



# Stereometrie a volumometrie

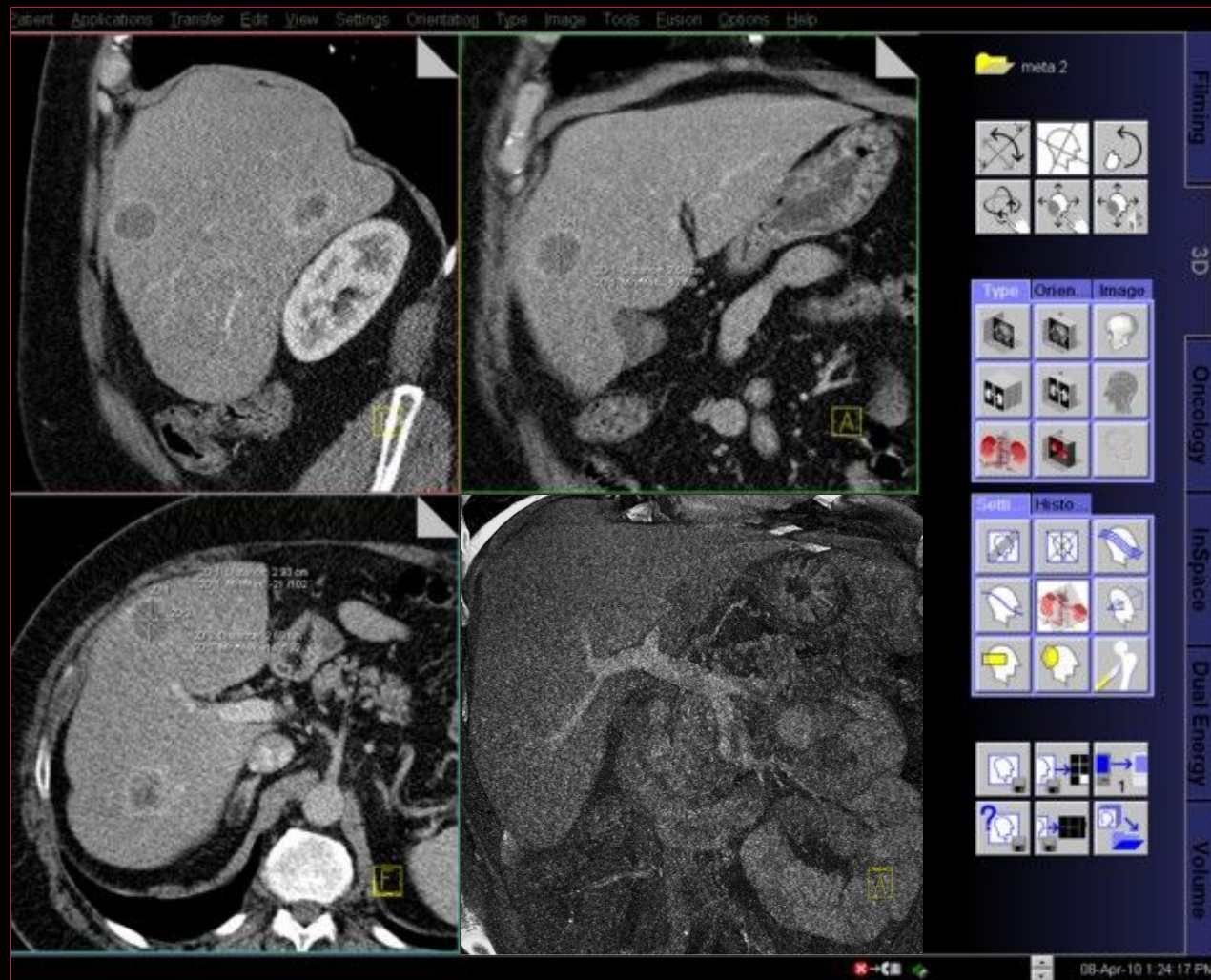
H.Mírka, J. Ferda, KZM LFUK a FN Plzeň

# Co a proč měříme

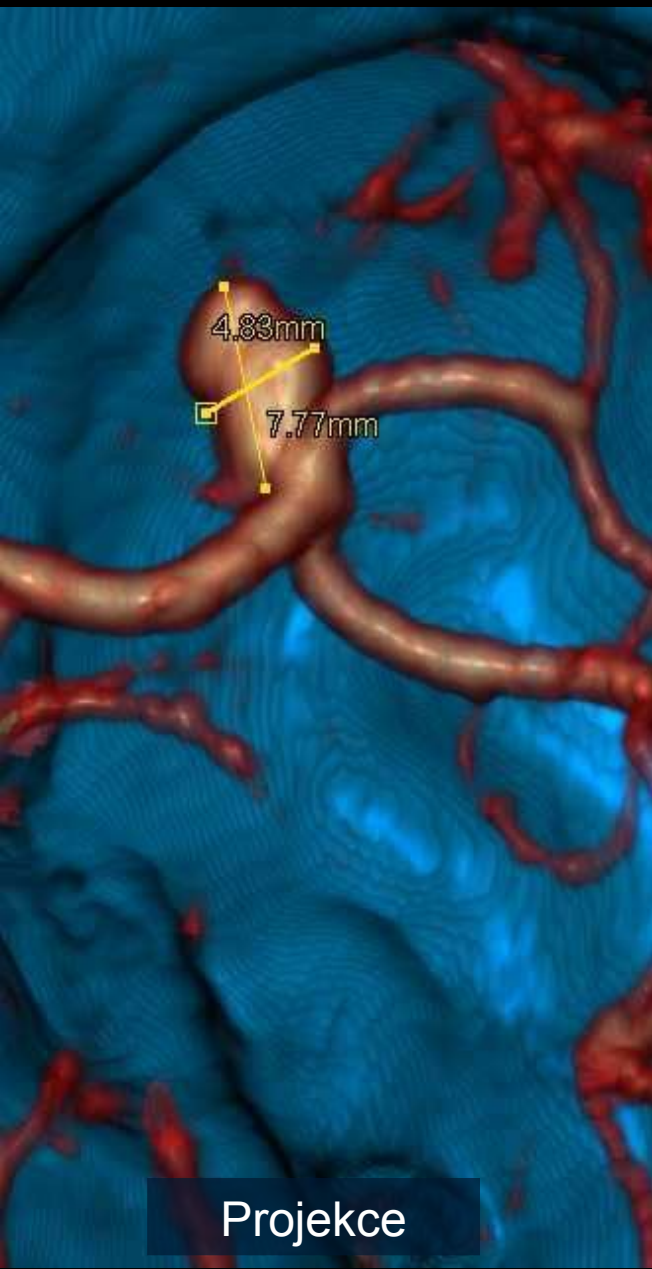
- rozměry
  - vzdálenosti
  - plocha
  - úhel
  - objem
  - (denzita)
- volba léčebné strategie a taktiky
  - plánování intervenčních výkonů
  - určení velikosti implantátů
  - posouzení vývoje nálezů



# Měření ve třech rozměrech

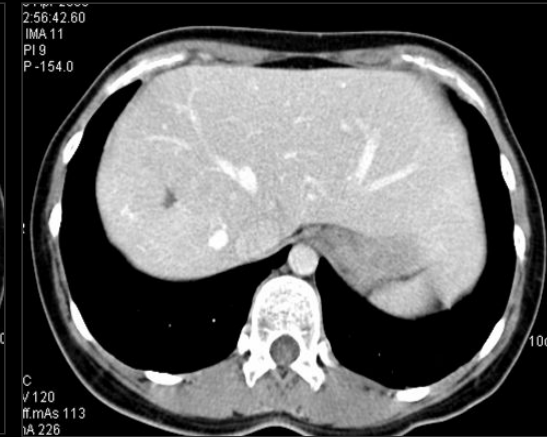
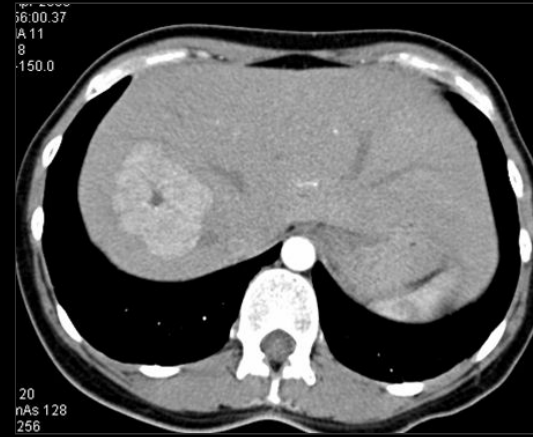


- ideálně ve 3D prostředí
- nikoliv na trojrozměrných obrazech!



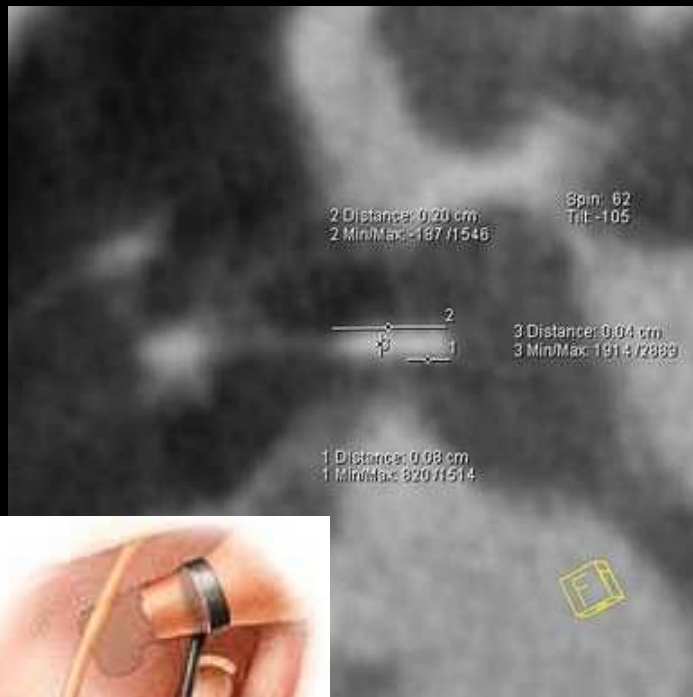
# Co ovlivňuje přesnost měření na CT

- rozlišovací schopnost
- velikost měřeného objektu
- velikost zobrazeného pole
- nastavení okna
- šum
- kontrast oproti okolí
- zvolená rovina měření
- míra izotropie zobrazení



# Bozatto A et al. Analysis of the accuracy of high-resolution computed tomography techniques for the measurement of stapes prostheses. Eur Radiol (2010) 20: 566–571

- stapedoplastika u 6 kadaverozních pyramid
- srovnání skutečných rozměrů implantátů s měřením na CT



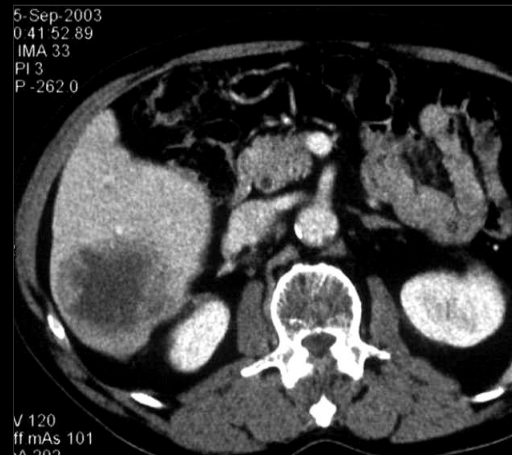
- Siemens Somatom Definition
- UHR algoritmus, kernel U90s
- vrstva 0,5 mm
- FOV 8 cm, matice 512<sup>2</sup>

	skutečnost	Ø odchylka	%
délka pístu	0,4 mm	0,125	6,25 %
šířka pístu	0,2 mm	0,176	44 %
vestibulární intruze	0,45-0,55 mm	0,333	39,2 %

# Srovnání dvou 2D měření (vývoj v čase)

- posouzení rychlosti růstu (dignita tumorů)
- reakce na léčbu

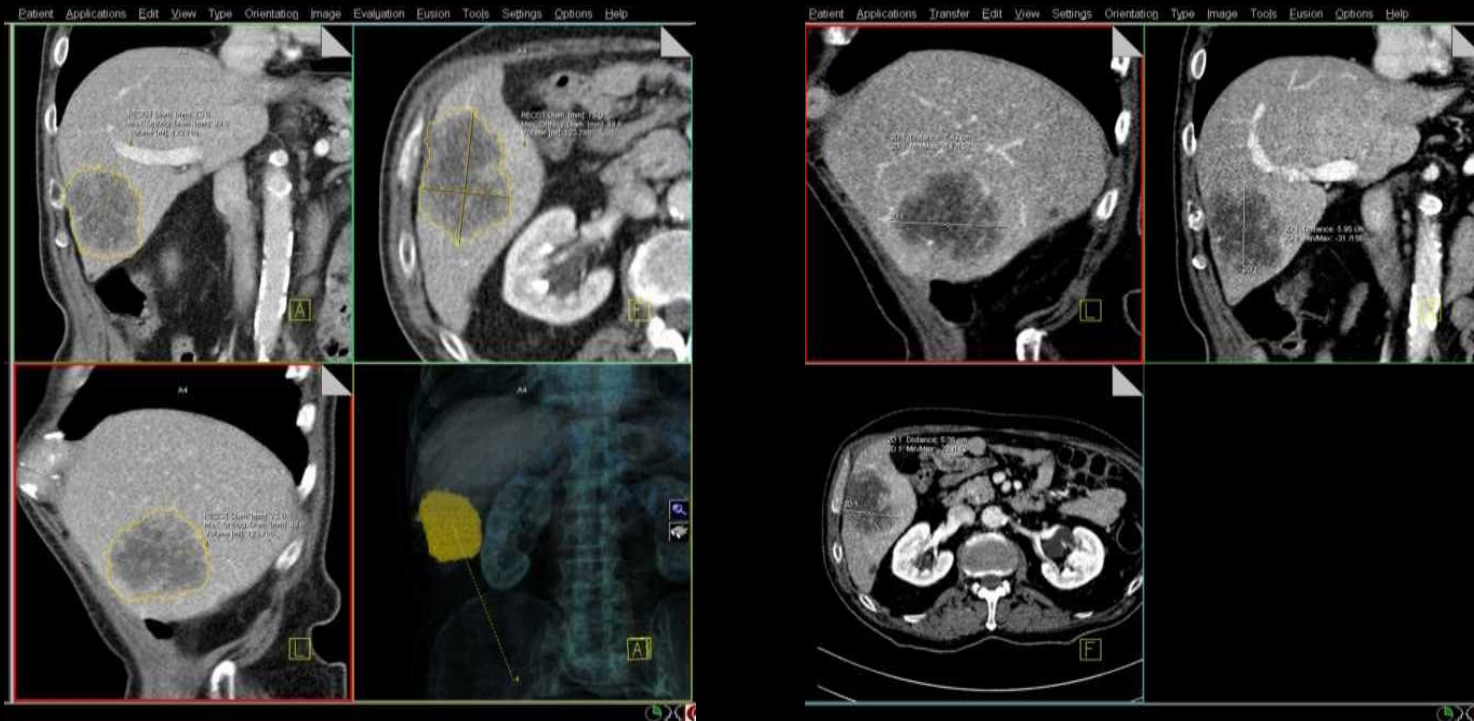
- vždy srovnáváme velikost ve stejných rovinách
- optimálně 3 standardní (x, y, z)
- stejné rekonstrukční parametry
- stejné nastavení okna



# 3D měření - volumometrie

## Metody měření objemu

- manuální - součin plochy na axiálním řezu a výšky objektu ( $a \cdot b \cdot c / 2$ )
- automatická - součet ploch na všech řezech  $\cdot$  increment ( $\sum S \cdot \text{incr}$ )



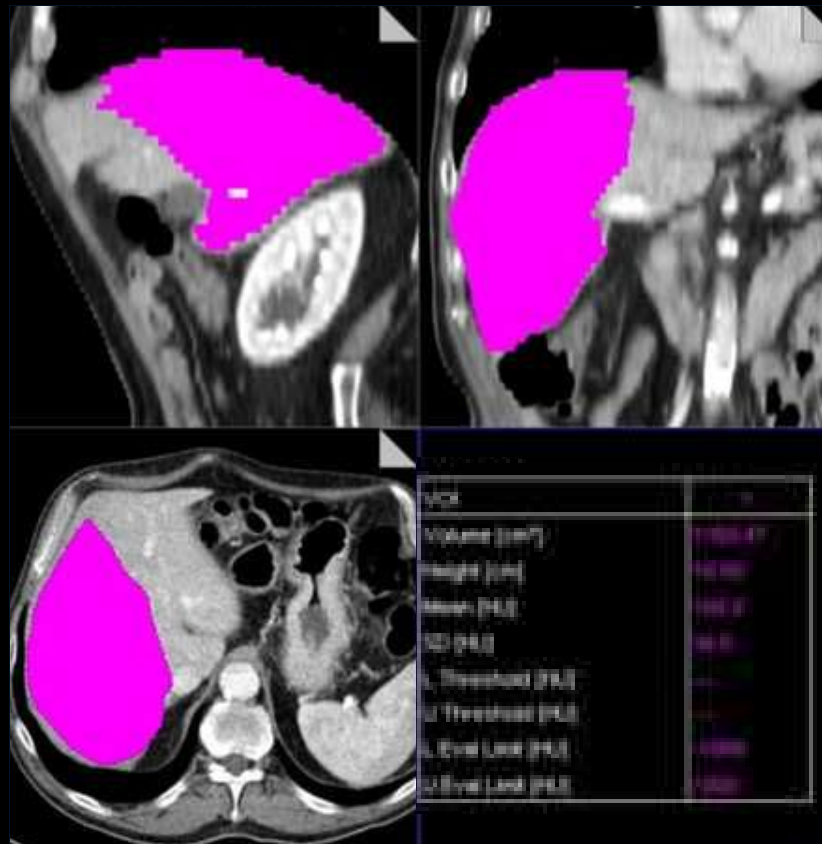
## Praktické využití

- sledování odpovědi na léčbu
- volumetrie jater před chirurgickou léčbou

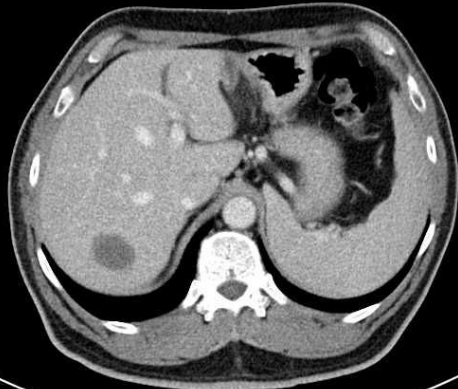
# Volumometrie jater

## Odhad zbylého objemu parenchymu po resekci

- primárně před resekci
- u primárně neresekabilních nádorů po podpoře regenerace zdravé tkáně (uzávěr větve v. portae, farmaka, kmenové buňky)

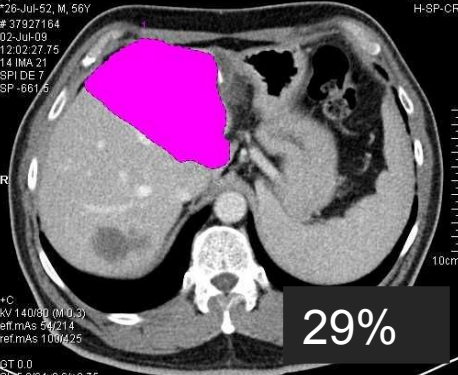


# Volumometrie jater



\*26-Jul-52  
M, 56Y  
\*26-Jul-52, M, 56Y  
# 37927184  
02-Jul-09  
12:02:27.75  
14 IMA 21  
SPI DE 7  
SP -6815.6

Definition  
CT 2008G  
H-SP-CR



29%

+C  
KV 140/80 (M 0.3)  
eff.mAs 54/214  
ref.mAs 100/425

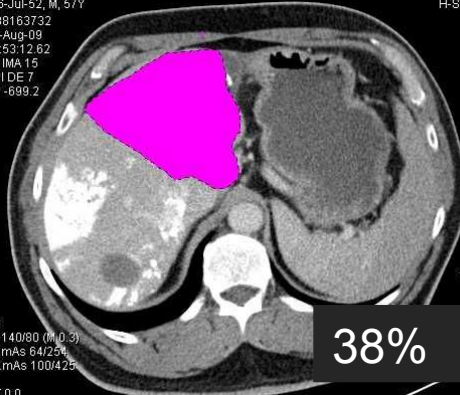
~GT 0.0  
SL 5.0/64x0.6/0.75

VOI	1
Volume [cm <sup>3</sup> ]	434.93
Height [cm]	14.00
Mean [HU]	104.7



M, 57Y  
\*26-Jul-52, M, 57Y  
# 38163732  
05-Aug-09  
07:53:12.62  
10 IMA 15  
SPI DE 7  
SP -899.2

CT 2008G  
H-SP-CR



38%

+C  
KV 140/80 (M 0.3)  
eff.mAs 64/256  
ref.mAs 100/425

~GT 0.0  
SL 5.0/64x0.6/0.75

VOI	1
Volume [cm <sup>3</sup> ]	585.66
Height [cm]	13.00
Mean [HU]	98.1



M, 57Y  
\*26-Jul-52, M, 57Y  
# 38955146  
23-Sep-09  
10:25:35.31  
8 IMA 20  
SPI DE 10  
SP -715.6

CT 2008G  
H-SP-CR



+C  
KV 140/80 (M 0.3)  
eff.mAs 51/209  
ref.mAs 95/403

~GT 0.0

VOI	1
Volume [cm <sup>3</sup> ]	1089.46
Height [cm]	14.00
Mean [HU]	111.5

Hraniční resekabilita

St.p. embolizaci VP  
zlepšení resekability

Resekce

# Praktické problémy

- hodnocení odpovědi na léčbu u solidních nádorů a zvětšených uzlin
- sledování plicních uzlů
- měření stenózy tepny

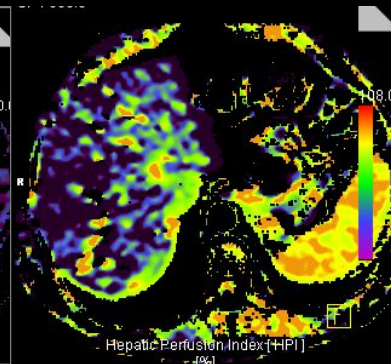
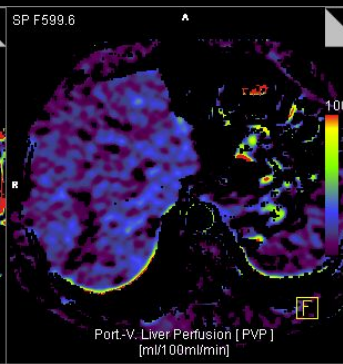
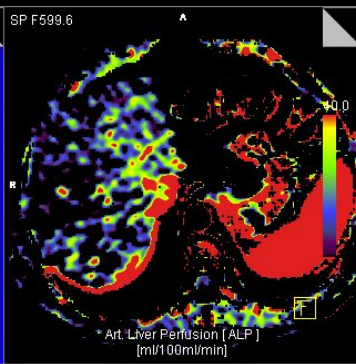
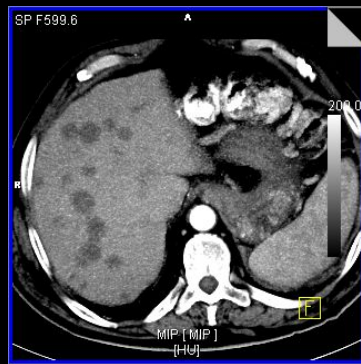
# Sledování odpovědi na léčbu u solidních nádorů a uzlin

- RECIST rozměr
- WHO plocha
- objem - automatická analýza

Vychází z předpokladu, že velikost tumoru se mění

V některých případech je ale spolehlivějším indikátorem hodnocení viability

- PET / CT
- perfúzní CT
- perfúzní MR
- CEUS



## RECIST rozměr

Response Evaluation Criteria in Solid Tumors



5 ložisek v jednom orgánu  
(celkem max. 10 ložisek)

**CR** - zmizení lézí

**PR** -  $\geq 30\%$  regrese

**SD** -  $< 30\%$  regrese –  $19\%$  progrese

**PD** -  $\geq 20\%$  progrese

## WHO plocha



**CR** - zmizení lézí

**PR** -  $\geq 50\%$  regrese

**SD** -  $< 50\%$  regrese -  $25\%$  progrese

**PD** -  $\geq 25\%$  progrese



### Findings Details 3



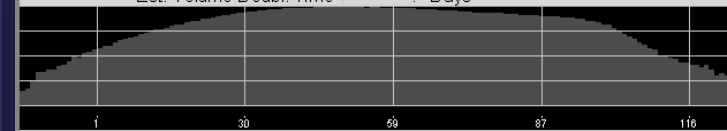
#### Follow-up

Organ: Liver

Algorithm: Liver

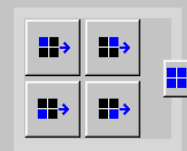
- Target Lesion
- Include in Report
- Lesion Disappeared

	Measurement	Change	
Volume	60.844 ml	-2.695 ml	-4.24 %
RECIST Diam.	67.9 mm	-1.3 mm	-1.88 %
Max. Orthog. Diam.	46.5 mm	0.5 mm	1.09 %
WHO Area	3160.2 mm <sup>2</sup>	-25.4 mm <sup>2</sup>	-0.80 %
Max. 3D Diam.	71.2 mm	-0.7 mm	-0.97 %
Mean HU	55 HU	-20 HU	-26.67 %
Stddev. HU	22 HU	-6 HU	-21.43 %
Vol.-equiv. Sphere Diam.	48.8 mm	-0.7 mm	-1.41 %
Elongation	0.76	0.05	7.04 %
Z-Extension	49.6 mm	0.0 mm	0.00 %
Est. Volume Doubl. Time	-- Days		



Comments:

RECIST Diam. [mm]: 67.9  
 Max. Orthog. Diam. [mm]: 46.5



# Sledování malých plicních uzlů

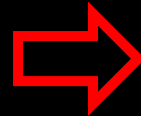
- jen 1-2 % nekalcifikovaných náhodně nalezených uzlů do 4 mm je maligních
- často jediným indikátorem malignity je růst
- změny jsou v 2D obrazech často nepostřehnutelné
- měření je zatíženo relativně velkou chybou (u 5 mm uzlu představuje odchylka 1 mm 73 % jeho objemu)
- podmínkou validního zhodnocení je standardní technika vyšetření a standardní způsob měření
- významně se uplatňuje CAD



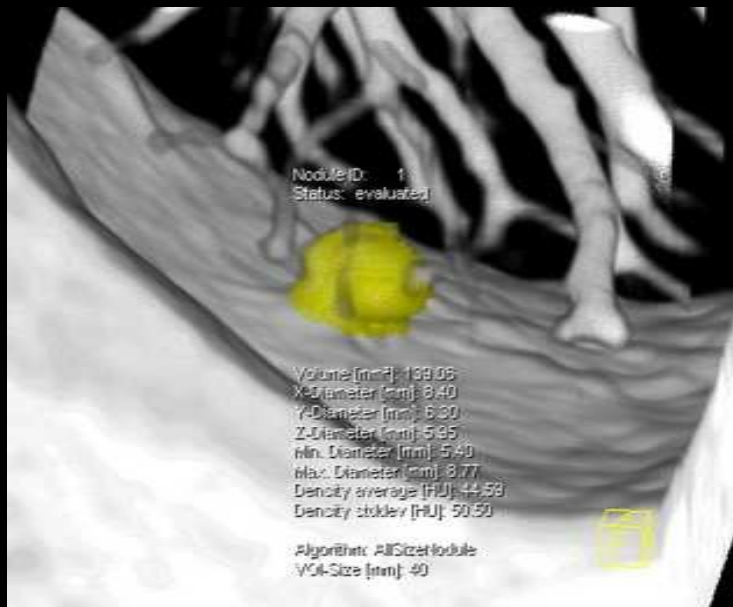
# Určení dignity ložiska pomocí volumetrie

- výpočet zdvojovacího času

$$DT = (t \cdot \ln 2) / \ln (V_f / V_i)$$

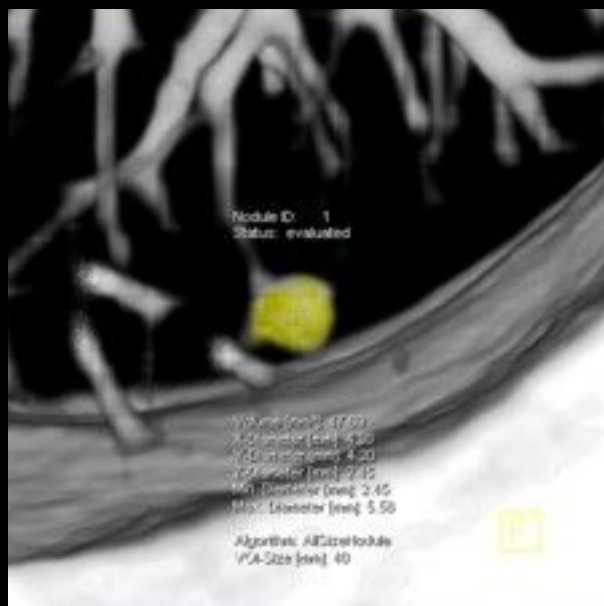
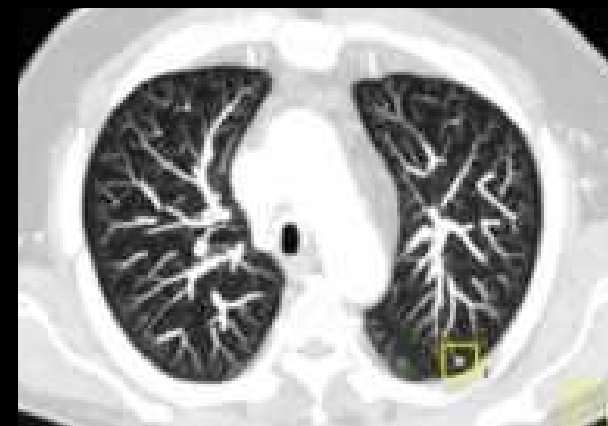
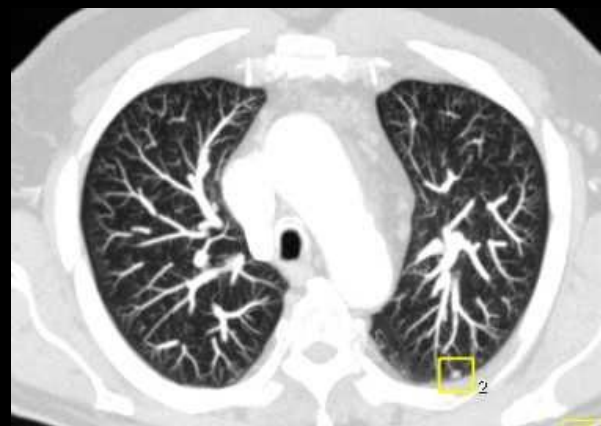
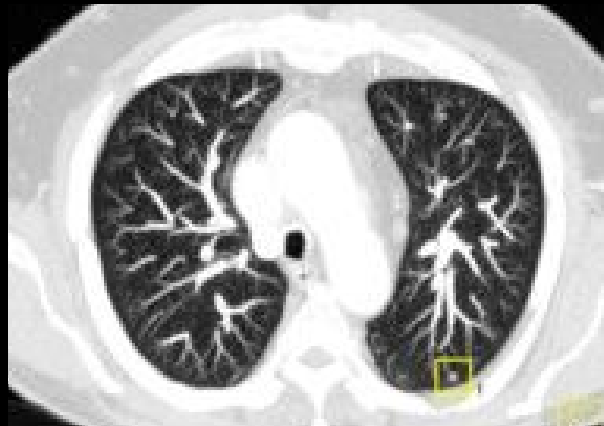


DT maligních uzlů:  
30 – 400 dnů



139 -> 213 ml, 119 dní, DT = 203 dní

# Sledování odpovědi na léčbu



1/04 - 48 mm<sup>3</sup>

8/04 - 80 mm<sup>3</sup>

3/05 - 43 mm<sup>3</sup>

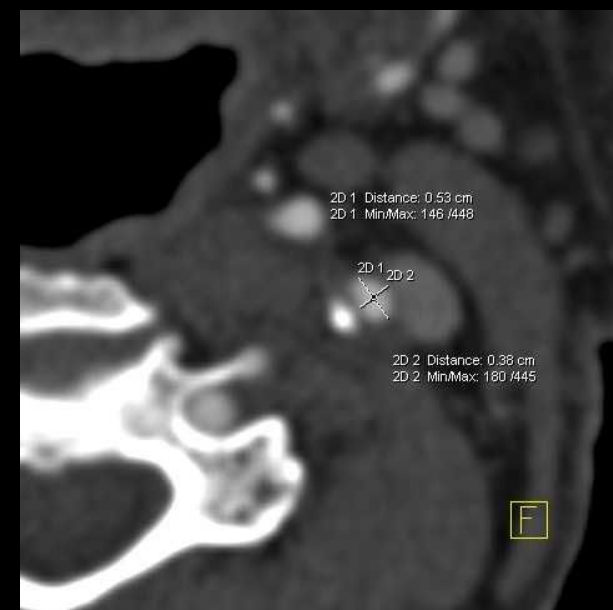
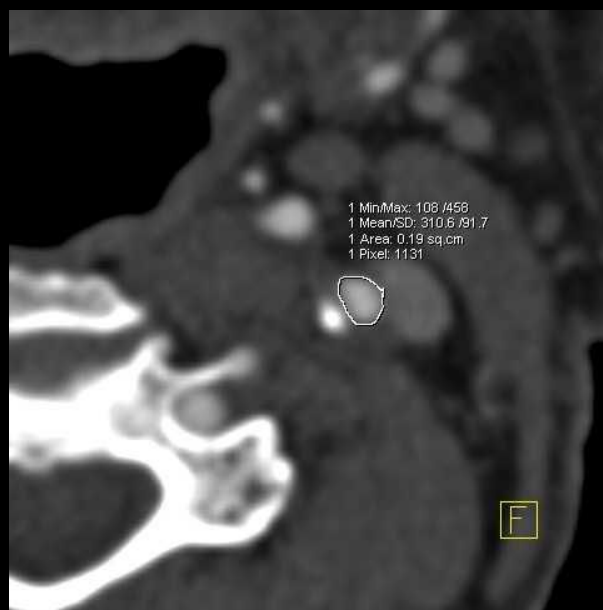
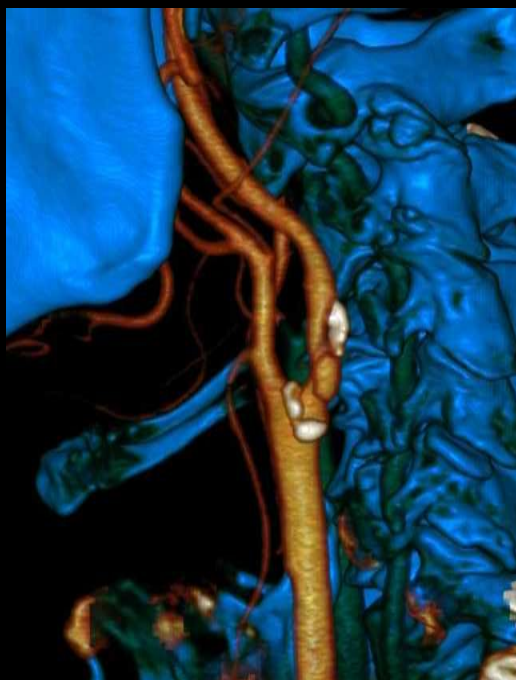
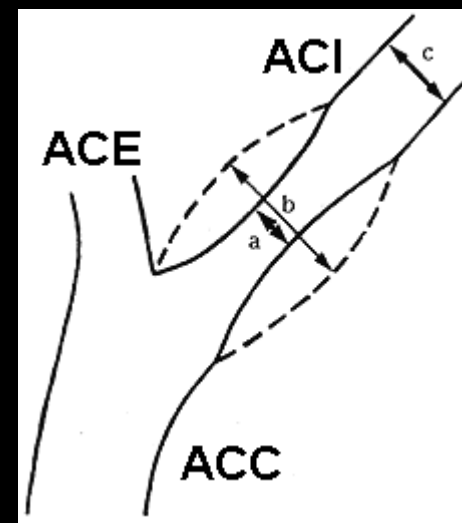
# Měření stenózy

## Metoda

- plocha (zlatý standard)
- dva na sebe kolmé rozměry na příčném řezu (analogie s AG)

## Referenční místo

- šíře celé cévy v místě stenózy
- šíře volného lumina za stenózou (zohledňuje funkční významnost)



# Měření stenózy

- vždy planární zobrazení

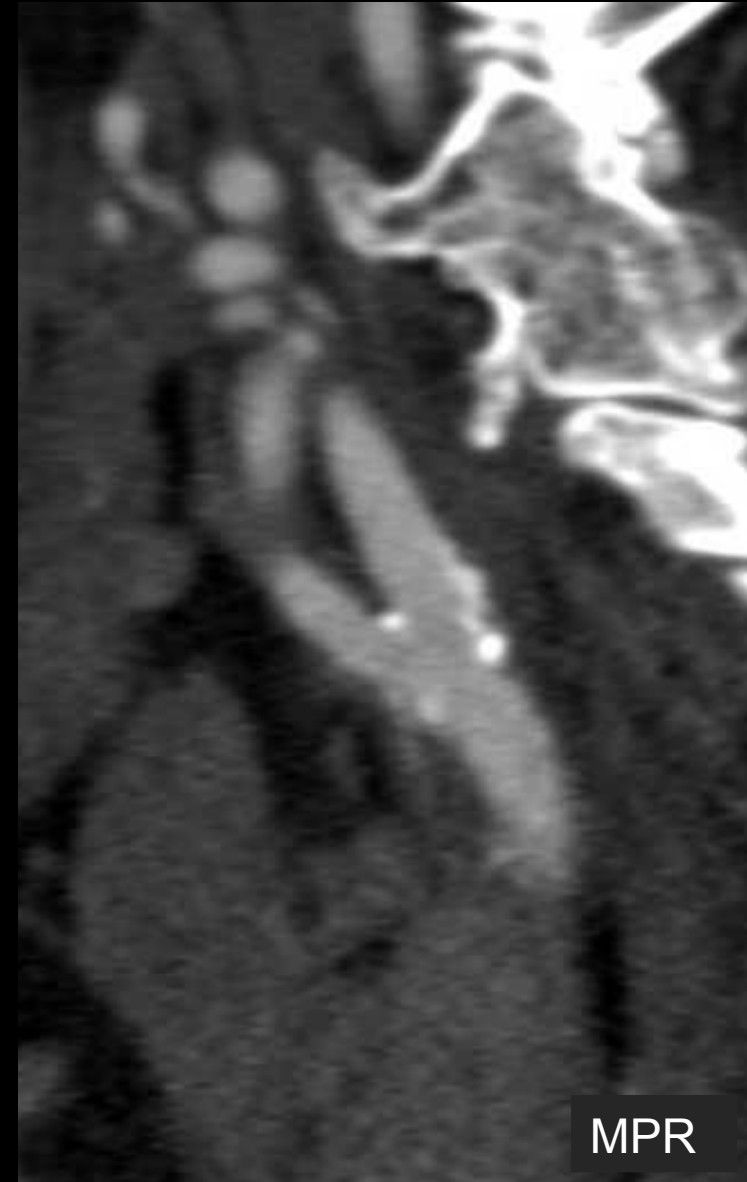
- . rovina kolmá na dlouhou osu cévy (axiální řez, MPR)
- . tenké MPR v dlouhé ose cévy

~~- MIP (tenké, široké)~~

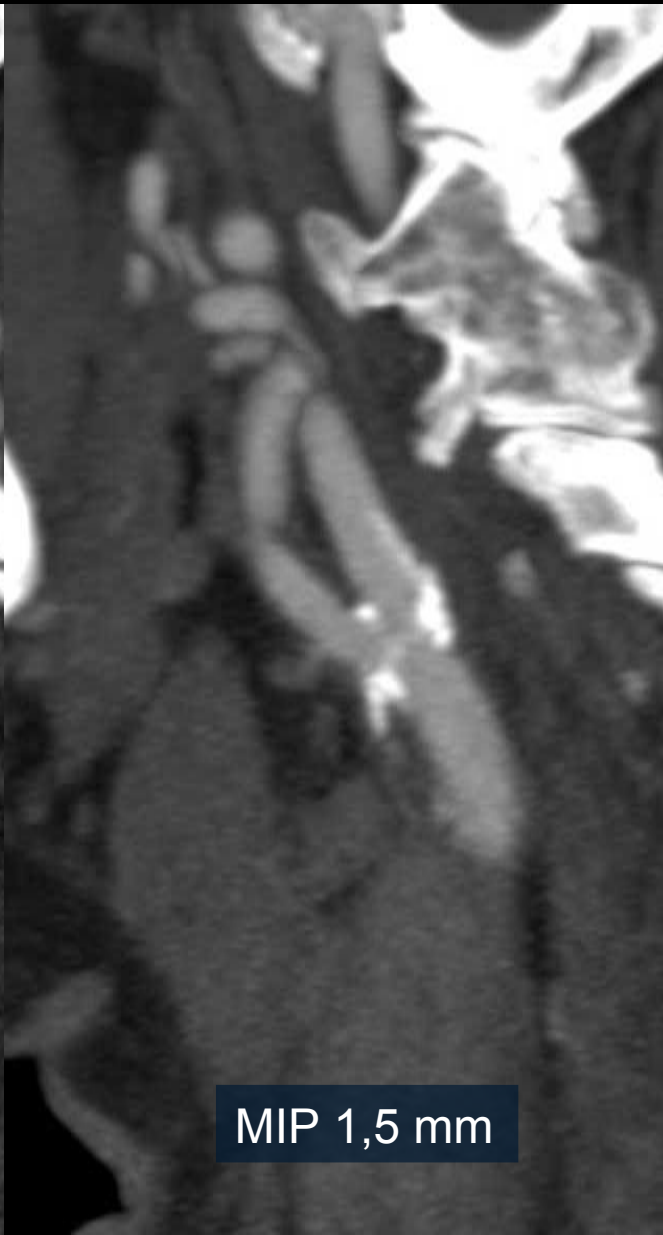
~~- VRT~~



Nezbytné správné nastavení okna

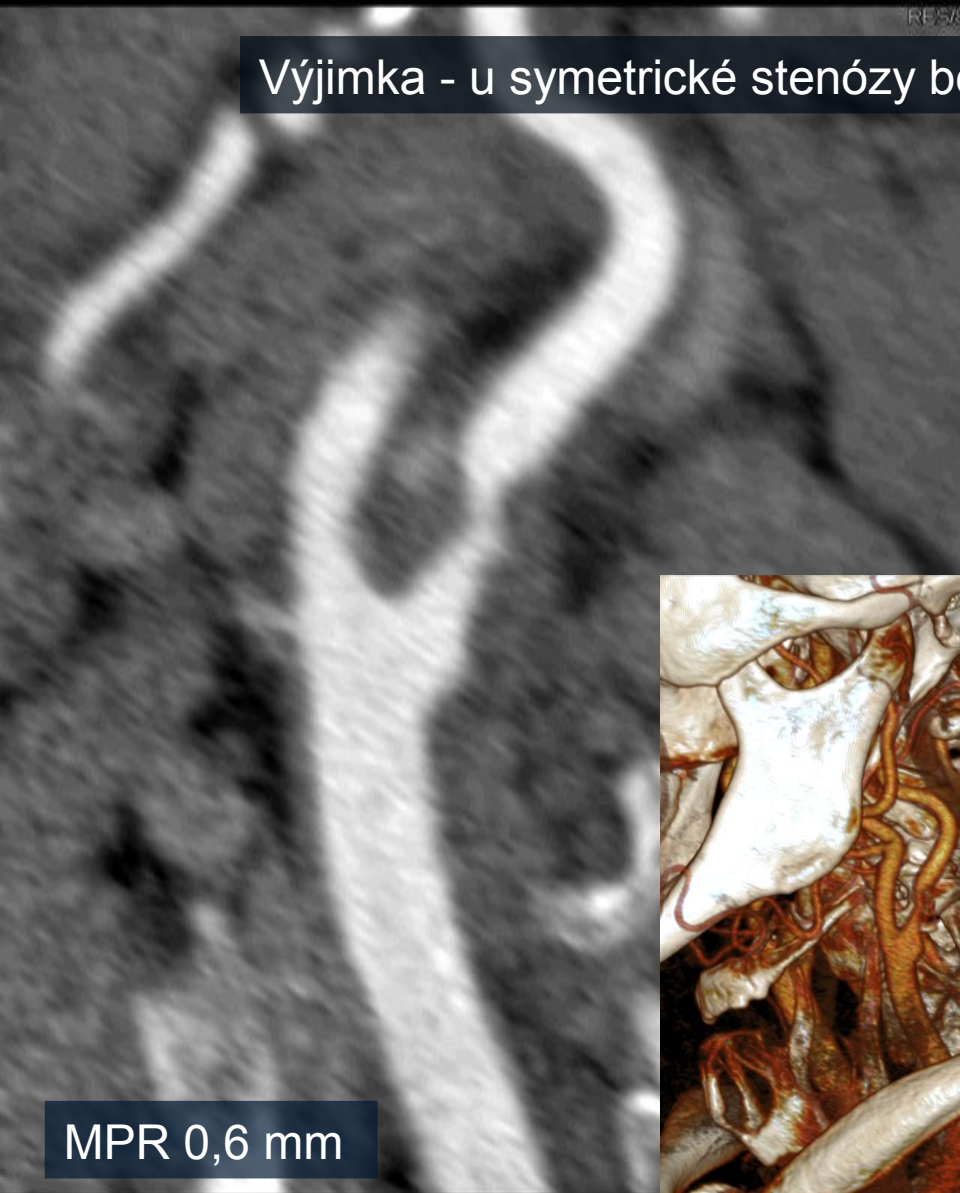


# Měření stenózy

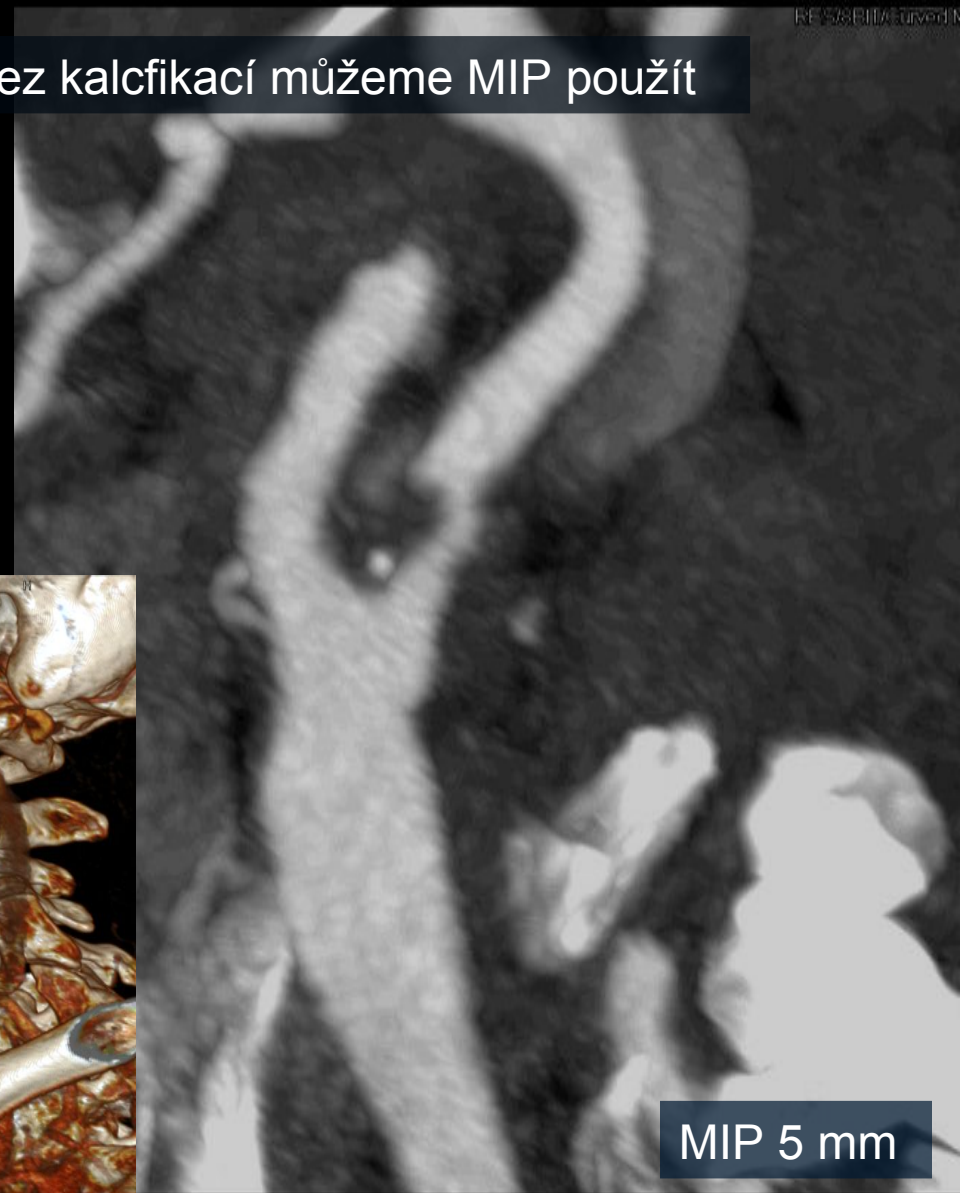


# Měření stenózy

Výjimka - u symetrické stenózy bez kalcifikací můžeme MIP použít



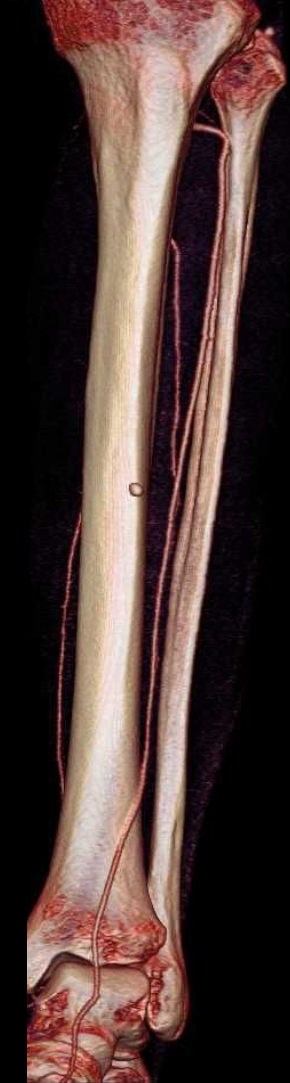
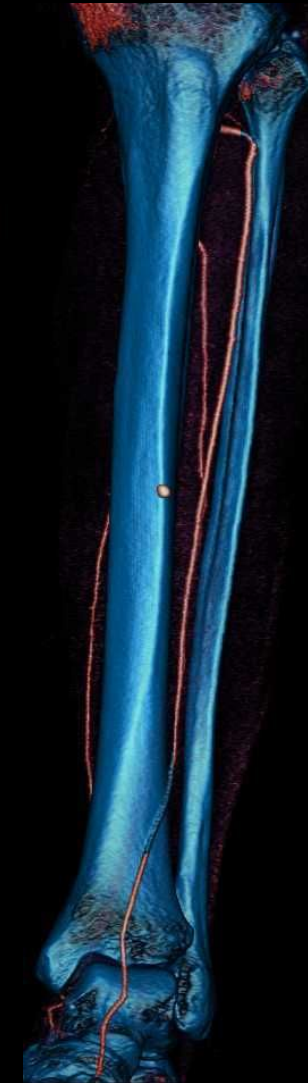
MPR 0,6 mm



MIP 5 mm

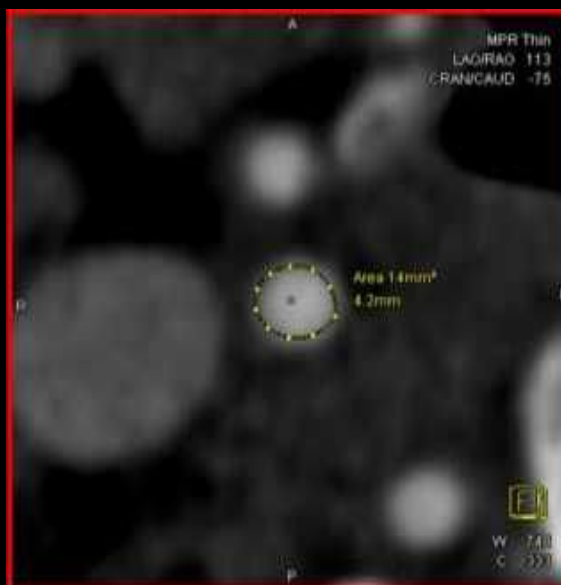
# Pseudookluze a pseudostenózy

- špatné nastavení denzitních intervalů
- neopatrné vykostění



# Automatická cévní analýza

1) segmentace cévy



2) zakřivená MPR

(pohledy ze všech úhlů)



3) kvantifikace stenóz

