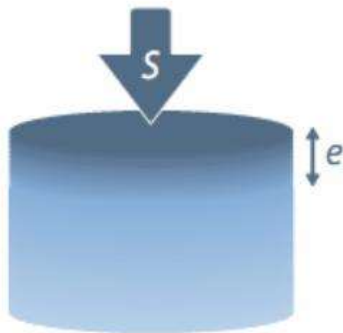
- Elasticita odedávna hodnocena hmatem
- Útvar, který „vzdoruje“ kompresi, je hodnocen jako „tuhý“.

Elastografie

- Neinvazivní metoda zobrazující elasticitu tkání
- Založena na odezvě zobrazovaných tkání na silové působení (kPa)
- Změny elasticity jsou odrazem patologických procesů tkání
- Obdoba palpačního vyšetření – suspektní „tuhý uzel“

Elasticita tkání

- Youngův modul pružnosti (kPa)
Poměr mezi deformačním napětím a deformací tělesa
- Youngův modul je poměr mezi aplikovaným tlakem a vyvolaným pnutím
- Tuhé tkáně mají větší Youngův modul pružnosti než měkké
- Maligní ložiska jsou většinou tužší než benigní



e-deformace/pnutí
S-stlačení
E-elasticita

$$E=s/e$$

Metody elastografie

- **1. generace, statická elastografie**

- komprese tkáně manuálně s kvantifikací deformace
- porovnává se interval od vyslání do příjmu UZ vlny před a po stlačení tkáně
- sonograf porovnává za sebou jdoucí snímky a počítá ve zvolené oblasti zájmu vzájemné vzdálenosti odrazů a barevně kóduje elasticitu
- neposkytuje reprodukovatelné výsledky

- **2. generace**

- citlivější metoda využívá kompresi tkáně, která je působena dechovými exkurzemi či pohybem srdce nemocného
- zpracování signálu je stejné jako u 1. generace
- velmi omezená reprodukovatelnost

Metody elastografie

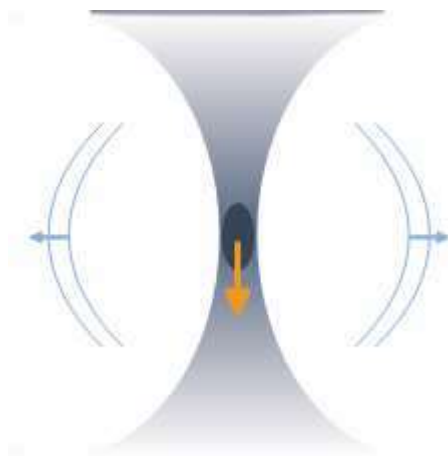
- **3. generace**

- ARFI (Acoustic Radiation Forced Impulse Elastography)
 - * ARFI virtual touch
 - strain-stress zobrazení
 - zejména pro vyšetření jater
 - tlak vyvolán silným akustickým impulsem
 - kvalitativní zobrazení elasticity tkáně
 - * ARFI virtual touch quantification – shear wave elastography
 - silný akustický impuls vyvolává příčné vlny
 - rychlost pohybu vlny je kvantitativně úměrná elasticitě tkáně

Shear wave elastografie

- **Elastografie založená na příčných vlnách (shear wave elastografie)**

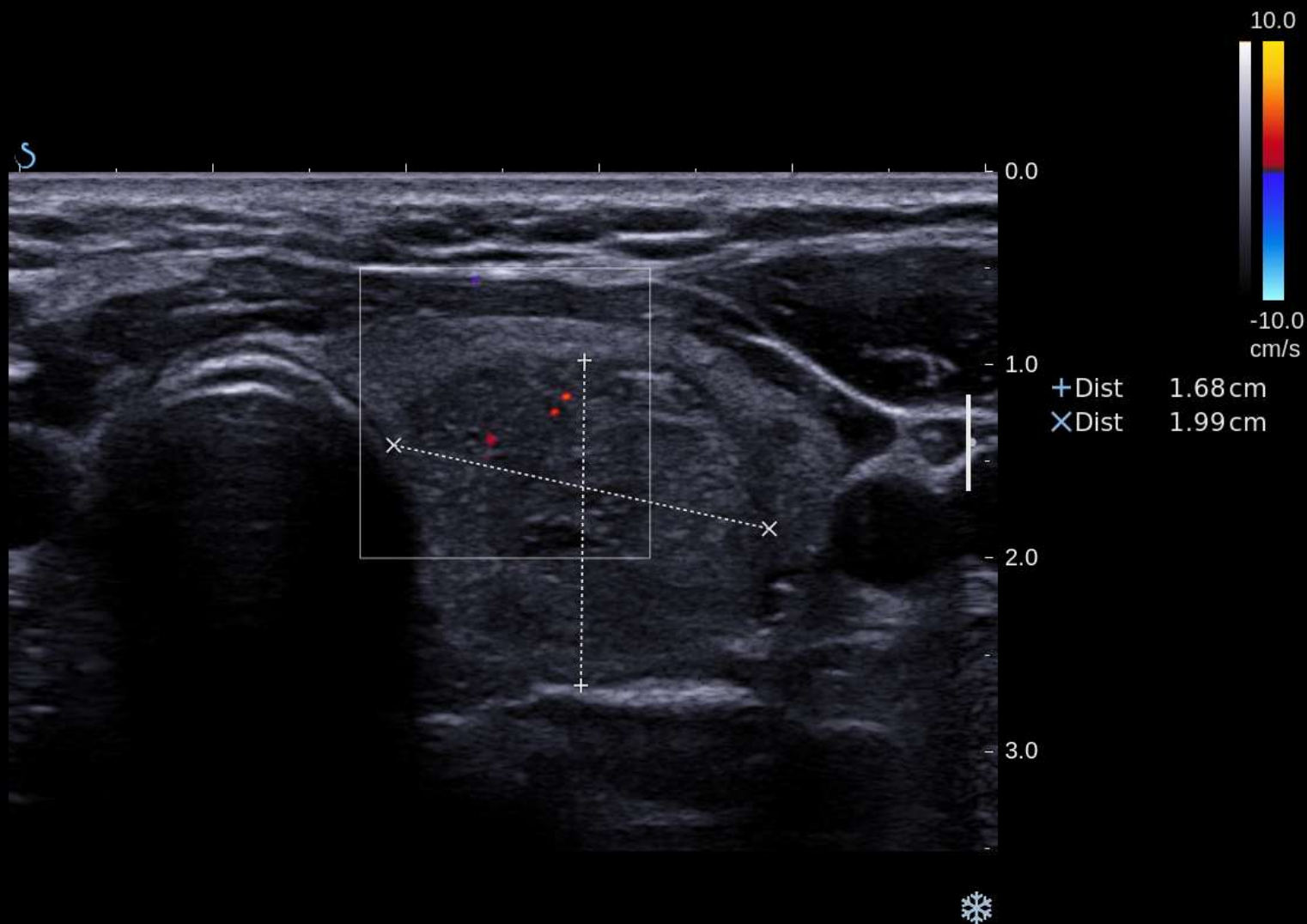
- příčné vlny vznikají jako odezva elastického odporu tkáně na vibrace s nízkou frekvencí a šíří se tkáněmi v příčném směru
- zdrojem vibrace jsou pulzy akustického tlaku vytvořené fokusovaným UZ paprskem
- rychlost šíření příčných vln je závislá na elasticitě tkání
- více fokusačních zón UZ paprsku umožňuje vyvolat vznik příčných vln ve více hloubkách
- výstupem elastografie je ultrazvukový B-obraz překrytý barevnou mapou. Každému bodu tkáně je přiřazena barva, která kóduje jeho elastické vlastnosti.
- barevný rozsah je kvantitativní s hodnotami vyjádřenými v kPa. Tužší tkáně jsou kodovány do červeně a měkčí do modře. Obraz elasticity je obnovován v reálném čase.



B
Gen/Med
M 5/69 dB/Med
T 1540 m/s
SC/SR 3
G 47 %
Fr. 24 Hz

CFI
Gen/Med
Off/WF Low
M 5/P. Low
Scale 10 cm/s
S 1
G 72 %

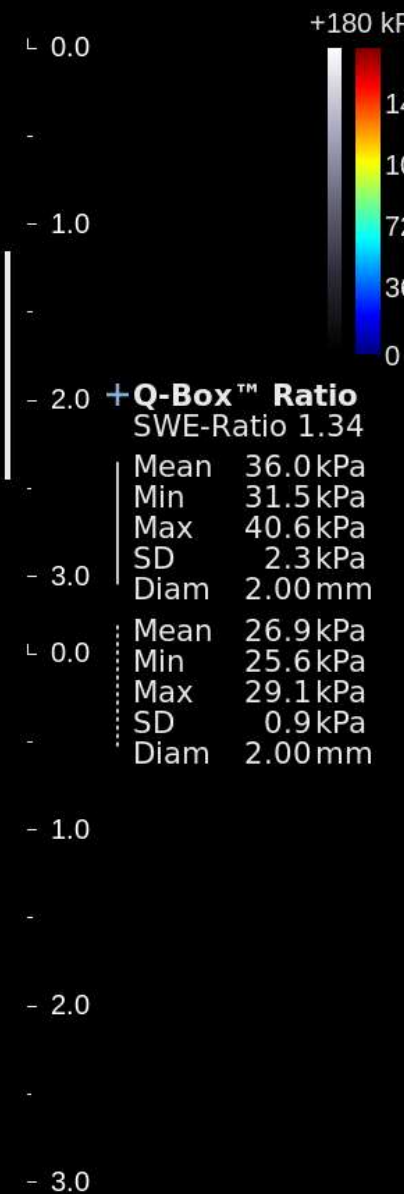
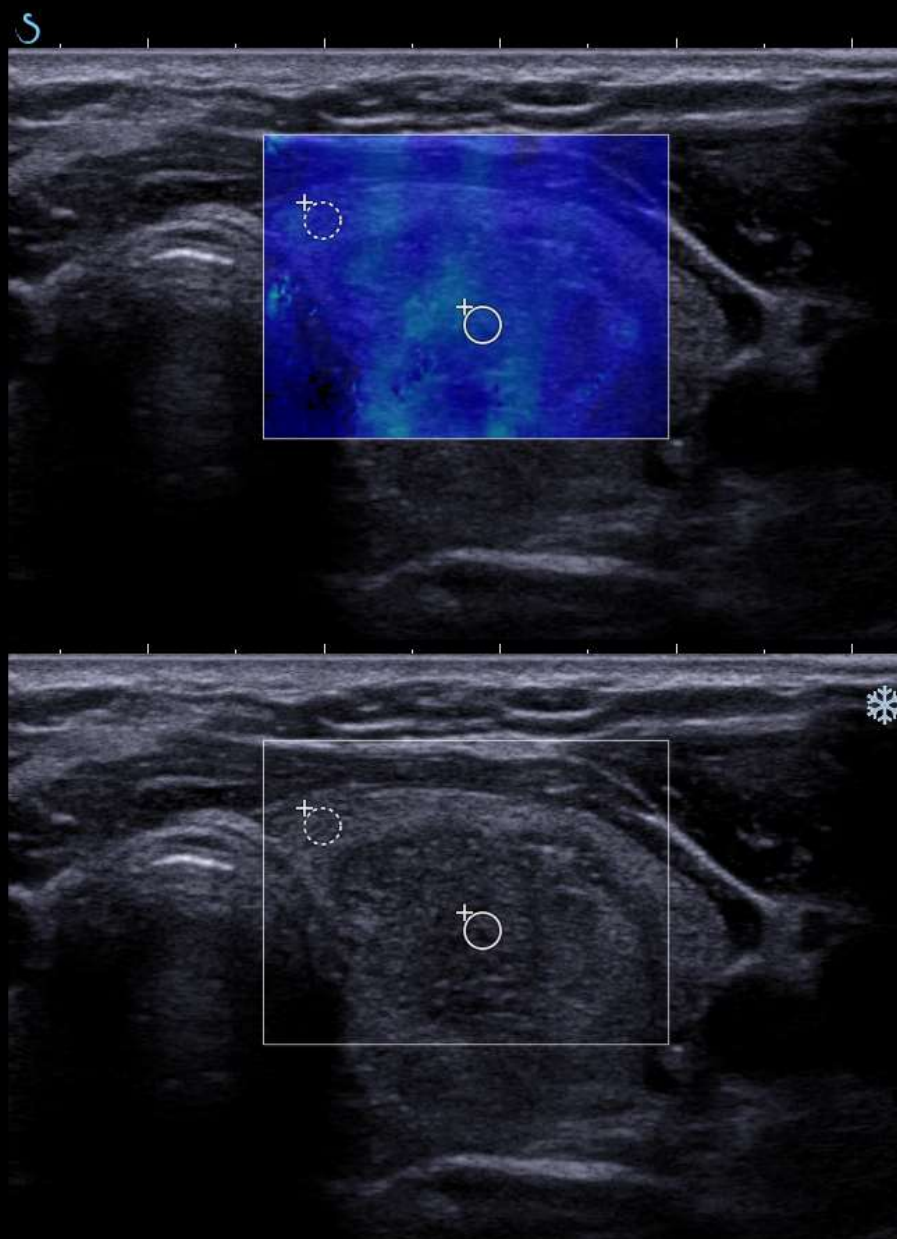
Z 105 %



B
Gen/Med
M 5/69 dB/Med
T 1540 m/s
SC/SR 2
G 47 %
Fr. 12 Hz

SWE™
Std/Med
M 1/High
S 5/O 50 %
G 70 %

Z 105 %



Elastografie

Strain Elastografie

- Generování pnutí stlačováním (uvolňováním) tkáně sondou* (“pumpováním”)
= **nutná zkušenost vyšetřujícího**
- Záznam smyčky
- Generování elastogramu
- 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)

SW elastografie – publikovaná data

Correlations between ShearWave Elastography of thyroid nodules and cytological data: study about 157 patients.

H. Monpeyssen, J.-M. Correas, J. Tramalloni, S. Poiree, N. Voillemot, J. P. Jais, O. Hélénon; Paris, France. ECR 2011 Poster

Cancers exhibited a significant increased stiffness as compared to normal parenchyma and benign nodules ($p < 0,001$).

Elasticity values* (kPa) in the thyroid:

Normal Thyroid Gland	Benign Thyroid Nodules	Malignant Thyroid Nodules
31 ± 12	34 ± 17	114 ± 61

ShearWave Elastography: A New Ultrasound Imaging Mode for the Differential Diagnosis of Benign and Malignant Thyroid Nodules.

Sebag et al. J Clin Endocrinol Metab, December 2010, 95(12)

The study was performed on 146 thyroid nodules from 93 patients and compared to 39 control subjects

Elasticity values* (kPa) in the thyroid:

Normal Thyroid Gland	Benign Thyroid Nodules	Malignant Thyroid Nodules
15.9 ± 7.6 (5-35)	36.0 ± 30.0 (0-200)	150.0 ± 95.0 (30-356)

Shear wave elastography of thyroid nodules in routine clinical practice: preliminary observations and utility for detecting malignancy. Bhatia KS, Tong CS, Cho CC, Yuen EH, Lee YY, Ahuja AT. Eur Radiol. 2012 Nov;22(11):2397-406.

Reliability of Shear Wave Ultrasound Elastography for Neck Lesions Identified in Routine Clinical Practice. Bhatia K, Tong CS, Cho CC, Yuen EH, Lee J, Ahuja AT. Ultraschall Med. 2012 Oct;33(5):463-468.

A threshold value in Shear Wave elastography to rule out malignant thyroid nodules: A reality? Veyrieres JB, Albarel F, Lombard JV, Berbis J, Sebag F, Oliver C, Petit P. Eur J Radiol. 2012 Sep 29. pii: S0720-048X(12)00411-1. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.09.002.

A pilot study evaluating real-time shear wave ultrasound elastography of miscellaneous non-nodal neck masses in a routine head and neck ultrasound clinic. Bhatia KS, Yuen EH, Cho CC, Tong CS, Lee YY, Ahuja AT. Ultrasound Med Biol. 2012 Jun;38(6):933-42.

Shear wave elastography in the diagnosis of thyroid nodules: feasibility in the case of coexistent chronic autoimmune Hashimoto's thyroiditis. Magri F, Chytiris S, Capelli V, Alessi S, Nalon E, Rotondi M, Cassibba S, Calliada F, Chiovato L. Clin Endocrinol (Oxf). 2012 Jan;76(1):137-41.

Shear wave elastography may add a new dimension to ultrasound evaluation of thyroid nodules: case series with comparative evaluation. Slapa RZ, Piwowonski A, Jakubowski WS, Bierca J, Szopinski KT, Slowinska-Srzednicka J, Migda B, Mlosek RK. J Thyroid Res. 2012;2012:657147.

Ultrasound, elastography, and fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography imaging in Riedel's thyroiditis: report of two cases. Slman R, Monpeyssen H, Desarnaud S, Haroche J, Fediaevsky Ldu P, Fabrice M, Seret-Begue D, Amoura Z, Aurengo A, Leenhardt L. Thyroid. 2011 Jul;21(7):799-804.

Shear Wave and Strain Elastography in Ultrasound Diagnosis of Thyroid Cancer. Slapa R, Jakubowski W, Piwowonski A, Bierca J, Szopinski K. AIUM Presentation; J Ultrasound Med 30:S1–S120, April 2011

Shear wave elastography: a new ultrasound imaging mode for the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules. Sebag F, Vaillant-Lombard J, Berbis J, Griset V, Henry JF, Petit P, Oliver C. J Clin Endocrinol Metab. 2010 Dec;95(12):5281-8

Indikace k FNAC u eufunkční uzlové strumy

Čáp J., 2003

Uzel > 1 cm	Uzel < 1 cm
Vždy	Lymfadenopatie Hmatný, tuhý, zvláště fixovaný Suspektní charakter na UZ Jiné známky malignity Prokázaná progresse velikosti Rodinná anamnéza ca štítné žlázy Věk pod 20 let

Indikace k FNAC u eufunkční uzlové strumy

Čáp J., 2003

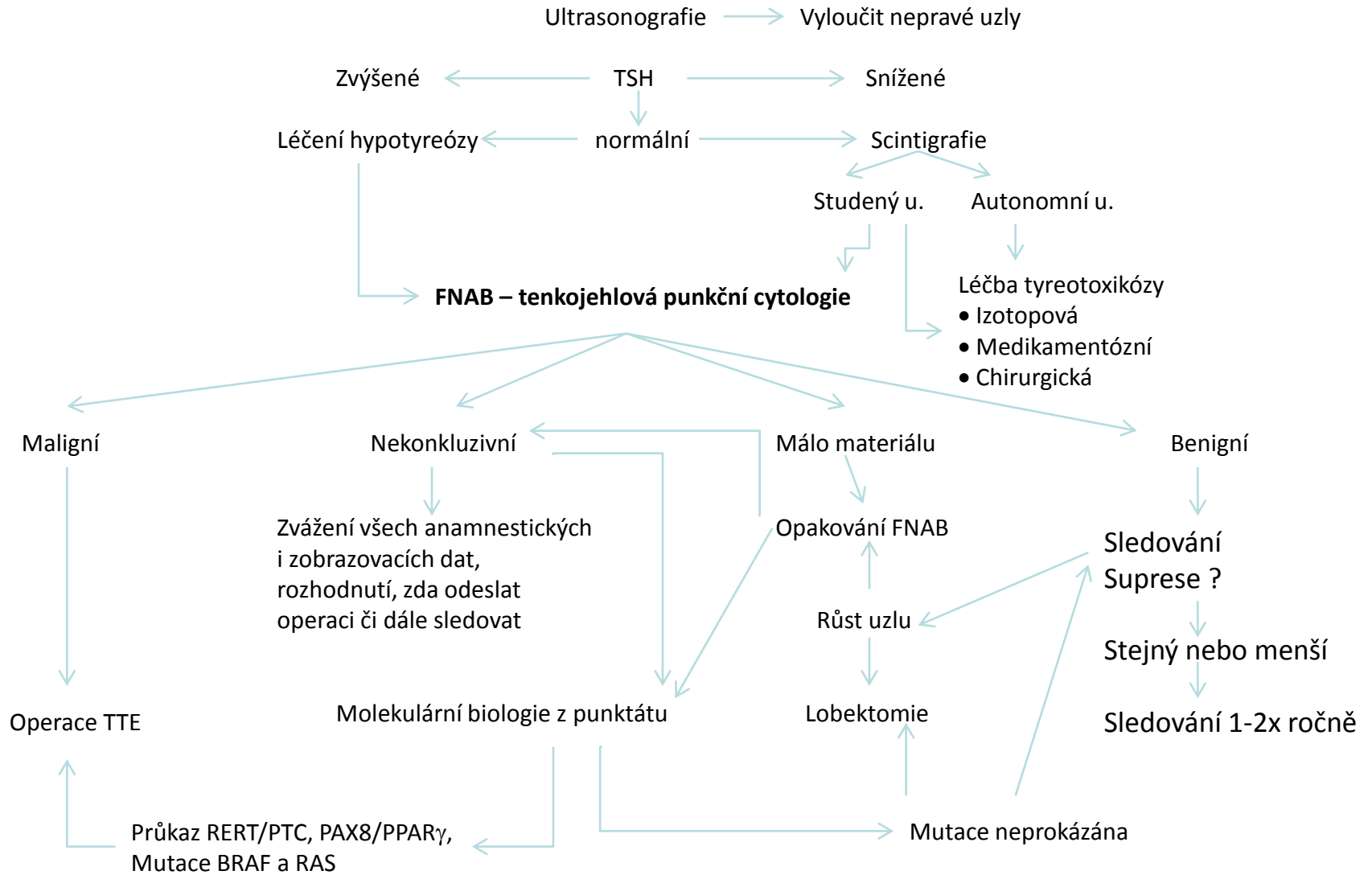
Uzel > 1 cm	Uzel < 1 cm
Vždy	Lymfadenopatie Hmatný, tuhý, zvláště fixovaný Suspektní charakter na UZ Jiné známky malignity Prokázaná progresse velikosti Rodinná anamnéza ca štítné žlázy Věk pod 20 let

Indikace k opakování FNAC

Čáp J., 2003

- Nediagnostický odběr
- Výsledek jiný než koloidní uzel
 - na hranici hodnotitelnosti
 - zánět
 - mikrofolikulární uzel
- Pochybnosti o správnosti odběru z uzlu
- Klinická změna uzlu
 - zvětšení
 - změna konzistence
- Další klinické symptomy
 - lymfadenopatie
 - paréza n. recurrens

Uzel štítné žlázy



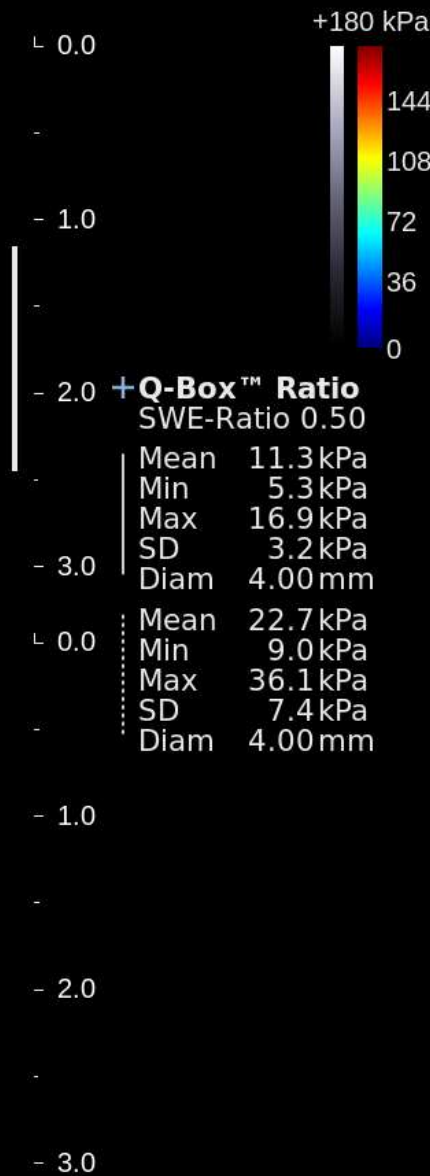
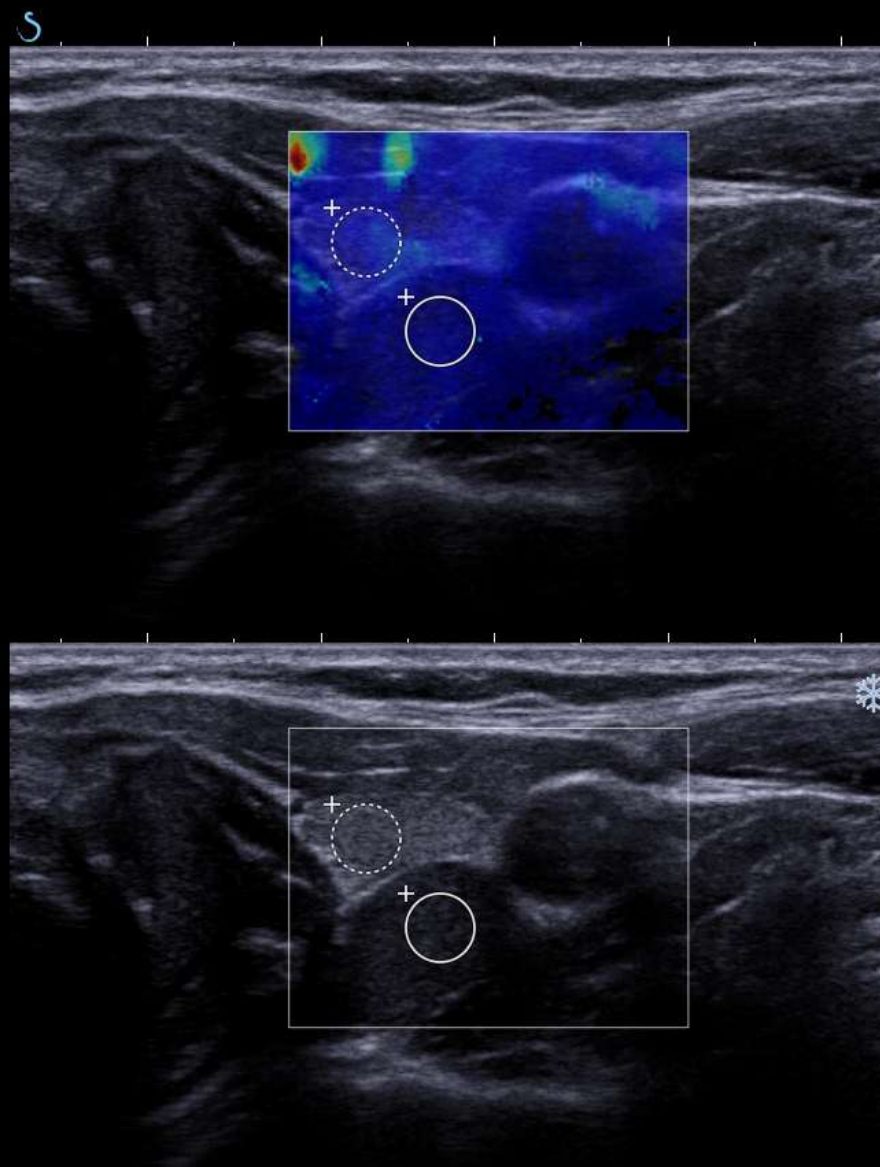


Cytologie: Bethesda I

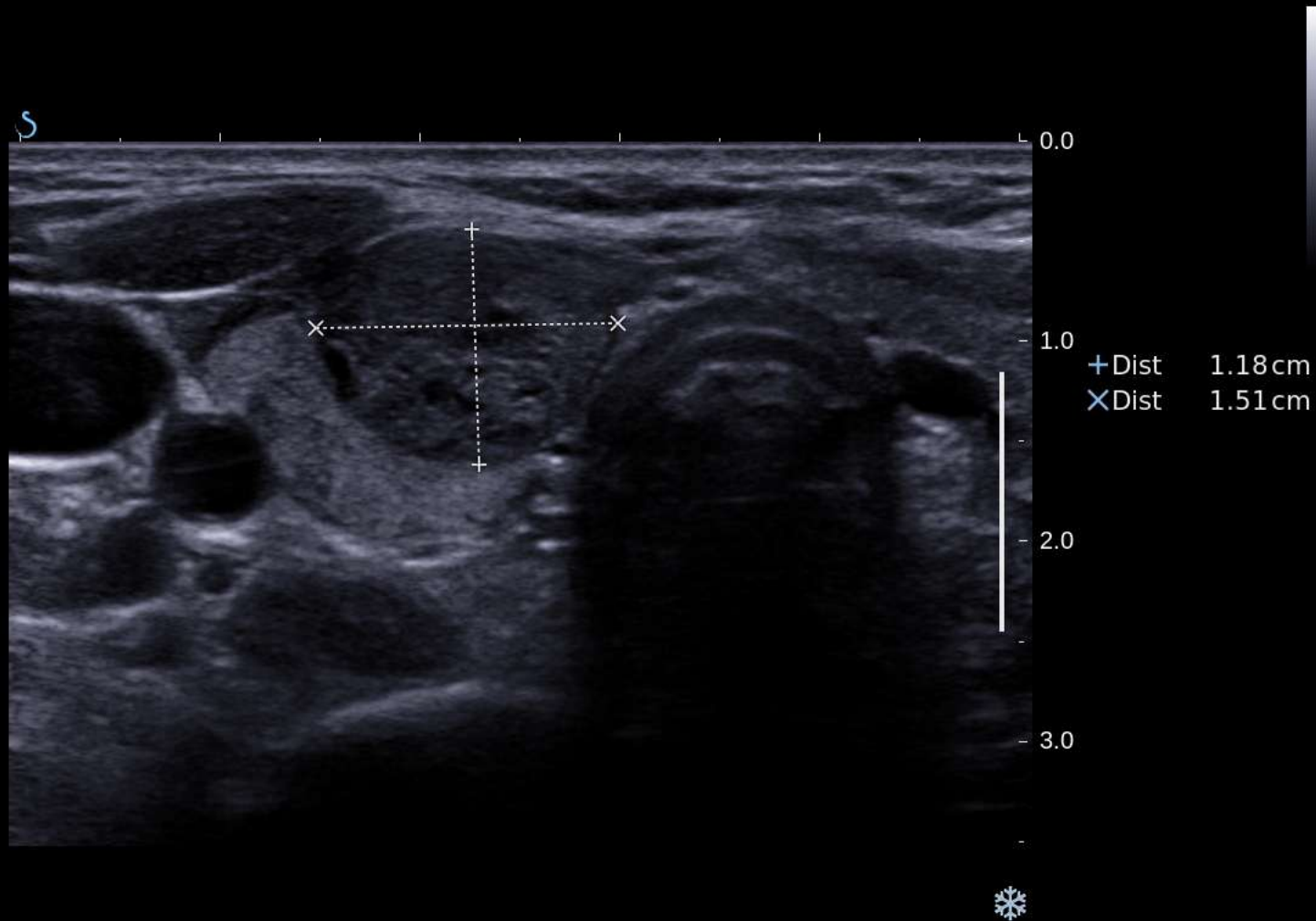
B
Gen/Med
M 5/69 dB/Med
T 1540 m/s
SC/SR 2
G 47 %
Fr. 12 Hz

SWE™
Std/Med
M 1/High
S 5/O 50 %
G 70 %

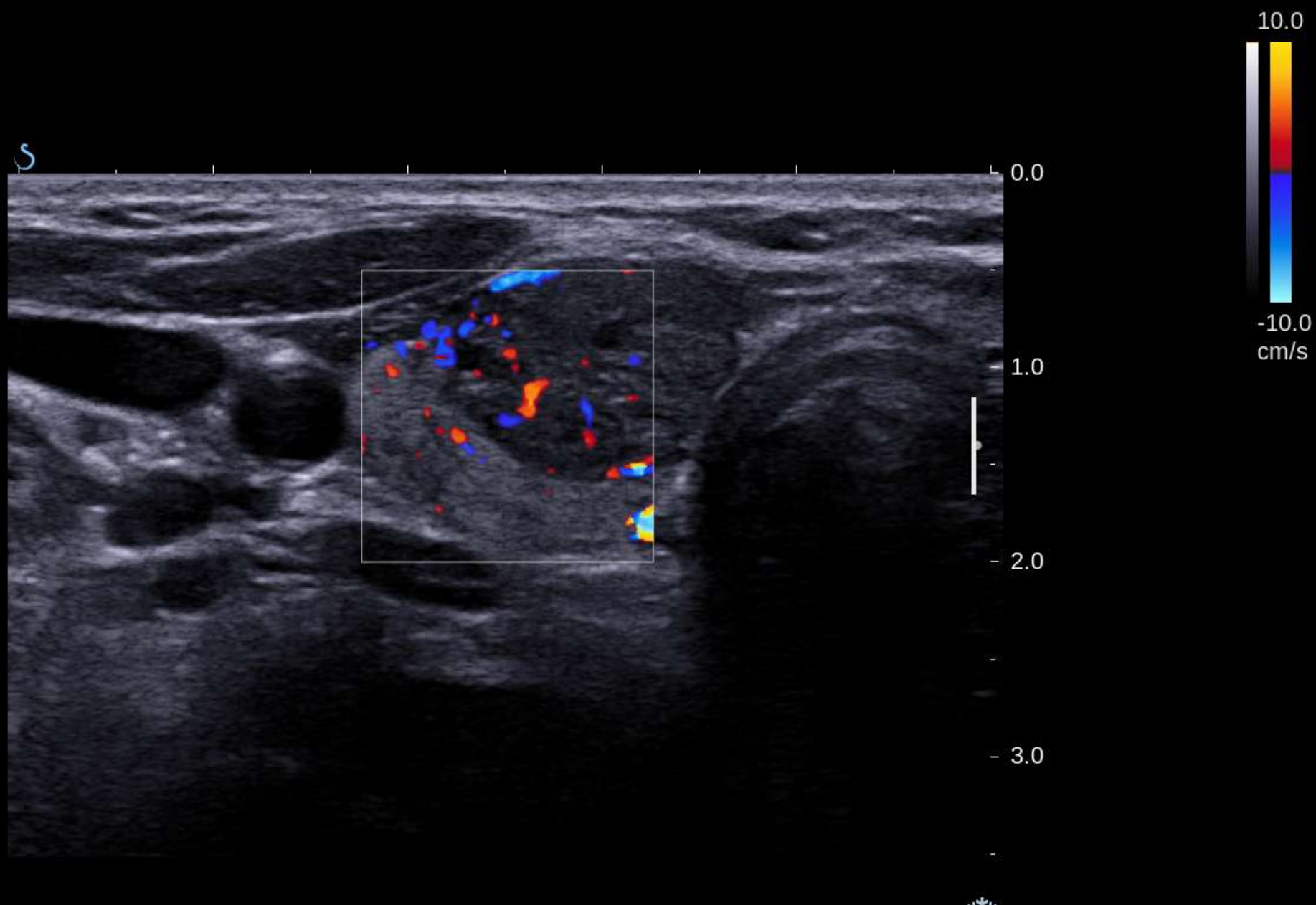
Z 105 %



B
Gen/Med
M 5/69 dB/Med
T 1540 m/s
SC/SR 2
G 47 %
Fr. 51 Hz
Z 105 %



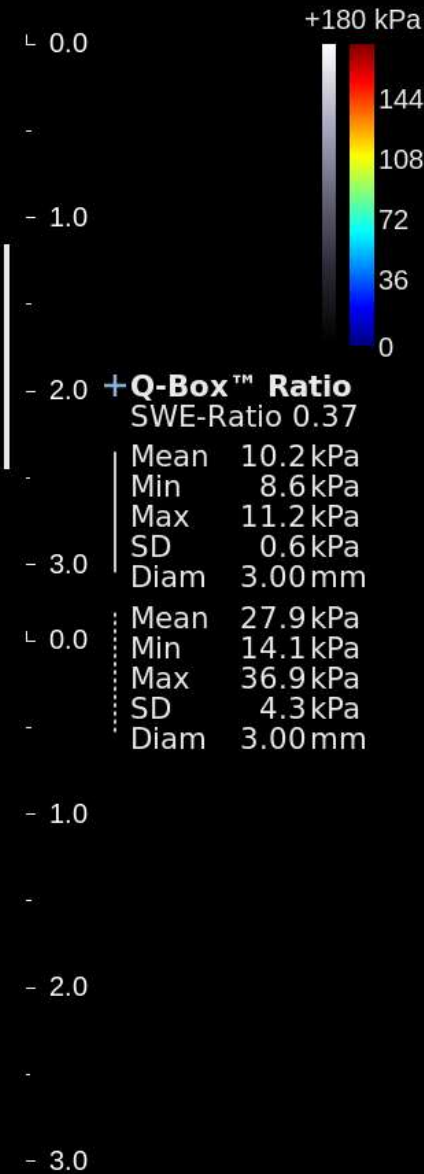
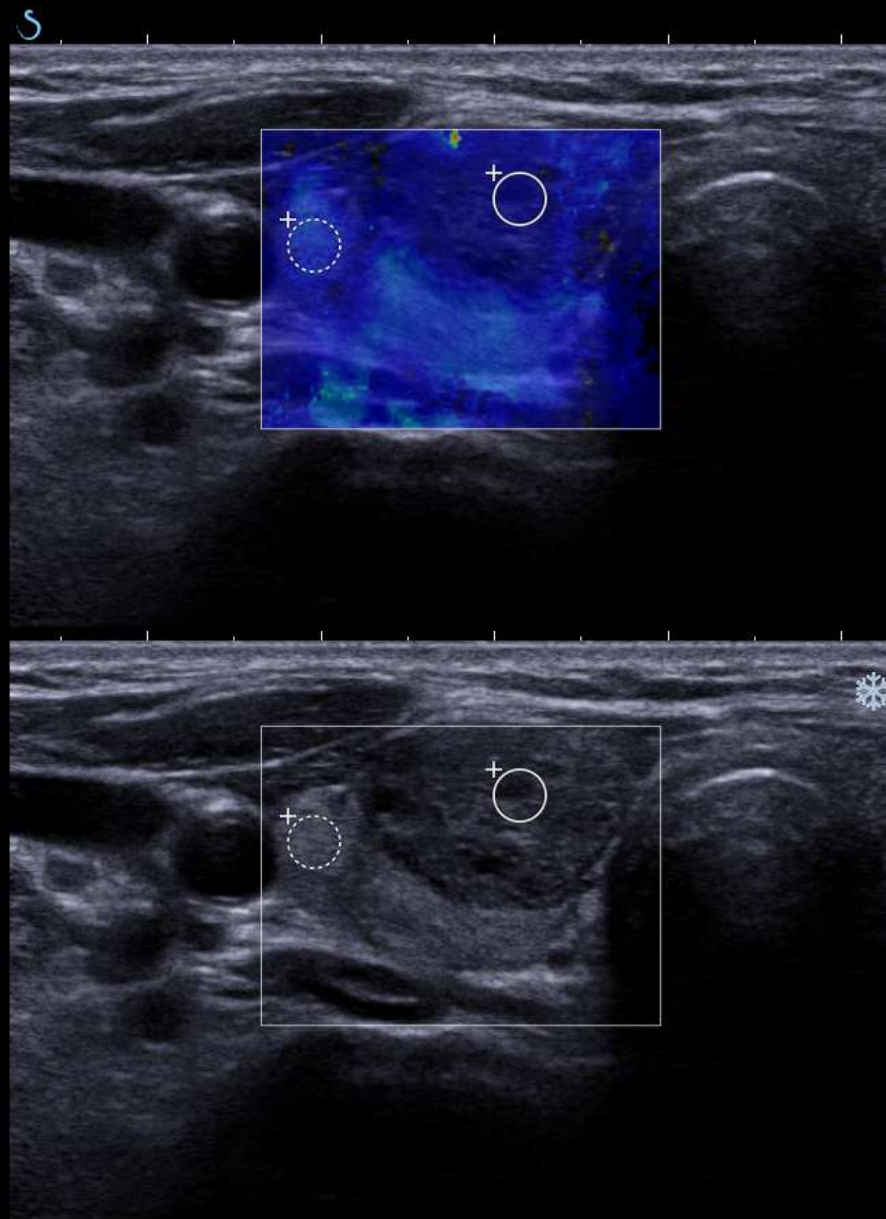
Bethesda II



B
Gen/Med
M 5/69 dB/Med
T 1540 m/s
SC/SR 2
G 47 %
Fr. 12 Hz

SWE™
Std/Med
M 1/High
S 5/O 50 %
G 70 %

Z 105 %





Cytologie:

Suspektní z malignity
(Bethesda V).

Suspektní papilární karcinom.



Histologie:

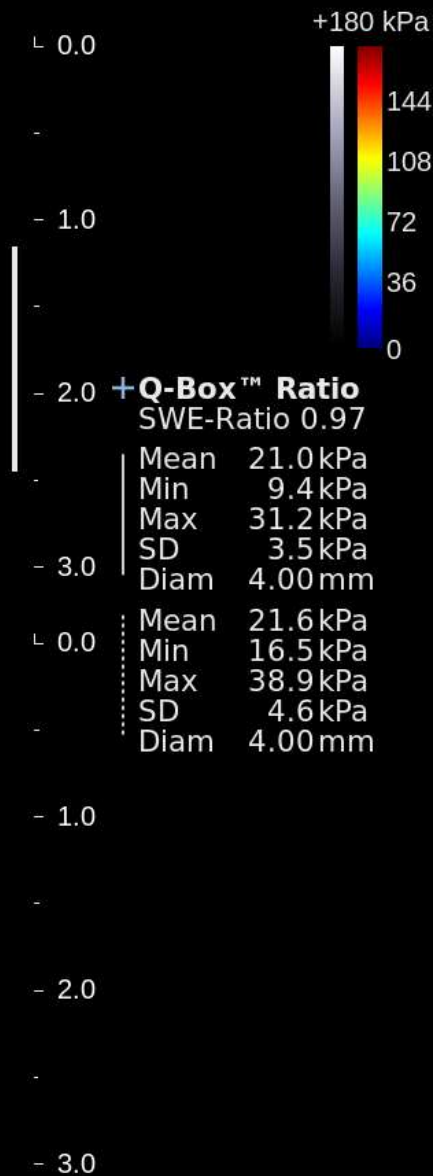
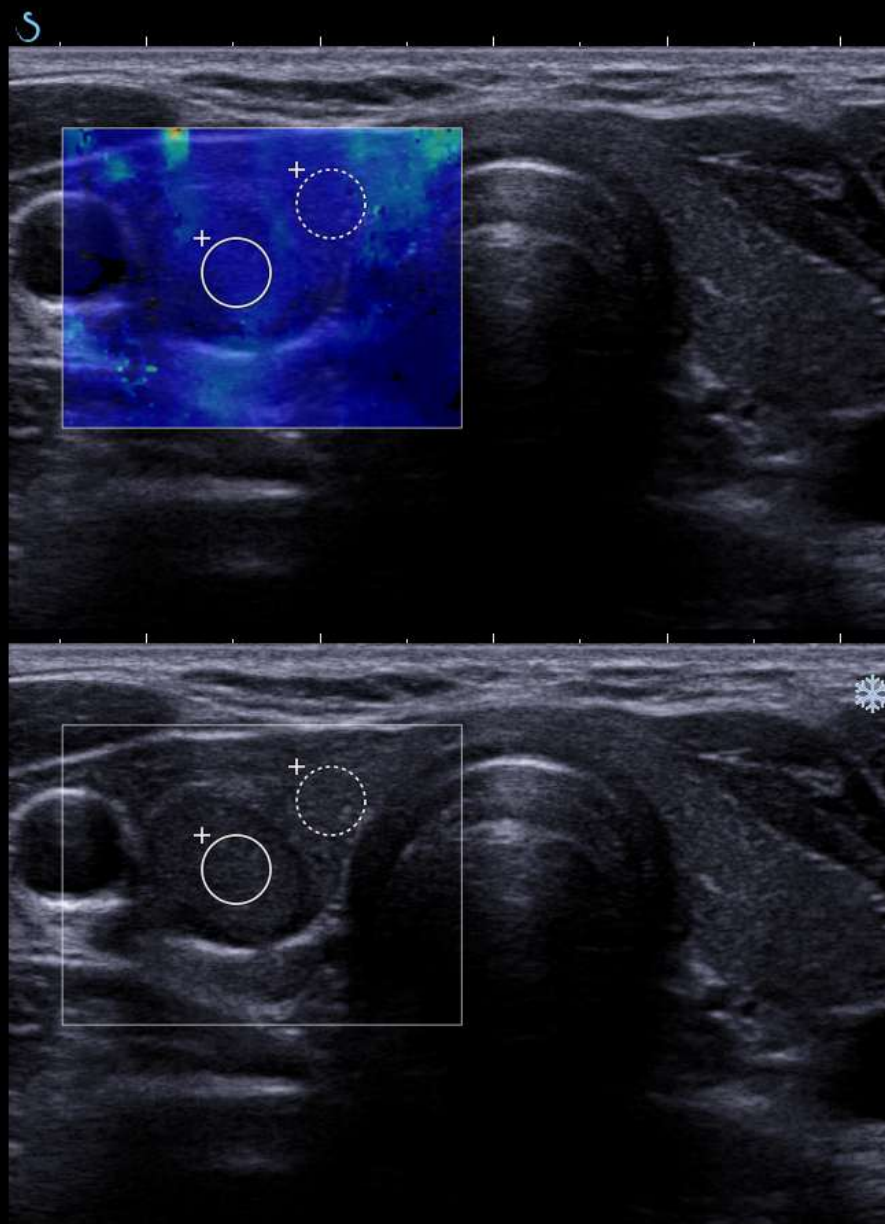
Folikulární adenom.

Bez nálezu malignity.

B
Gen/Med
M 5/69 dB/Med
T 1540 m/s
SC/SR 2
G 47 %
Fr. 12 Hz

SWE™
Std/Med
M 1/High
S 5/O 50 %
G 70 %

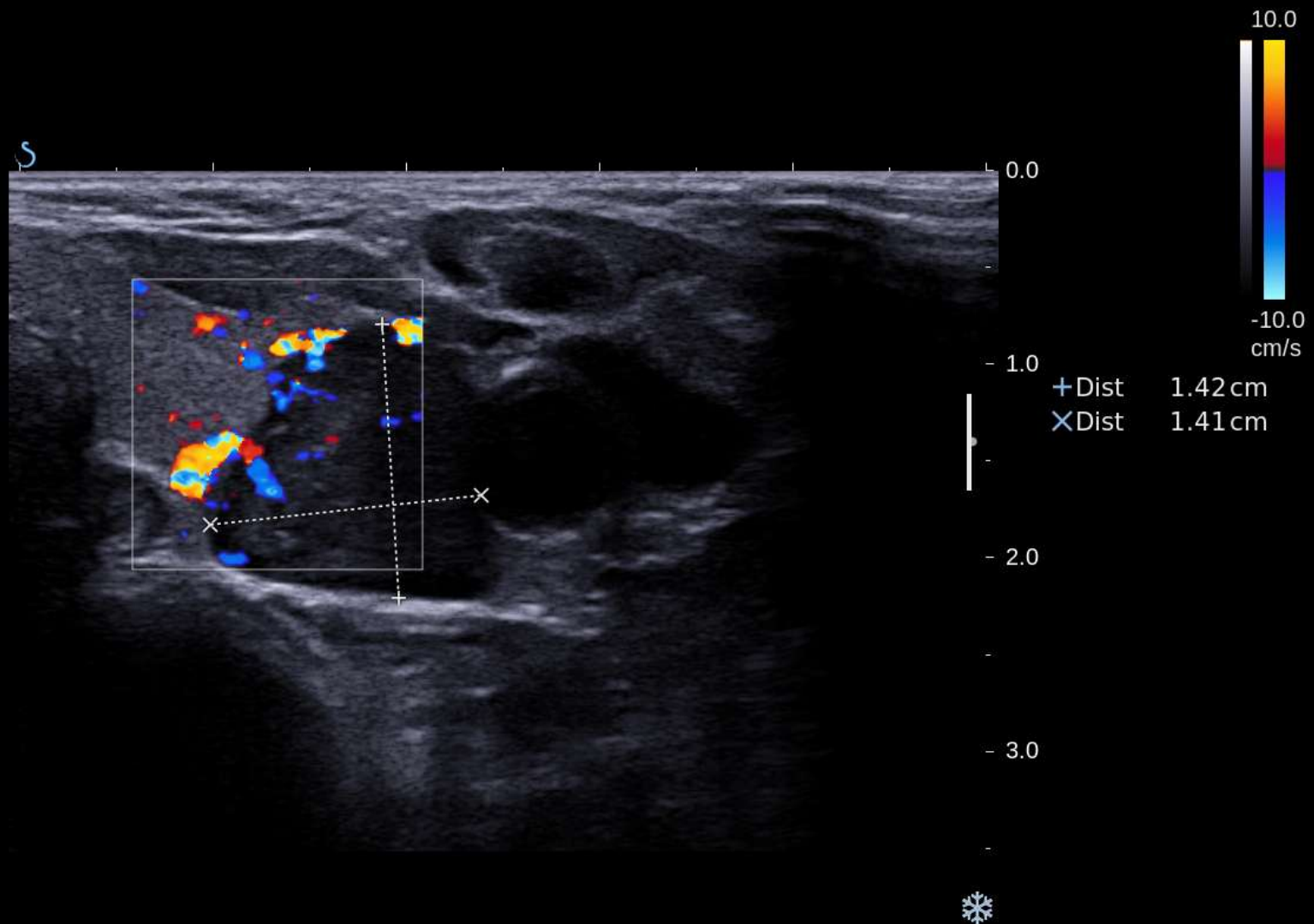
Z 105 %



B
Gen/Med
M 5/69 dB/Med
T 1540 m/s
SC/SR 3
G 47 %
Fr. 24 Hz

CFI
Gen/Med
Off/WF Low
M 5/P. Low
Scale 10 cm/s
S 1
G 72 %

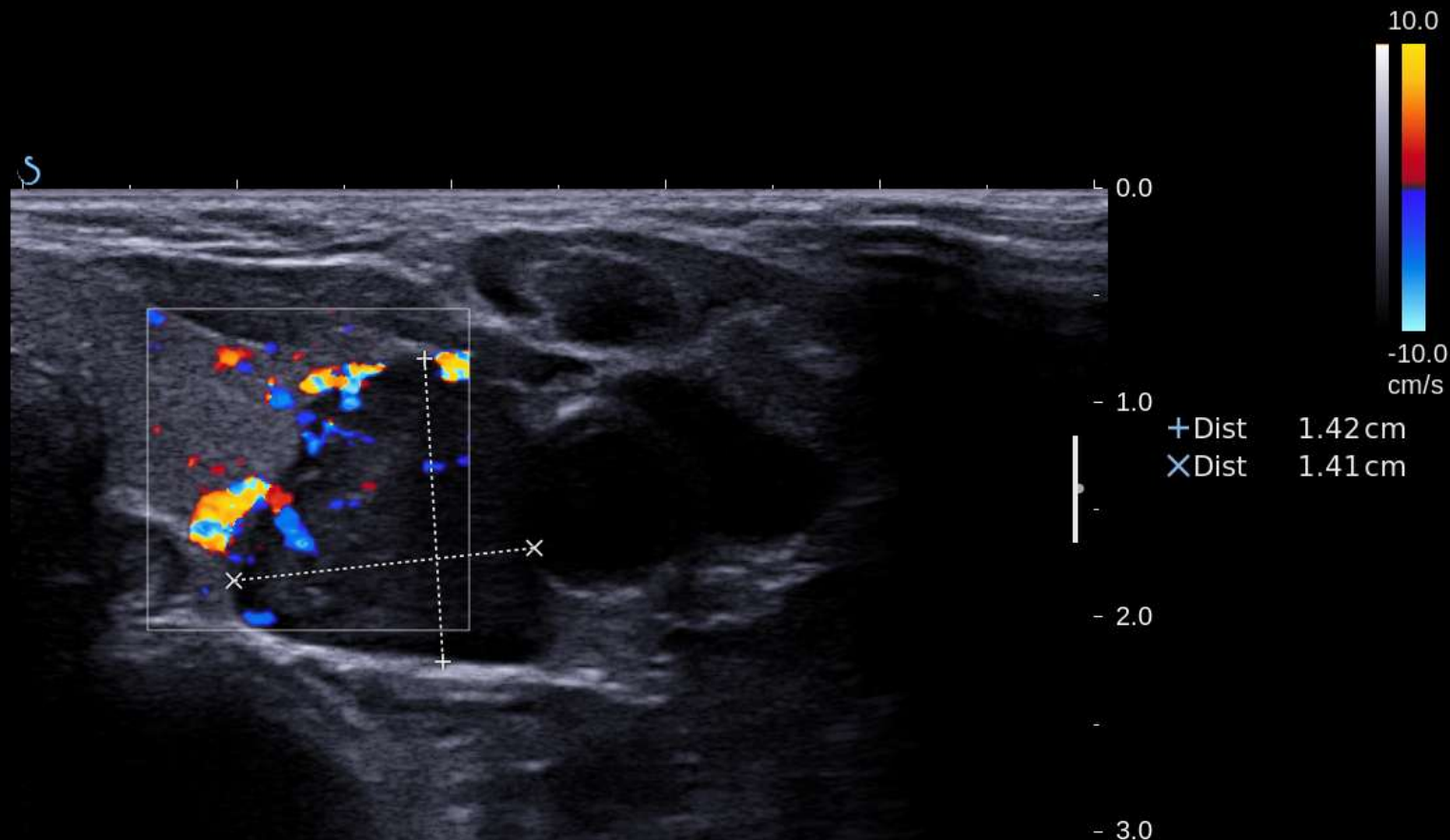
Z 105 %



B
Gen/Med
M 5/69 dB/Med
T 1540 m/s
SC/SR 3
G 47 %
Fr. 24 Hz

CFI
Gen/Med
Off/WF Low
M 5/P. Low
Scale 10 cm/s
S 1
G 72 %

Z 105 %



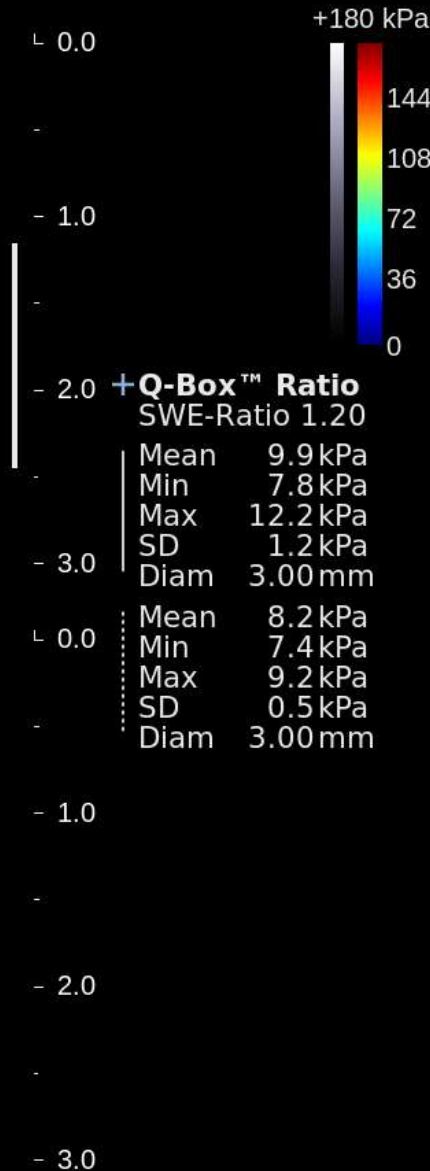
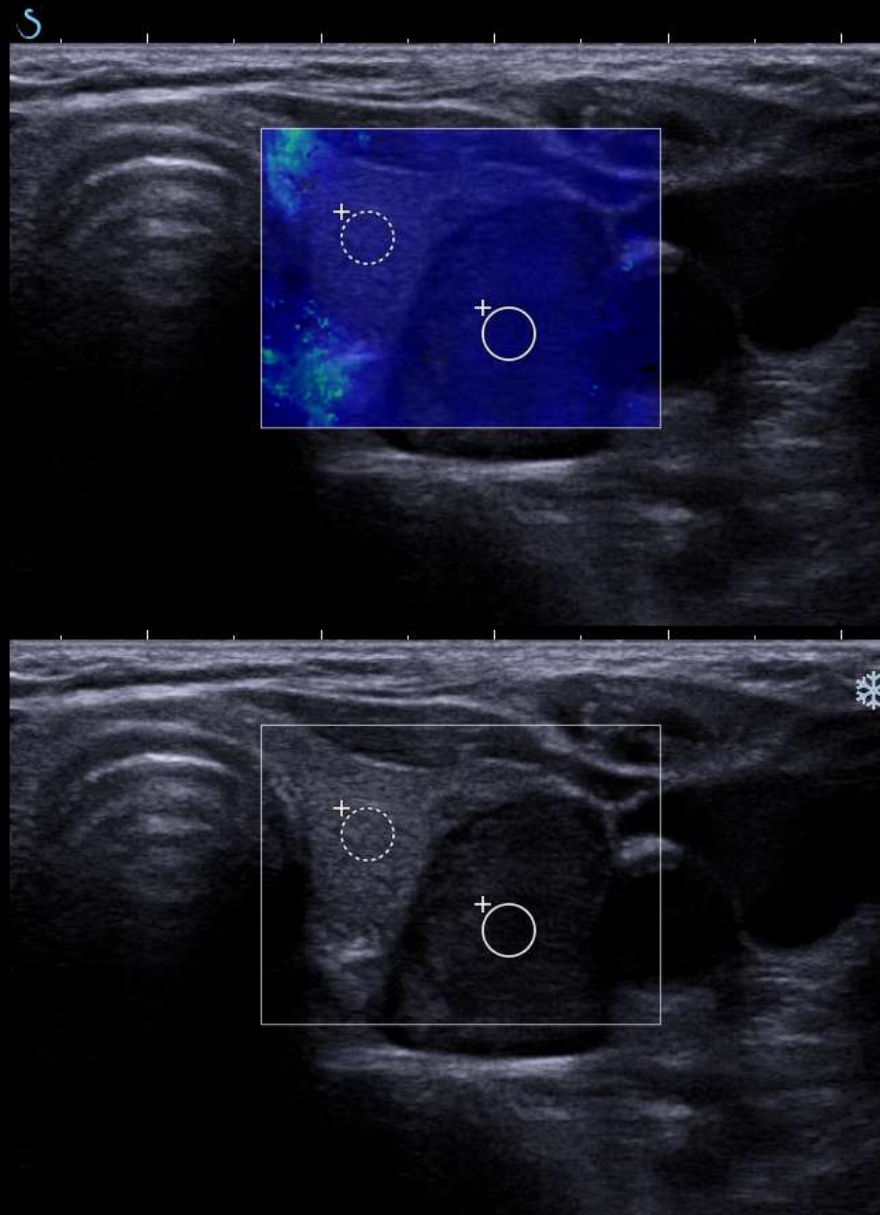
Cytologie: Suspektní z malignity (Bethesda V).
Suspektní onkocytární varianta papilárního karcinomu, dif. dg. onkocytární adenom.

Histologie: Onkocytární adenom.

B
Gen/Med
M 5/69 dB/Med
T 1540 m/s
SC/SR 2
G 47 %
Fr. 12 Hz

SWE™
Std/Med
M 1/High
S 5/O 50 %
G 70 %

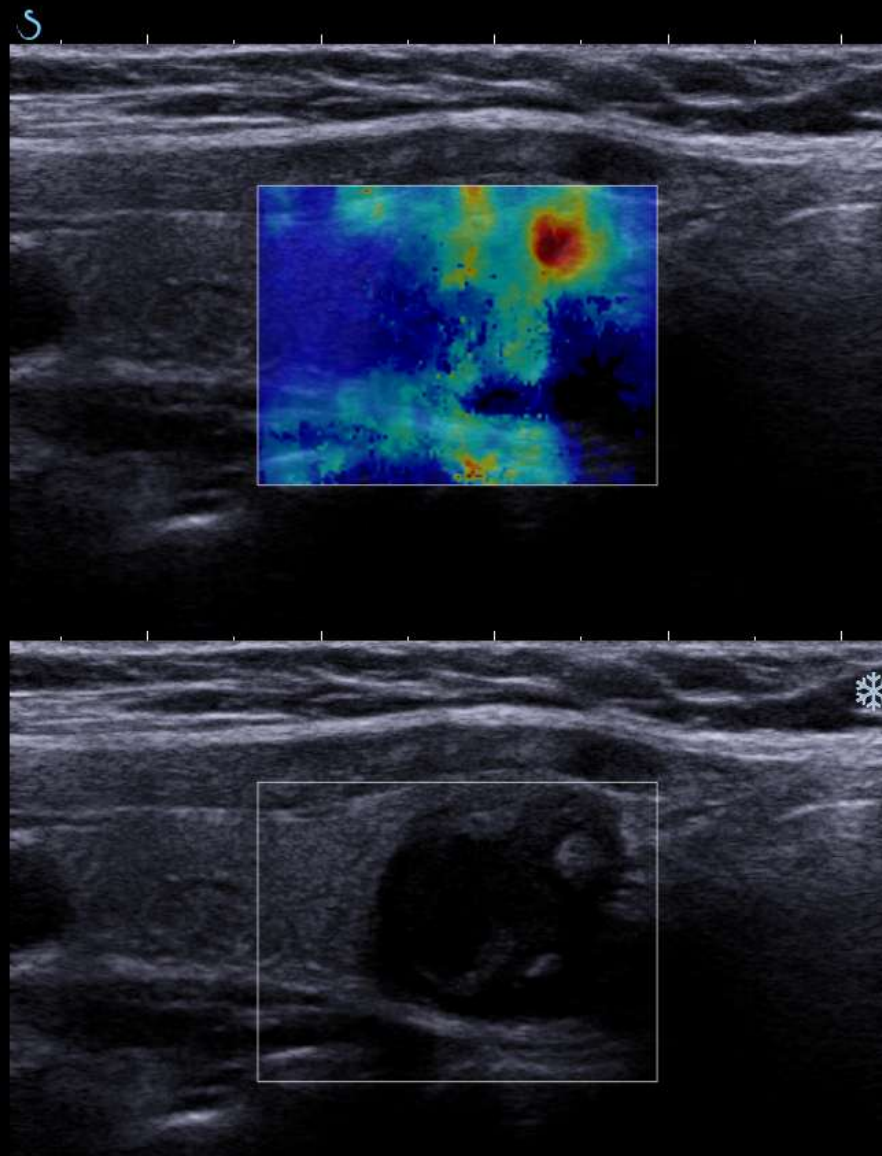
Z 105 %



B
Gen/Med
M 5/69 dB/Med
T 1540 m/s
SC/SR 2
G 47 %
Fr. 12 Hz

SWE™
Std/Med
M 1/High
S 5/O 50 %
G 70 %

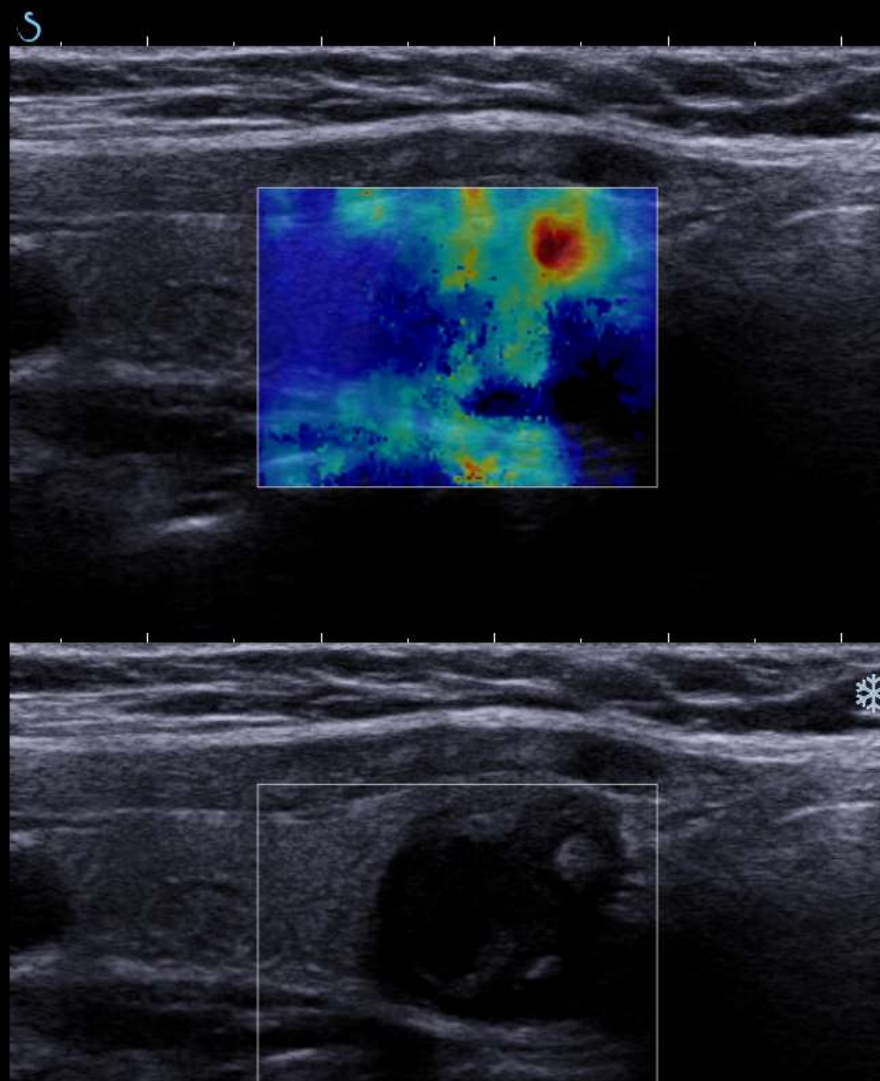
Z 105 %



B
Gen/Med
M 5/69 dB/Med
T 1540 m/s
SC/SR 2
G 47 %
Fr. 12 Hz

SWE™
Std/Med
M 1/High
S 5/O 50 %
G 70 %

Z 105 %



+180 kPa

144

108

72

36

0

- 1.0

- 2.0

- 3.0

- 1.0

- 2.0

- 3.0

Cytologie: Suspektní z malignity (Bethesda V), suspektní papilární karcinom.
Histologie: Folikulární varianta papilárního karcinomu.



Cytologie:

Suspektní z malignity
(Bethesda V),
suspektní papilární karcinom.



Histologie:

Dobře diferencovaný
papilární karcinom.
Nádor infiltruje pouzdro
štítné žlázy.



Cytologie: Bethesda V

Suspektní z malignity, znaky papilárního karcinomu

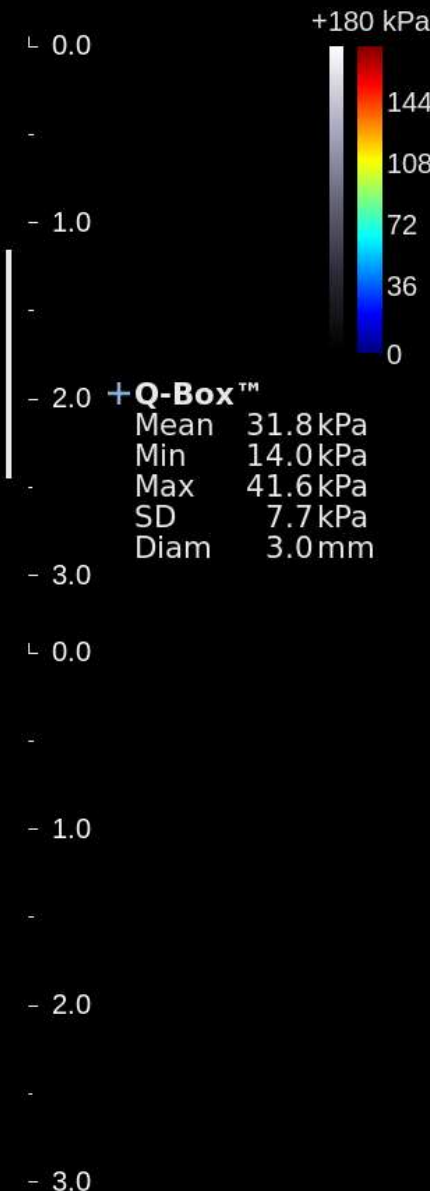
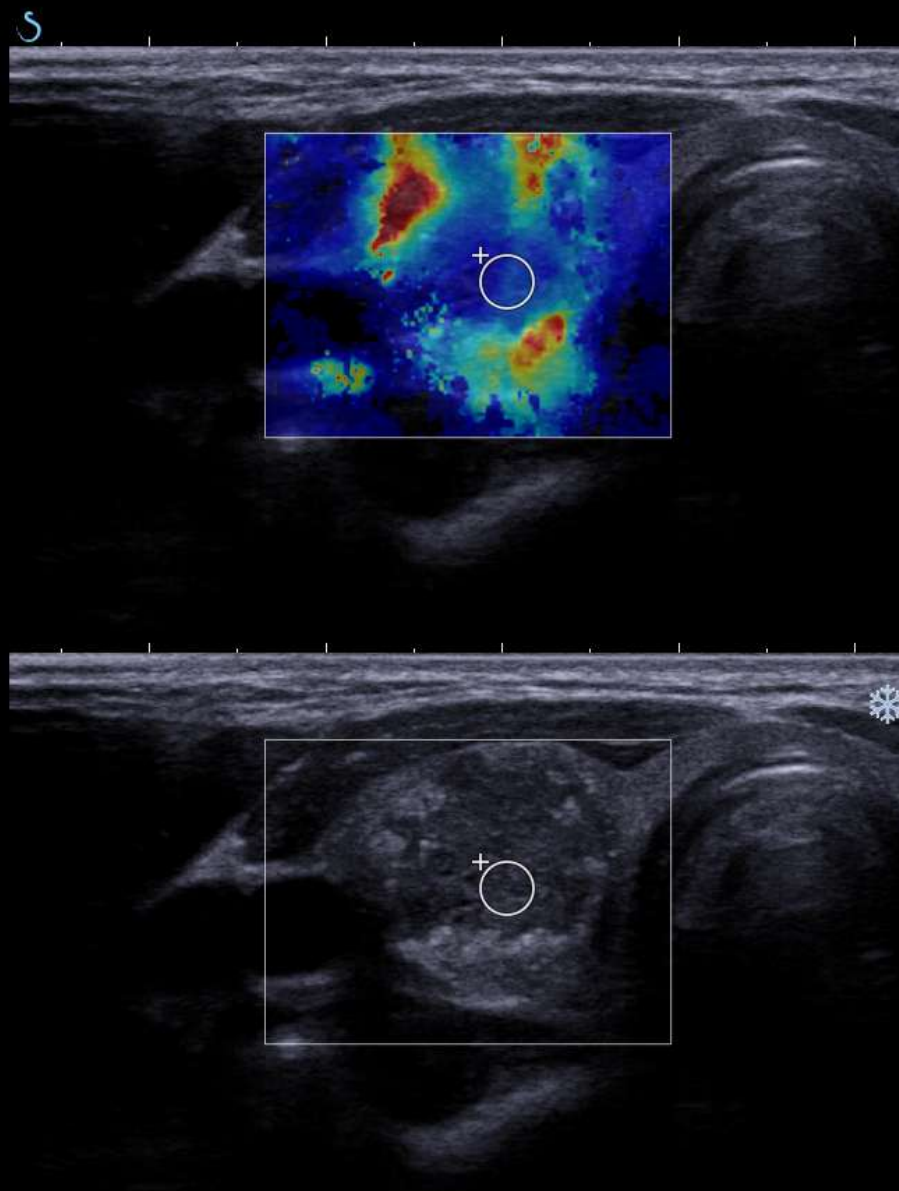
Histologie: Papilární karcinom štítné žlázy

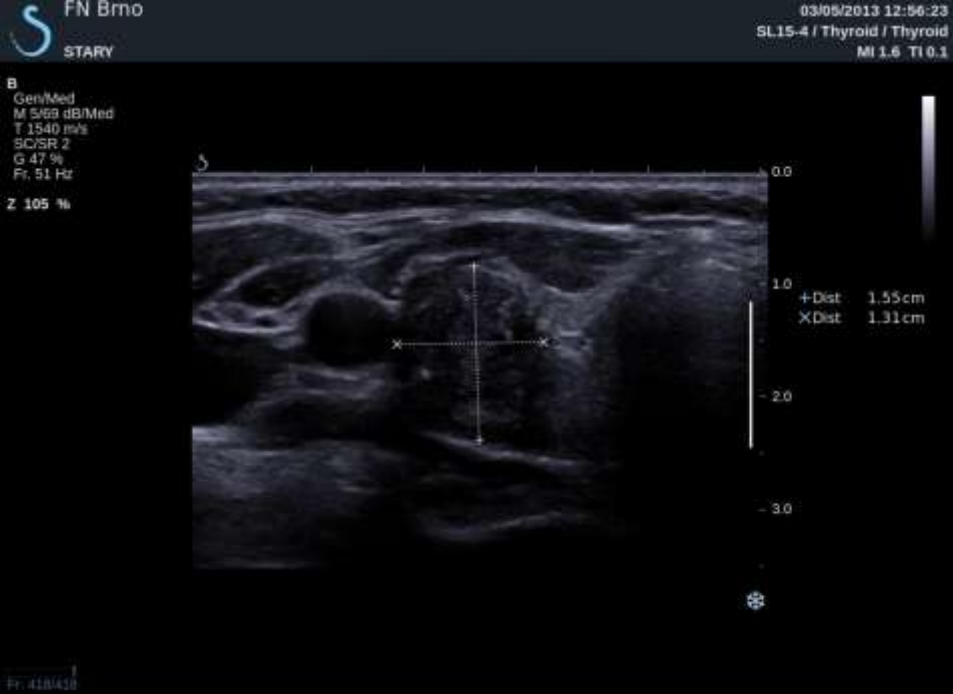


Gen/Med
M 5/69 dB/Med
T 1540 m/s
SC/SR 2
G 47 %
Fr. 12 Hz

WE™
Std/Med
M 1/High
S 5/O 50 %
G 70 %

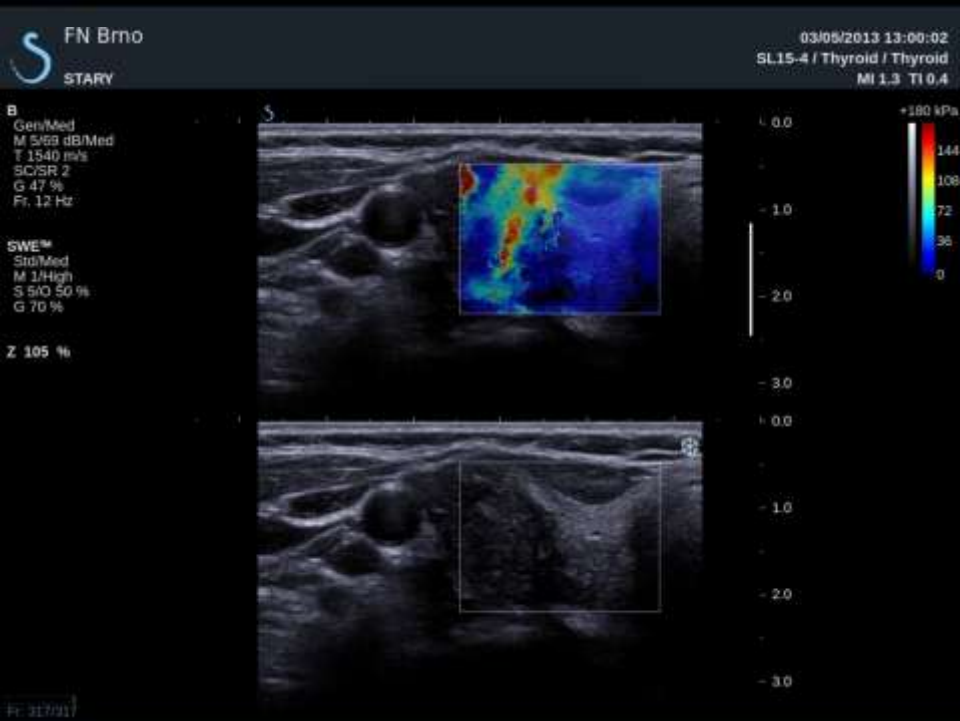
105 %





Cytologie: Bethesda VI

„Nejspíše onkocyt. forma papilárního karcinomu“

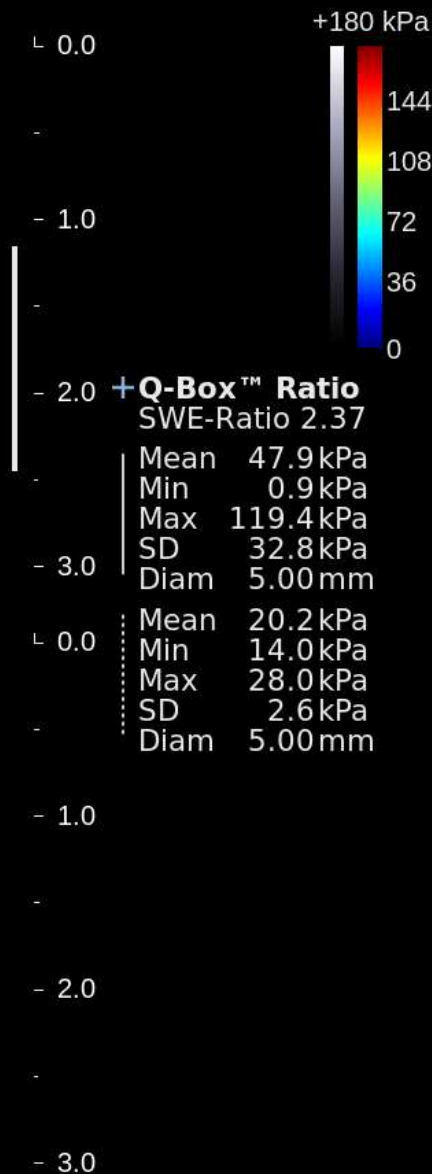
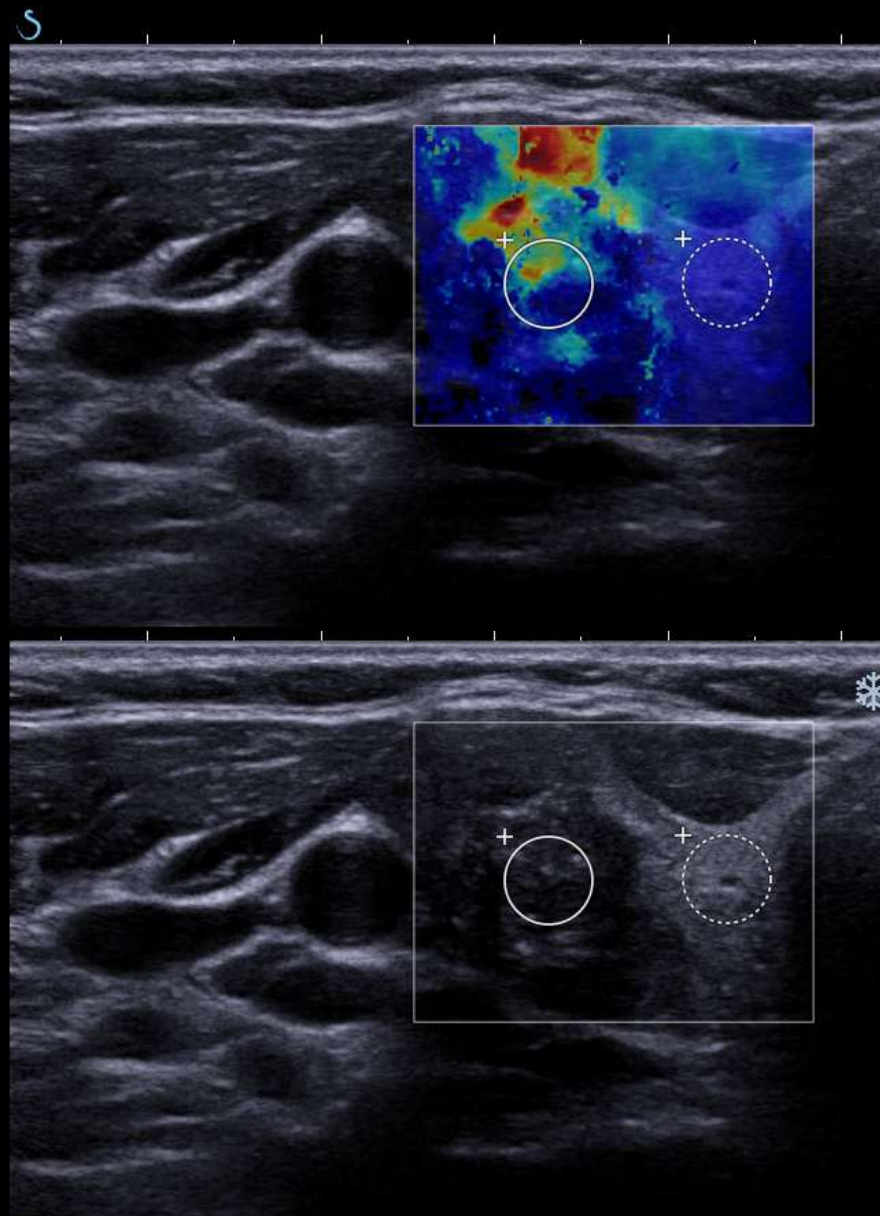


Histologie: Papilární karcinom
štítné žlázy

B
Gen/Med
M 5/69 dB/Med
T 1540 m/s
SC/SR 2
G 47 %
Fr. 12 Hz

SWE™
Std/Med
M 1/High
S 5/O 50 %
G 70 %

Z 105 %





Cytologie: Bethesda V

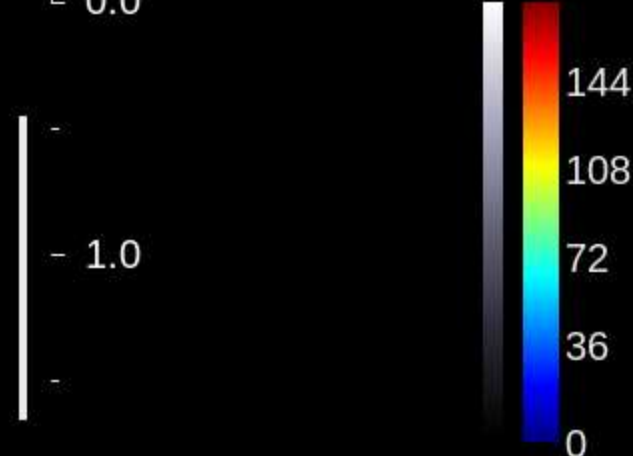
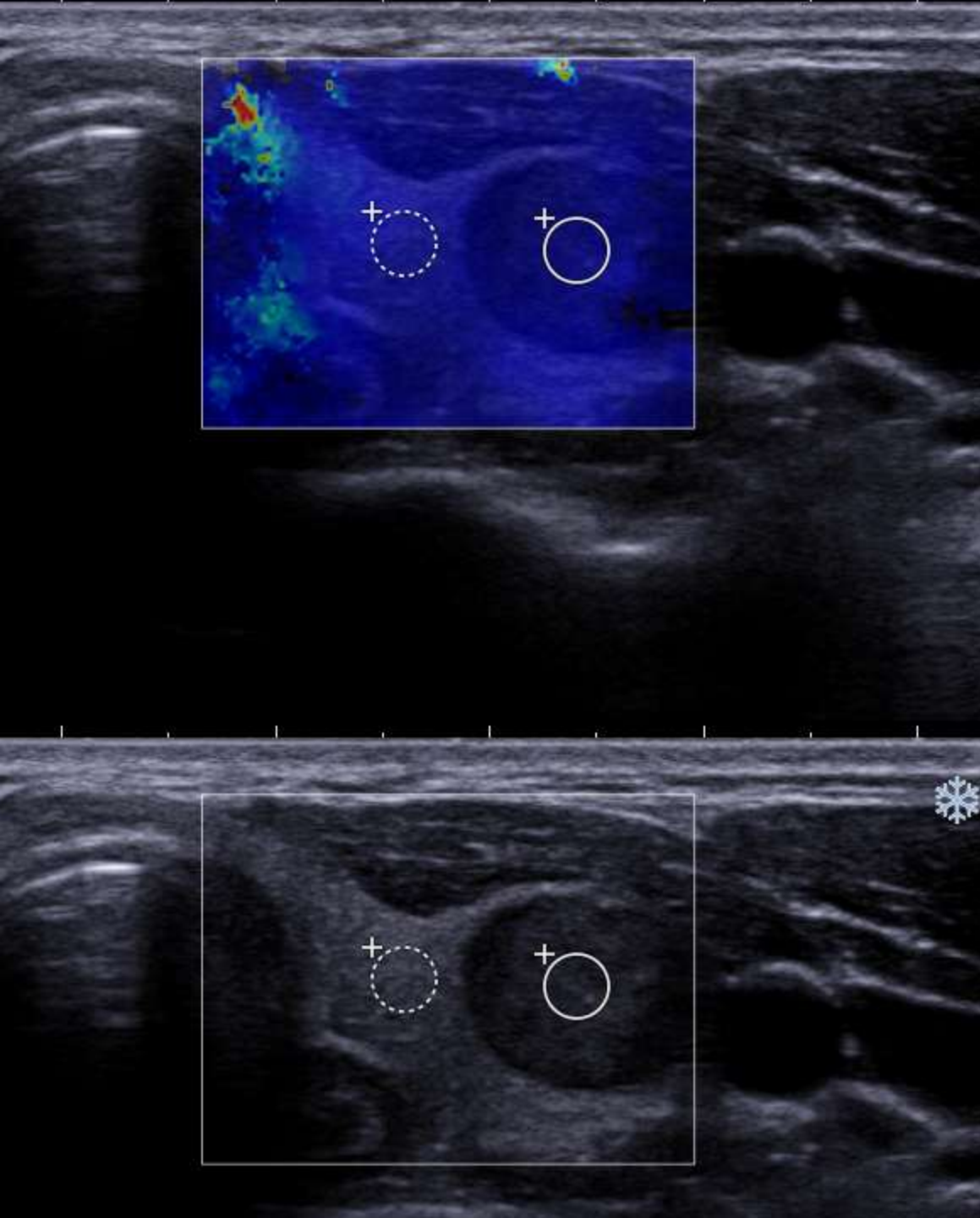
Suspektní z malignity

„Mohlo by se jednat i o onkocyt. adenom, ale pro jaderné atypie se přikláním k podezření na papilární karcinom“



Histologie: Folikulární adenom
v terénu AIT

(+ náhodný nález mikroPTC 0,5 mm ...)

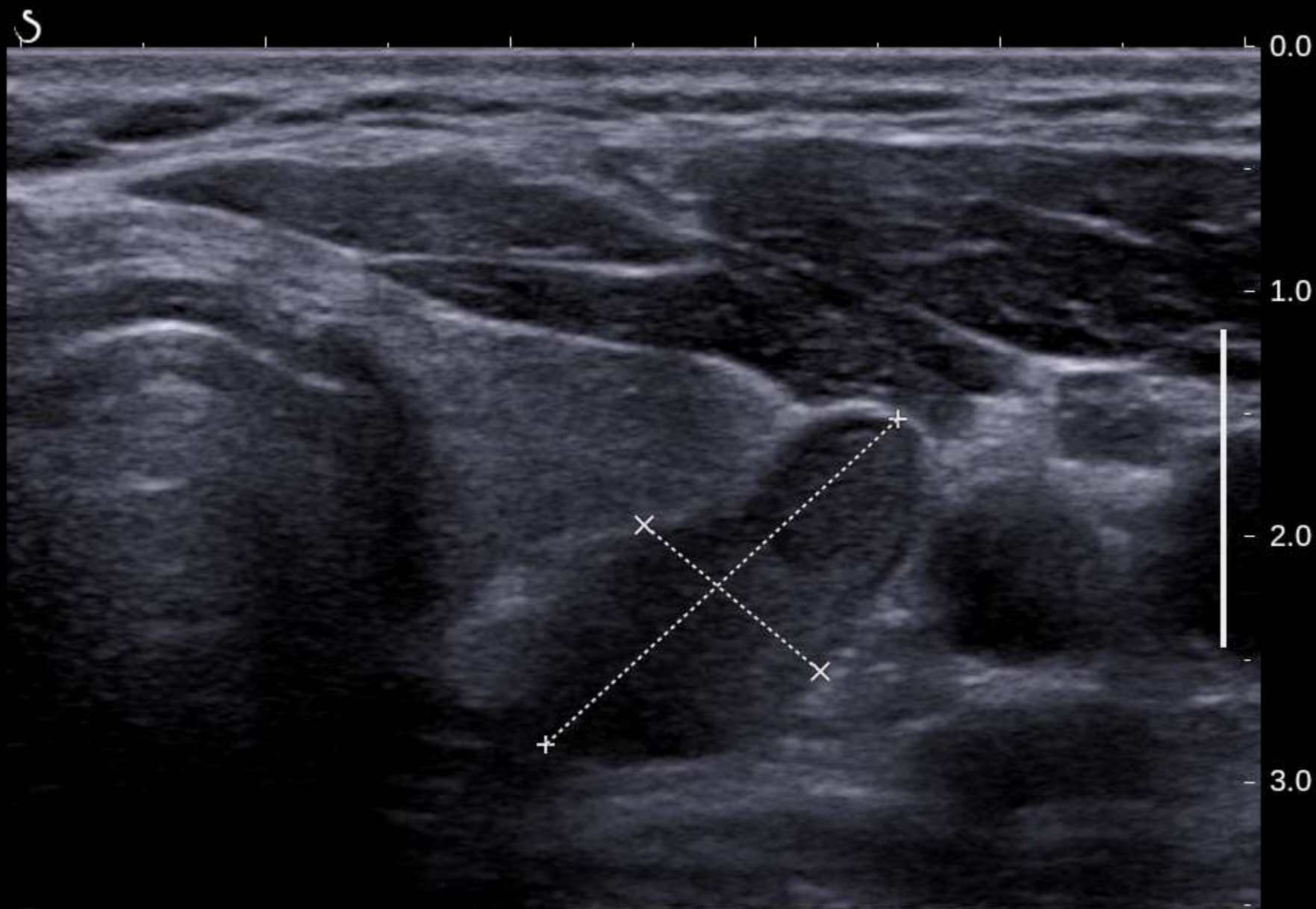


+Q-Box™ Ratio

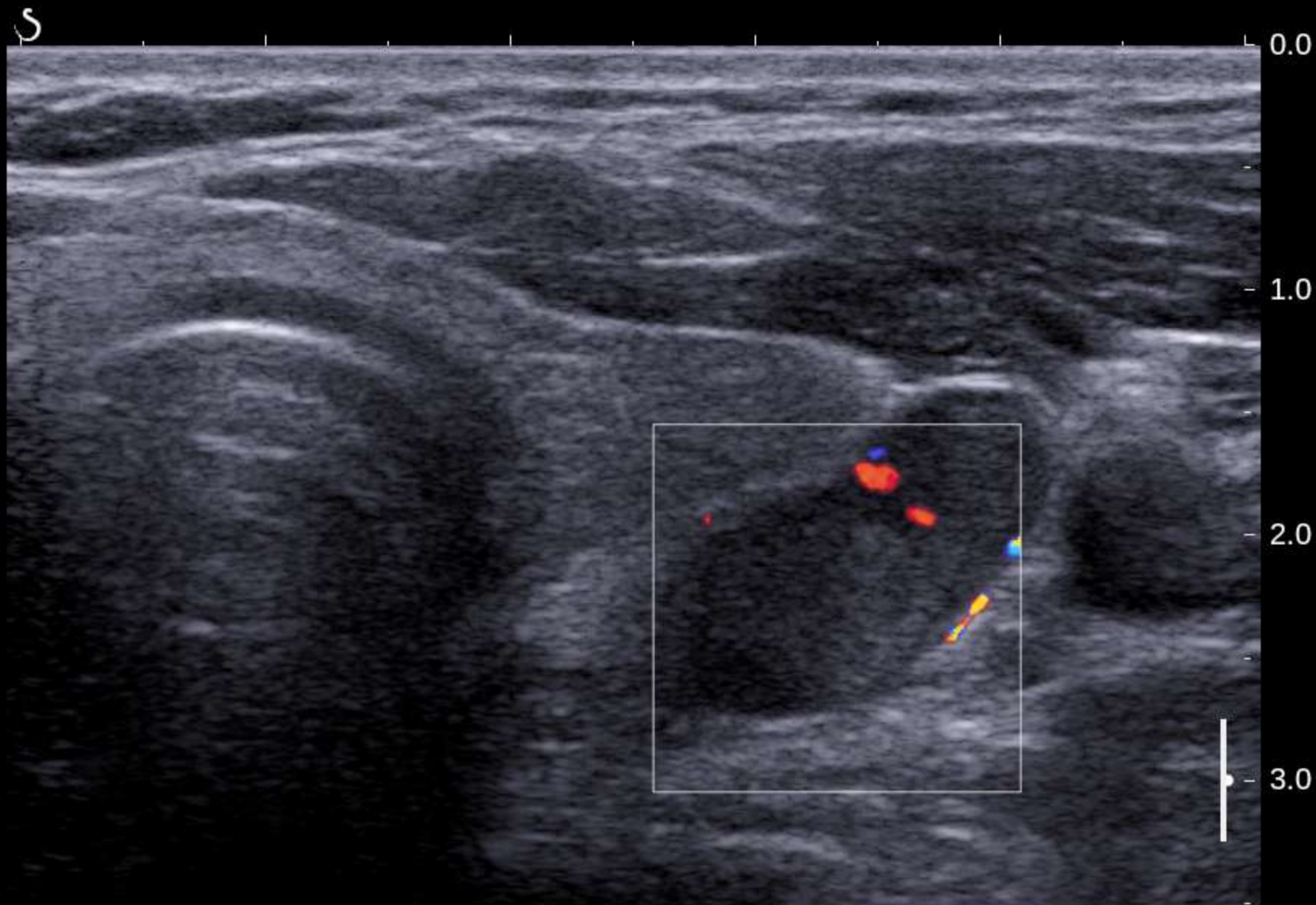
SWE-Ratio 0.77

Mean	11.8 kPa
Min	8.8 kPa
Max	16.6 kPa
SD	1.9 kPa
Diam	3.00 mm

Mean 15.4 kPa
Min 12.5 kPa
Max 22.1 kPa
SD 2.7 kPa
Diam 3.00 mm



Příštítný adenom



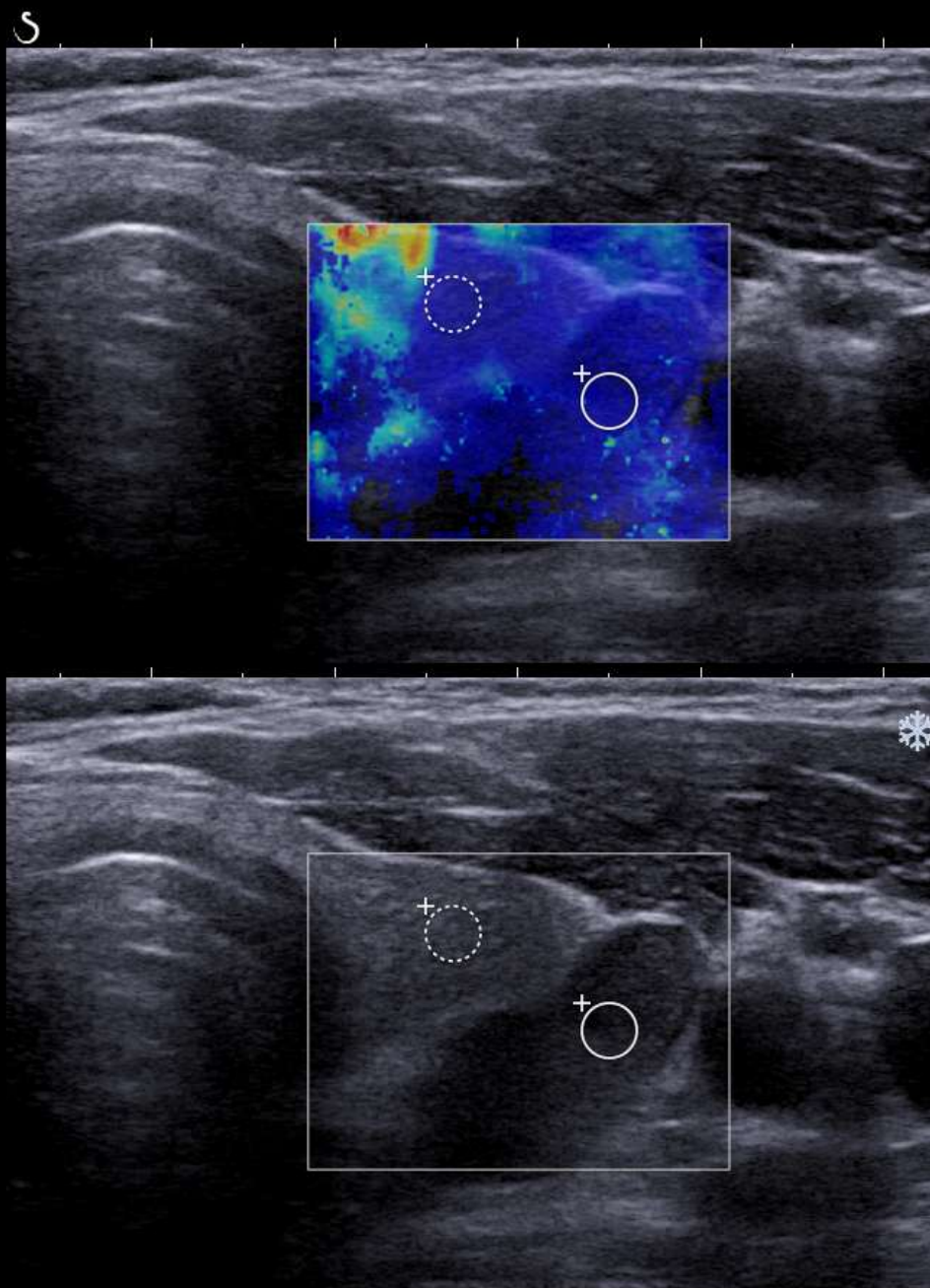
Příštítný adenom



ed
dB/Med
m/s
2
lz
d
h
0 %

6

08

 ≥ 100 kPa

80

60

40

20

+Q-Box™ Ratio

SWE-Ratio 1.05

Mean 7.8 kPa

Min 3.4 kPa

Max 10.7 kPa

SD 2.2 kPa

Diam 3.00 mm

Mean 7.4 kPa

Min 5.3 kPa

Max 11.0 kPa

SD 1.4 kPa

Diam 3.00 mm

- 1.0

- 2.0

- 3.0

SW elastografie

pozice v diagnostickém algoritmu uzlů štítné žlázy

- Mnohouzlová struma, výběr uzlů k cytologické verifikaci
- Nehomogenní uzly, cílení FNAB
- Pomoc při diagnostice uzlů „k dispenzarizaci“

SW elastografie

pozice v diagnostickém algoritmu uzlů štítné žlázy

- Mnohouzlová struma, výběr uzlů k cytologické verifikaci
- Nehomogenní uzly, cílení FNAB
- Pomoc při diagnostice uzlů „k dispenzarizaci“
- „Kontraindikace FNAB ?“

SW elastografie

pozice v diagnostickém algoritmu uzlů štítné žlázy

- Mnohouzlová struma, výběr uzlů k cytologické verifikaci
- Nehomogenní uzly, cílení FNAB
- Pomoc při diagnostice uzlů „k dispenzarizaci“
- „Kontraindikace FNAB ?“
- Diagnostika lymfadenopatie



Děkuji za pozornost