

# ITV a tumory pankreatu

L.Knybel, L. Molenda, J. Cvek, D. Feltl

# Úvod

## Tumory pankreatu

- Snaha o eskalaci dávky → toxicita
- Nutná precizní definice cílového objemu → přesnější bezpečnostní lemy

## ITV

- Internal Target Volume
- Objem pokrývající trajektorii pohybu ložiska
  - CT insp. + exp.
  - 4DCT
  - Cine MRI
  - Jiná doporučení

Radiotherapy Technical Considerations in the Management of Locally Advanced Pancreatic Cancer: American-French Consensus Recommendations

Florence Huguet, M.D., Ph.D.,\* Karyn A. Goodman, M.D.,<sup>†</sup> David Azria, M.D., Ph.D.,<sup>‡</sup> Severine Racadot, M.D.,<sup>§</sup> and Ross A. Abrams, M.D.<sup>¶</sup>

# Cíl

- Vyhodnocení inter/intrafrakčních pohybů pankreatu
- Ověření současných strategií tvorby ITV
  - Jak přesné může být stanovení ITV na základě 1 vyšetření před léčbou?
  - Srovnání výsledků s doporučeními pro tvorbu ITV

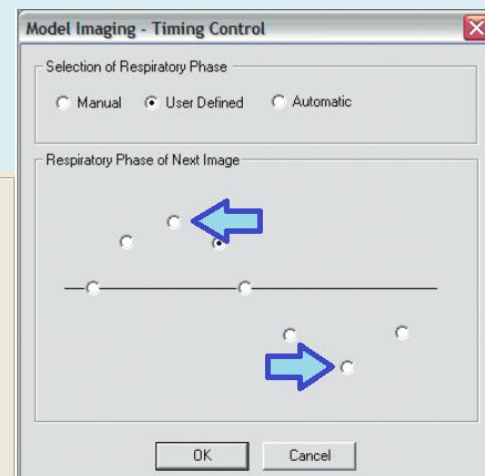
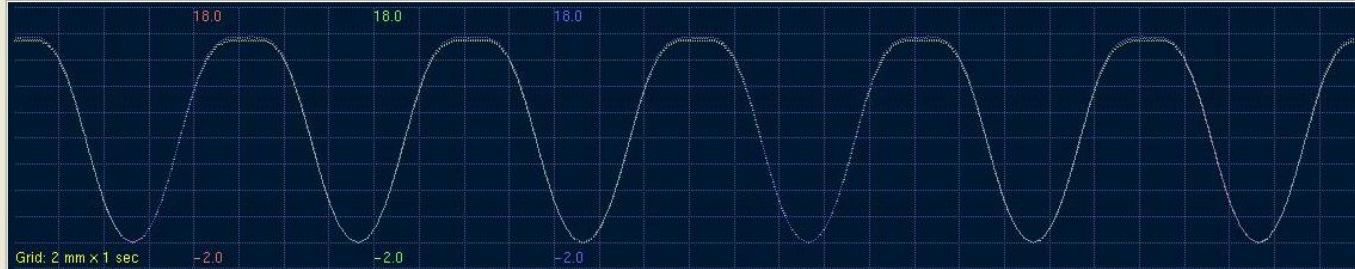
# Studie

- 20 pacientů léčeno systémem CyberKnife
- PTV= GTV+3mm, 3 x 10Gy
- Synchrony tracking system- implantovány fiducials
  - Sledování pohybu CenterOfMass (COM)
  - Analýza Log files- Model Points.log

# Studie

- Synchrony Tracking System: korelace dýchacích pohybů pacienta a pohybů ložiska na základě sledování kontrastních markerů-fiducials → tvorba „Synchrony Modelu“
- Informace o poloze COM je ukládána ve formě „logů“ pro pohyb SI, LL, AP
- Více než 5000 měření COM,
- >800 reprezentuje insp. či exp. peak
- Více jak 200 synchrony modelů / 60fr

Tracking Markers



# Analýza dat

- Analýza predikovatelnosti pohybu na základě 1 měření
- Analýza intra+interfrakčních pohybů
- Hodnocení potencionálního podzáření/přezáření

$$TAU = \frac{\sum_{j=1}^u (x_j - x_{margin}) \cdot t_j}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

$$TAO = \frac{\sum_{j=1}^o (x_{margin} - x_j) \cdot t_j}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

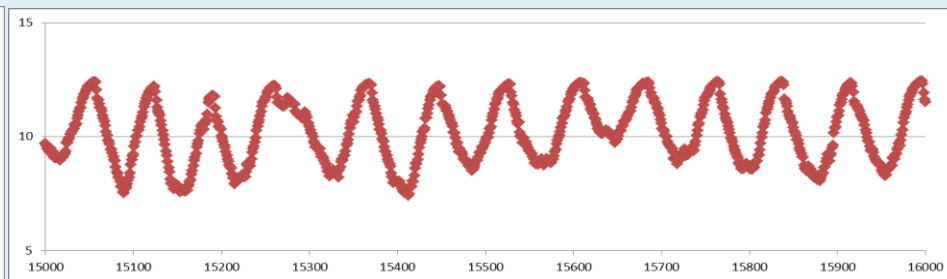
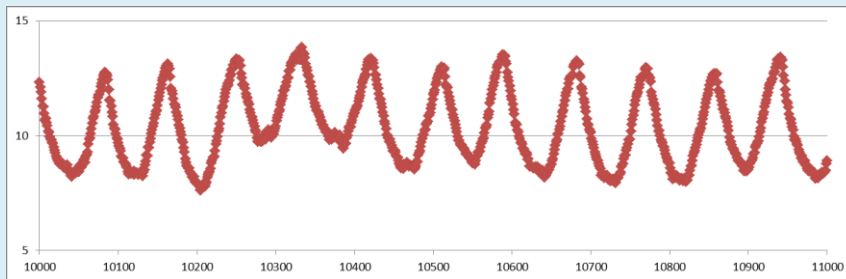
- TAU=time averaged underdosage
- TAO=time average overdosage
- xmargin= amplituda z ref.měření
- xj=periodická amplituda pohybu během j-části léčby
- tj= doba j-části léčby
- u= počet podzářených částí léčby
- o= počet přezářených částí léčby

# Analýza dat

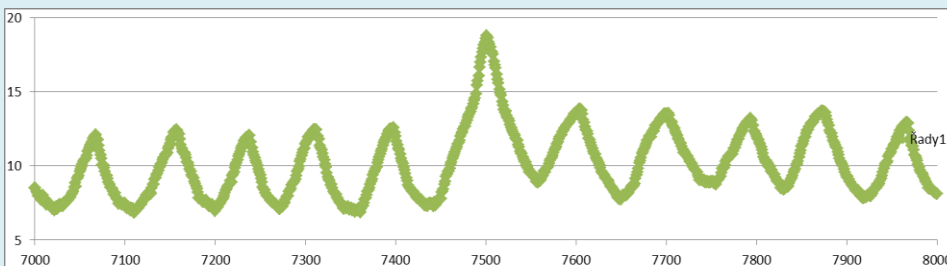
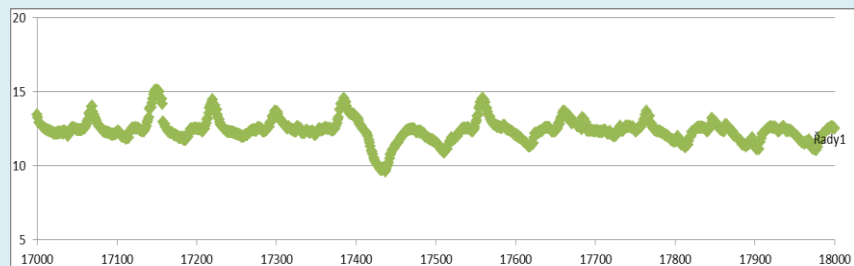
- Srovnání TAU a TAO pro různé varianty lemů
  - 1) American-French concensus (AFc)- nejkomplexnější
    - GTV+1cm set up margin + **lem SI 1-2 cm**  
**lem LL,AP 0,5-1 cm**
  - 2) Regresní analýza pro ověření predikovatelnosti pohybů na základě 1 referenčního měření
  - 3) Optimalizace pomocí posunu lineární regresní funkce byla použita pro hledání optimálních lemů

# Analýza dat

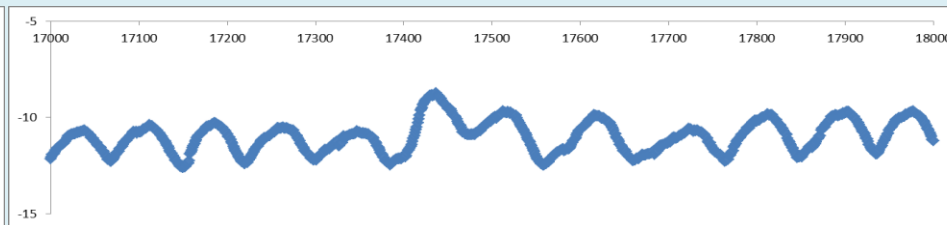
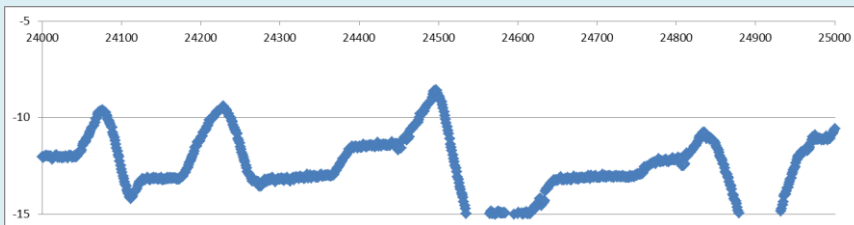
SI  $\approx 1$ min



LL  $\approx 1$ min



AP  $\approx 1$ min





# Výsledky

- Vysoká variabilita pohybu mezi pacienty
- Vysoká intra/interfrakční variabilita
- Pohyb SI mnohem významnější!
  
- Horní limit AFc SI- ↓TAU, ale ↑TAO (8mm average)
- Spodní limit AFc SI- average TAU>3mm, 40% pacientů TAU > 3mm (3,5-13mm)
- Spodní limit AFc LL a AP- nízké TAU i TAO
- Horní limit AFc LL a AP- pouze malé zlepšení TAU a zbytečné navýšení TAO

- 1) American-French consensus (AFc)- nejkomplexnější
  - GTV+10mm set up margin + lem SI 1-2 cm ; LL,AP 0,5-1 cm

Anterior-Posterior

Patient	Motion (mm)			Margin 5mm				Margin 10mm			
	Max	Mean	Std	% of time UEM*	TAU	% of time OEM**	TAO	% of time UEM*	TAU	% of time OEM**	TAO
1	6.0	3.0	1.6	20.2%	0.2	79.8%	1.7	0.0%	0.0	100.0%	6.4
2	6.9	4.8	1.6	66.4%	0.7	33.6%	0.5	0.0%	0.0	100.0%	4.8
3	4.3	3.1	0.8	0.0%	0.0	100.0%	2.1	0.0%	0.0	100.0%	7.1
4	5.9	2.9	1.9	31.9%	0.3	68.1%	2.1	0.0%	0.0	100.0%	6.9
5	9.8	5.9	2.6	80.1%	1.5	19.9%	0.1	0.0%	0.0	100.0%	3.7
6	9.5	4.7	2.9	13.7%	0.4	86.3%	0.1	0.0%	0.0	100.0%	3.2
7	4.9	3.3	1.2	0.0%	0.0	100.0%	2.1	0.0%	0.0	100.0%	7.1
8	7.4	4.9	1.5	78.3%	0.9	21.7%	0.3	0.0%	0.0	100.0%	4.5
9	4.3	1.3	1.1	0.0%	0.0	100.0%	3.4	0.0%	0.0	100.0%	8.4
10	6.0	4.3	1.5	39.8%	0.4	60.2%	1.3	0.0%	0.0	100.0%	5.9
11	2.4	1.4	0.6	0.0%	0.0	100.0%	3.6	0.0%	0.0	100.0%	8.6
12	9.0	5.6	1.8	58.0%	1.3	42.0%	0.3	0.0%	0.0	100.0%	4.0
13	9.5	8.2	1.2	100.0%	2.8	0.0%	0.0	0.0%	0.0	100.0%	2.2
14	7.4	4.6	1.4	32.3%	0.4	67.7%	0.9	0.0%	0.0	100.0%	5.5
15	2.8	2.2	0.4	0.0%	0.0	100.0%	2.7	0.0%	0.0	100.0%	7.7
16	3.4	0.9	0.8	0.0%	0.0	100.0%	4.1	0.0%	0.0	100.0%	9.1

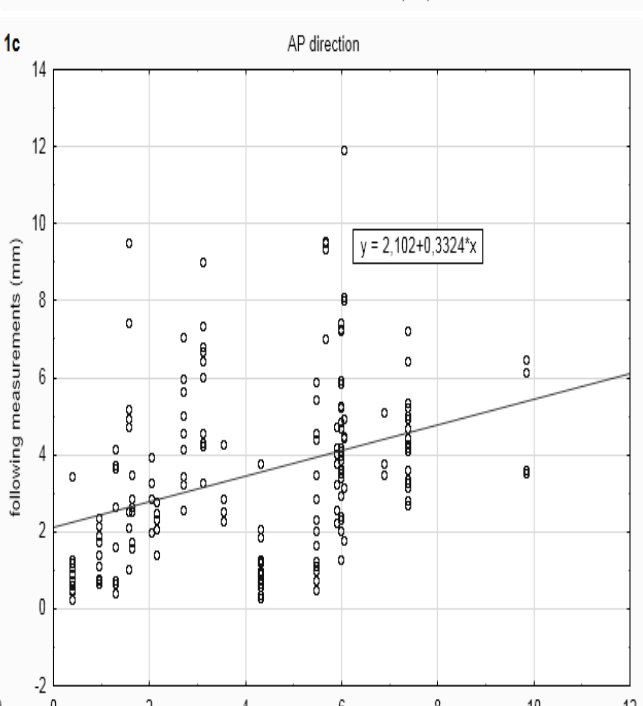
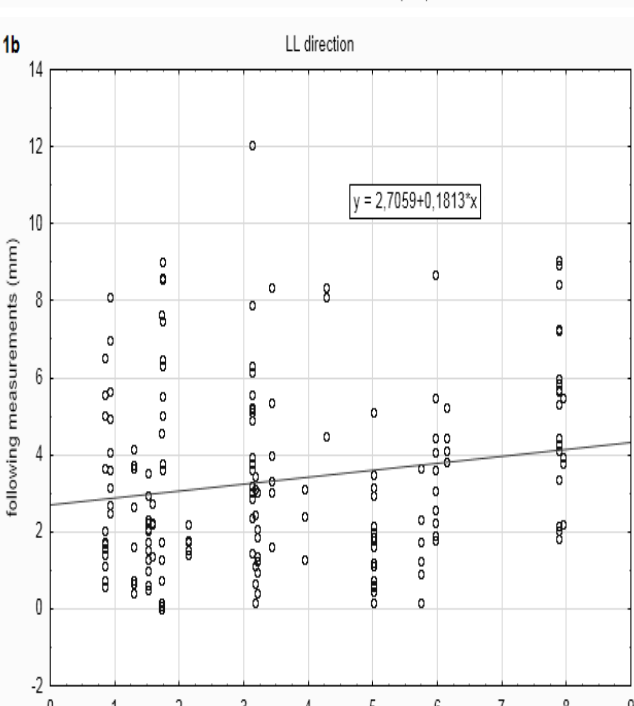
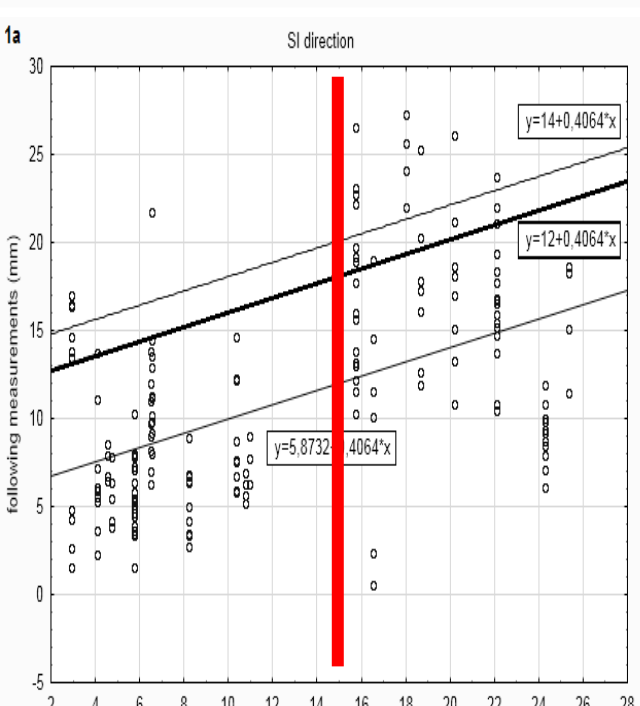
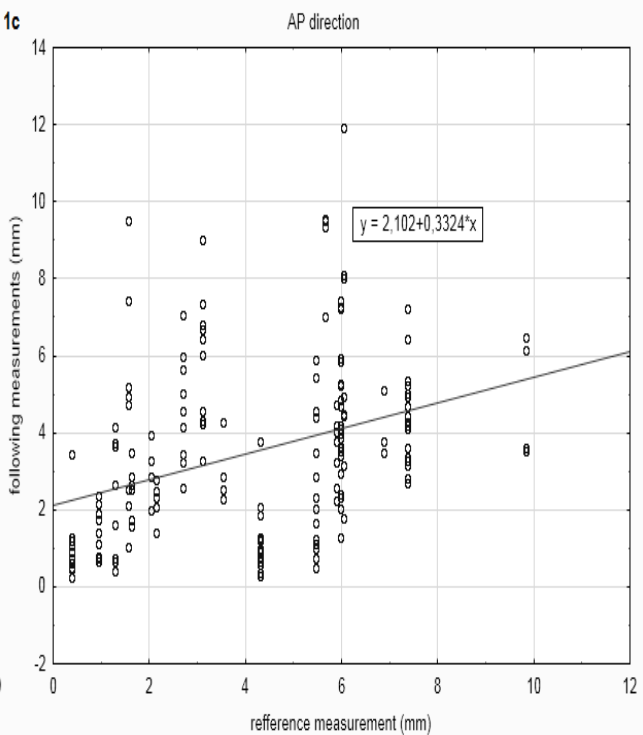
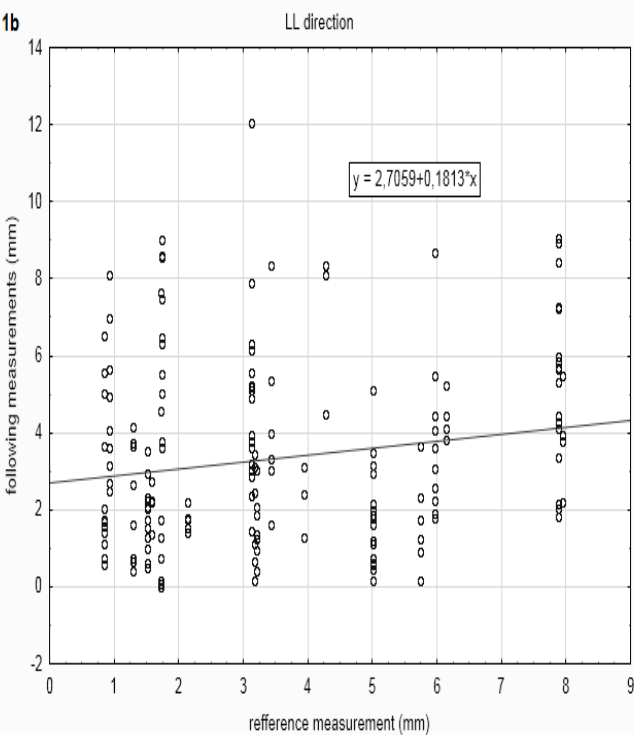
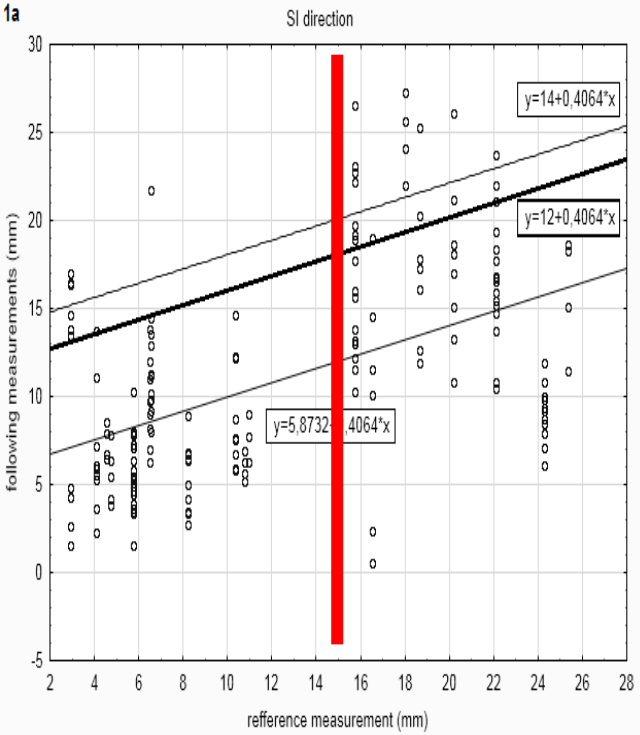
\*UEM= underestimated margin  
 \*\*OEM= overestimated margin

Spodní limit AFc AP- nízké TAU i TAO

Horní limit AFc AP- pouze malé zlepšení TAU a zbytečné navýšení TAO

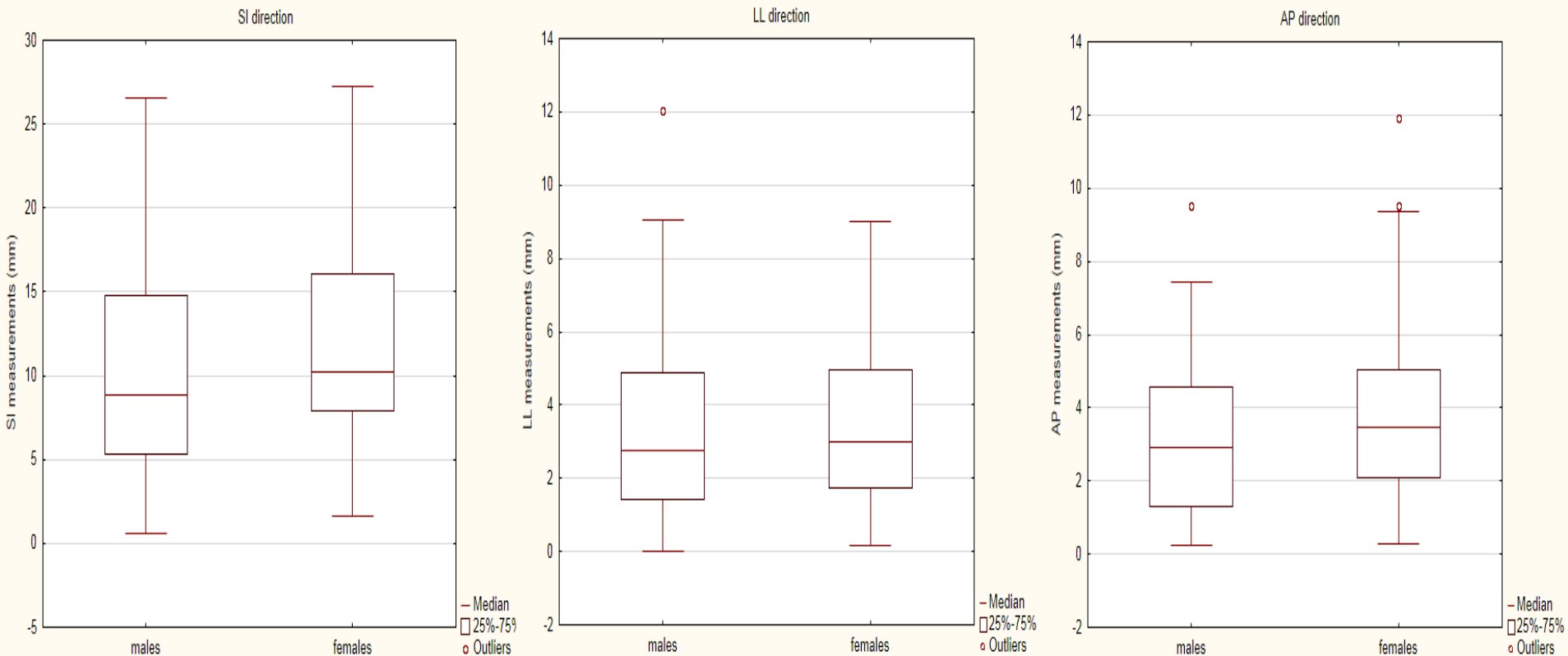
n)

20	3.5	2.4	0.7	0.0%	0.0	100.0%	2.8	0.0%	0.0	100.0%	7.8
<b>Average</b>	<b>6.2</b>	<b>3.8</b>		<b>51.1%</b>	<b>0.6</b>	<b>73.0%</b>	<b>1.6</b>	<b>3.7%</b>	<b>0.0</b>	<b>98.7%</b>	<b>5.9</b>
	(5.9-9.5)	(2.9-8.2)									



# Výsledky

- Hodnocení variability mezi pohlavími
  - Dýchání „do břicha“ vs. dýchání „do hrudníku“- muži vs. ženy
  - Není signifikantní rozdíl mezi amplitudami pohybu
  - Predikce pohybu ↑ pro muže ve směru SI ( $p=0,0000$ )



# Výsledky

Margin Strategy Superior-Inferior	Constant 10mm	Constant 20mm	Reference Measurement	Costant 15 or 20 mm	Regression analysis all, $y=12+0,4064*x$	Regression analysis all, $y=14+0,4064*x$	Regression analysis man, $y=6+0,7015*x$	Regression analysis man, $y=8+0,7015*x$	Regression anylisis woman, $y=17+0,1804*x$	Regression anylisis woman, $y=19+0,1804*x$
TAU (mm)	3.6	0.5	2.3	0.5	0.7	0.4	0.8	0.4	0.7	0.4
TAU > 3mm (%)	40%	5%	30%	5%	5%	5%	11%	0%	9%	9%
TAU > 1mm (%)	55%	15%	50%	20%	20%	15%	22%	22%	18%	18%
TAO (mm)	1.6	8.5	2.7	5.6	5.8	7.5	3.5	5.2	7.4	9.0
TAO > 3mm (%)	20%	70%	25%	65%	75%	85%	67%	67%	73%	91%
TAO > 1mm (%)	55%	95%	50%	95%	95%	95%	67%	100%	91%	91%
Margin- average (mm)	10	20	12.1	17	16.9	18.9	13.3	15.3	19.4	21.4

# Závěr

## RESEARCH

## Open Access

### The analysis of respiration-induced pancreatic tumor motion based on reference measurement

Lukas Knybel<sup>1\*</sup>, Jakub Cvek<sup>1</sup>, Bretislav Otahal<sup>1</sup>, Tomas Jonszta<sup>2</sup>, Lukas Molenda<sup>1</sup>, Daniel Czerny<sup>2</sup>, Eva Skacelikova<sup>1</sup>, Marian Rybar<sup>1</sup>, Pavel Dvorak<sup>3</sup> and David Feltl<sup>1</sup>

- Doporučujeme použít horní limit AFc pro směr SI a spodní (střed) limit pro LL a AP.
- Precizní lem není možné stanovit na základě 1. měření pohybu ložiska
- Nízká stabilita vazby mezi pohybem ložiska a ext. markeru

Děkuji za pozornost

