

# ULTRASONOGRAFICKY OPTIMALIZOVANÁ KPR — MOŽNOSTI A PERSPEKTIVY

*MUDr. Roman Škulec, Ph.D.*

- *Klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny, Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem*
- *Zdravotnická záchranná služba Středočeského kraje, Beroun*
- *Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, UK v Praze, LFHK, FN Hradec Králové*

# ***CONFLICT OF INTEREST***

- honorované přednášky od GE Healthcare
- zápůjčka přístrojů, simulátorů a podpora vzdělávání od GE Healthcare (E.M.S.), SonoSite (A.M.I.), Philips (S&T) a eZono (Medvisual)

# ***PODĚKOVÁNÍ***

**MUDr. David Astapenko**

**MUDr. Renata Černá Pařízková**

**MUDr. Tomáš Pařízek**

**MUDr. Marcela Bílská**

**MUDr. Barbora Pakostová**

**MUDr. Petr Vojtíšek**

**MUDr. Apolena Geršlová**

**MUDr. Barbora Sojková**

**Prof. MUDr. Vladimír Černý, Ph.D., FCCM**



**MAY  
THE  
FORCE  
BE WITH  
YOU**

# ***CO TO SKUTEČNÁ OPTIMALIZACE KPR?***

- **individuálně upravený postup KPR, který vede k maximální možné hemodynamické účinnosti**
- **monitorováním parametru reflektujícího hemodynamickou účinnost KPR v reálném čase korigujeme resuscitační postup k dosažení cílové hodnoty parametru, o které předem víme, že je optimální**
- **standardní unifikovaný postup – většina bere vše**

# ***PODSTATA OPTIMALIZACE***

- vhodný parametr (parametry)
- možnost ovlivnění resuscitačního postupu tak, aby bylo možné dosáhnout cílovou hodnotu sledovaného parametru
- znalost cílové hodnoty parametru, která reflektuje optimální hemodynamický účinek KPR

***nepřímá srdeční masáž***

# ***MECHANIZUS SRDEČNÍ MASÁŽE***

- **srdeční pumpa (cardiac pump)**
- **hrudní pumpa (thoracic pump)**
- **pumpa levé síně (left atrial pump)**

# ***NIC NENÍ PRO VŠECHNY***

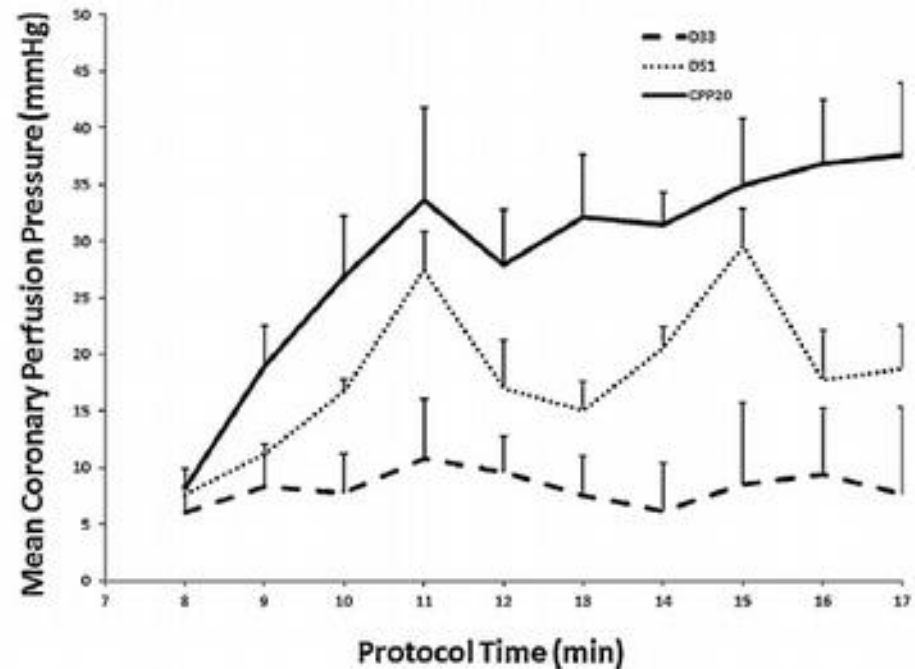
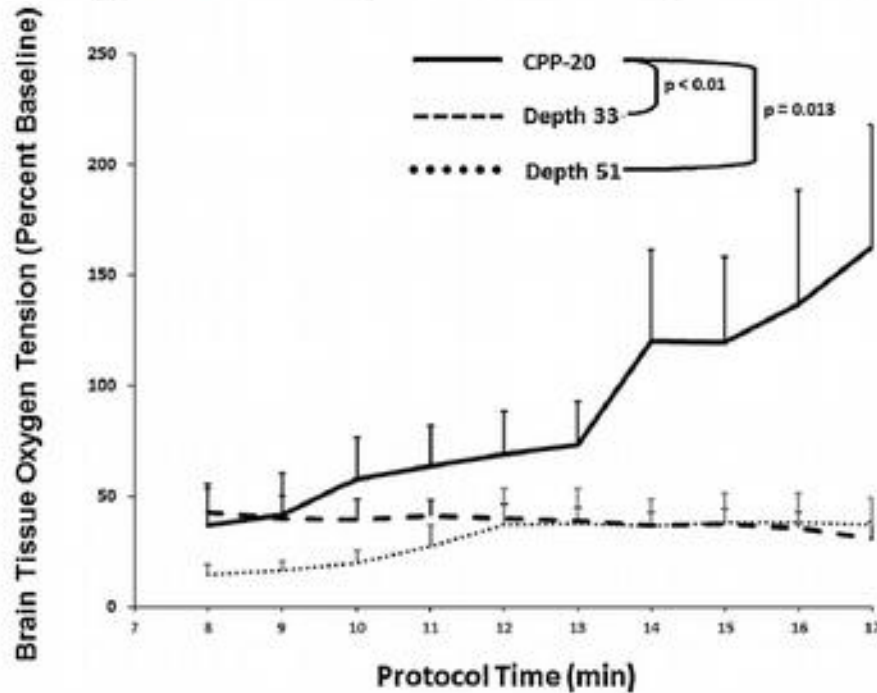
- střed hrudníku, 5-6 cm – experimentálně konsenzuální kompromis

# HLOUBKA KOMPRESÍ

Hemodynamic directed CPR improves cerebral perfusion pressure and brain tissue oxygenation<sup>☆,☆☆</sup>

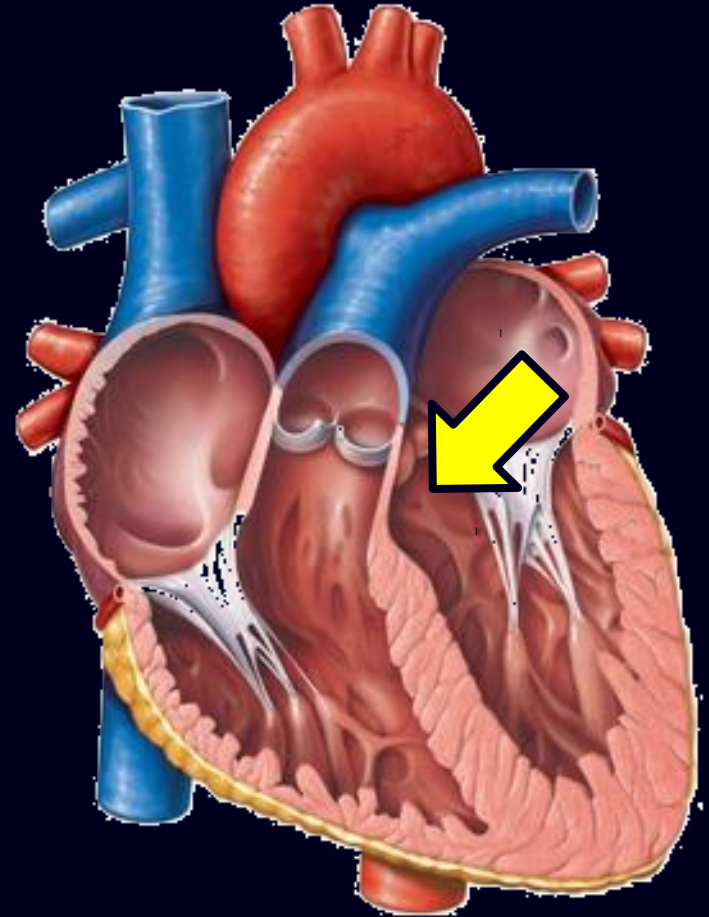
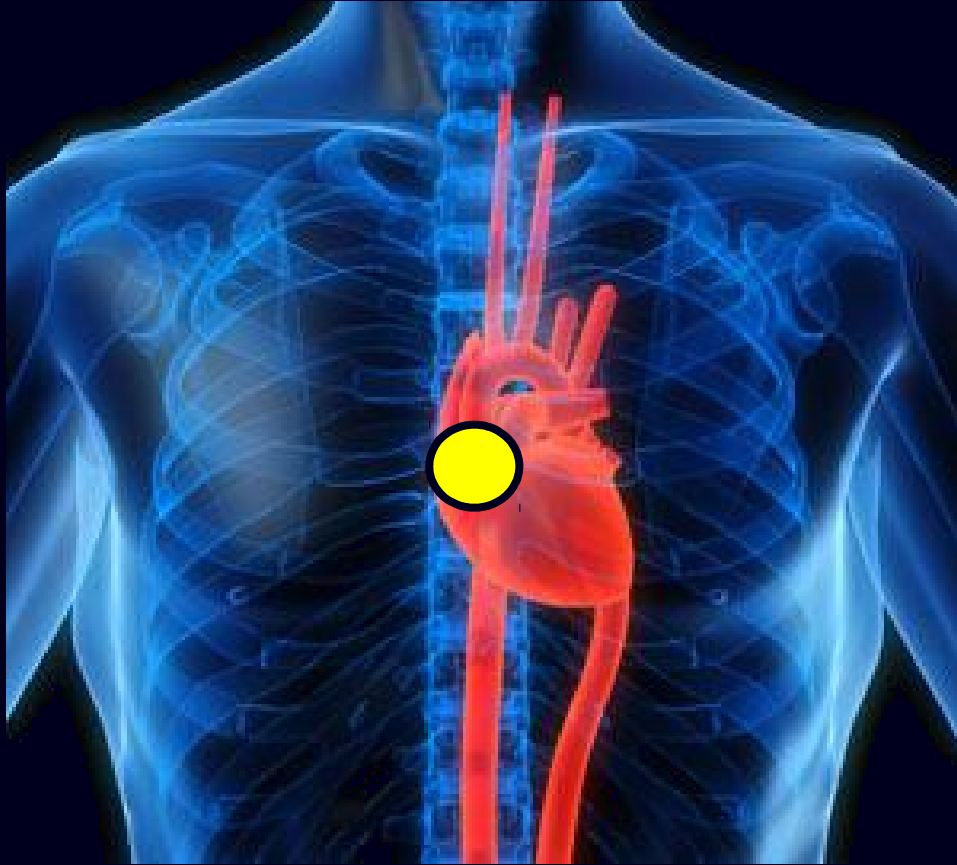


Stuart H. Friess<sup>a,\*</sup>, Robert M. Sutton<sup>b</sup>, Benjamin French<sup>c</sup>, Utpal Bhalala<sup>d</sup>,  
Matthew R. Maltese<sup>b</sup>, Maryam Y. Naim<sup>b</sup>, George Bratinov<sup>b</sup>,  
Silvana Arciniegas Rodriguez<sup>b</sup>, Theodore R. Weiland<sup>b</sup>, Mia Garuccio<sup>b</sup>,  
Vinay M. Nadkarni<sup>b</sup>, Lance B. Becker<sup>e</sup>, Robert A. Berg<sup>b</sup>





# ***LOKALIZACE KOMPRESÍ***



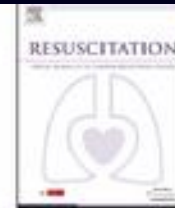
# LOKAIZACE KOMPRESÍ



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Resuscitation

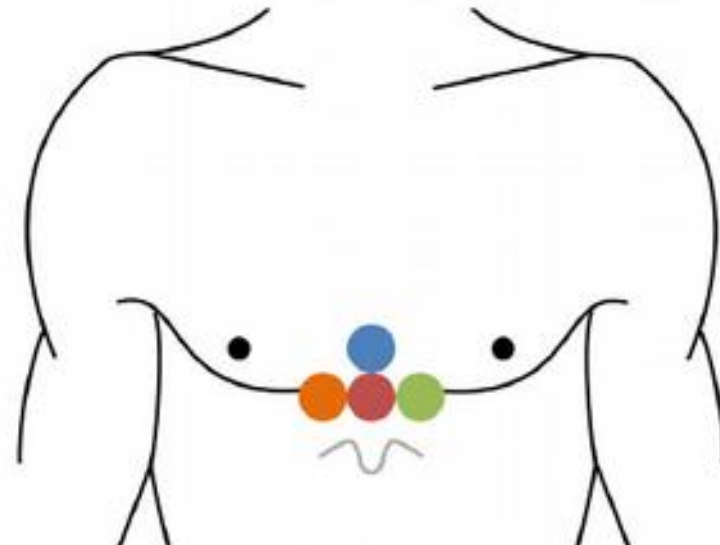
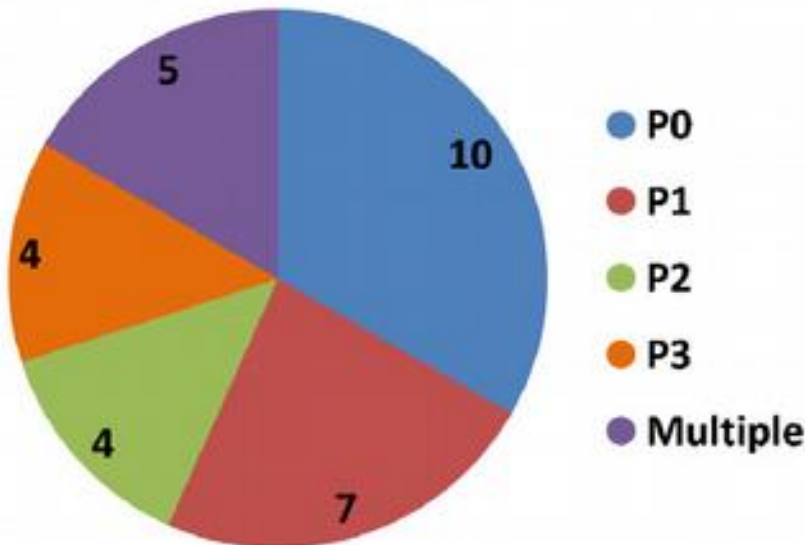
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/resuscitation](http://www.elsevier.com/locate/resuscitation)



Clinical paper

Clinical pilot study of different hand positions during manual chest compressions monitored with capnography<sup>☆</sup>

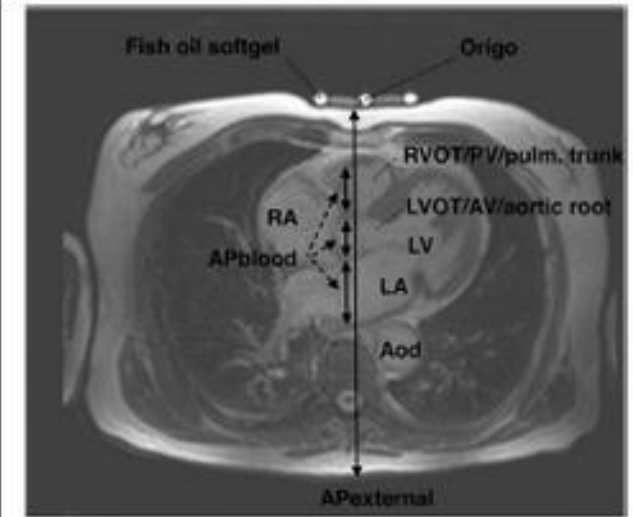
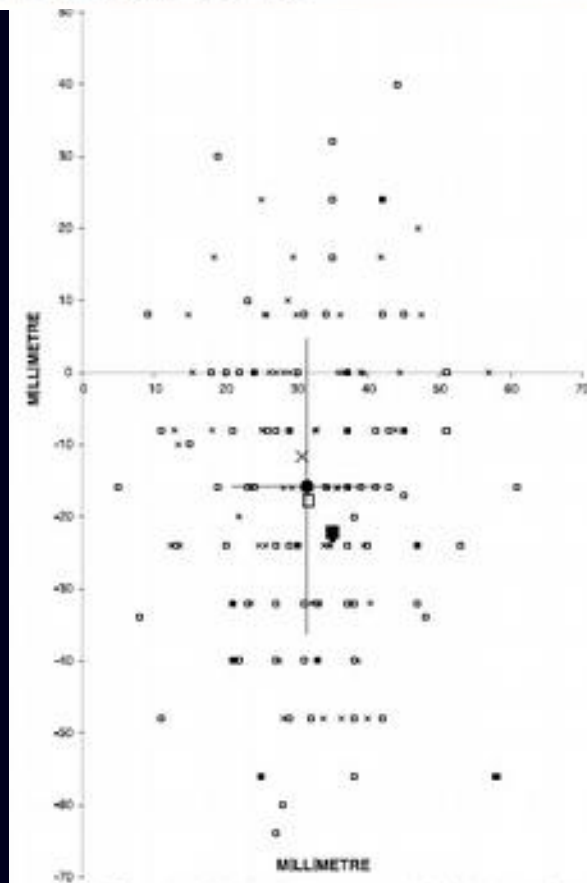
Eric Qvigstad<sup>a,\*</sup>, Jo Kramer-Johansen<sup>b</sup>, Øystein Tømte<sup>c</sup>, Tore Skålhegg<sup>d</sup>, Øyvar Sørensen<sup>d</sup>, Kjetil Sunde<sup>e</sup>, Theresa M. Olasveengen<sup>b</sup>



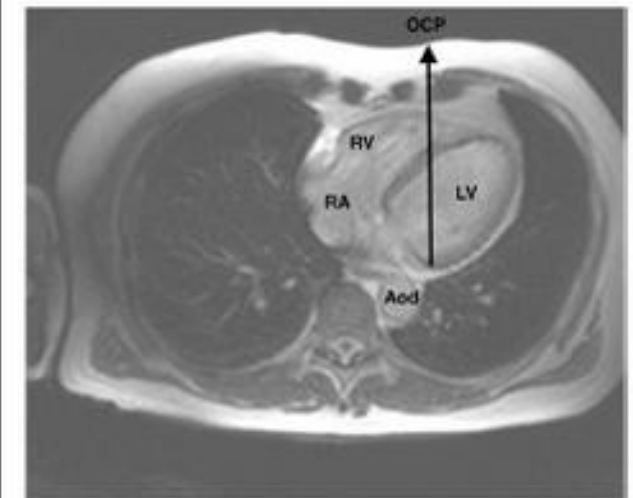
# LOKAIZACE KOMPRESÍ

## Radiological assessment of chest compression point and achievable compression depth in cardiac patients

Sverre Nastaas<sup>1\*</sup>, Knut Haakon Stenseth<sup>2</sup>, Vigdis Rosseland<sup>3</sup> and Jo Kramer-Johansen<sup>1,4</sup>



a



b

# ***INDIVIDUALIZACE - PARAMETRY***

**Hemodynamic–directed cardiopulmonary resuscitation during in–hospital cardiac arrest\***

Robert M. Sutton<sup>a</sup>, Stuart H. Friess<sup>b</sup>, Matthew R. Maltese<sup>a</sup>, Maryam Y. Naim<sup>a</sup>, George Bratinov<sup>a</sup>, Theodore R. Weiland<sup>a</sup>, Mia Garuccio<sup>a</sup>, Utpal Bhalala<sup>c</sup>, Vinay M. Nadkarni<sup>a</sup>, Lance B. Becker<sup>d</sup>, and Robert A. Berg<sup>a,\*</sup>

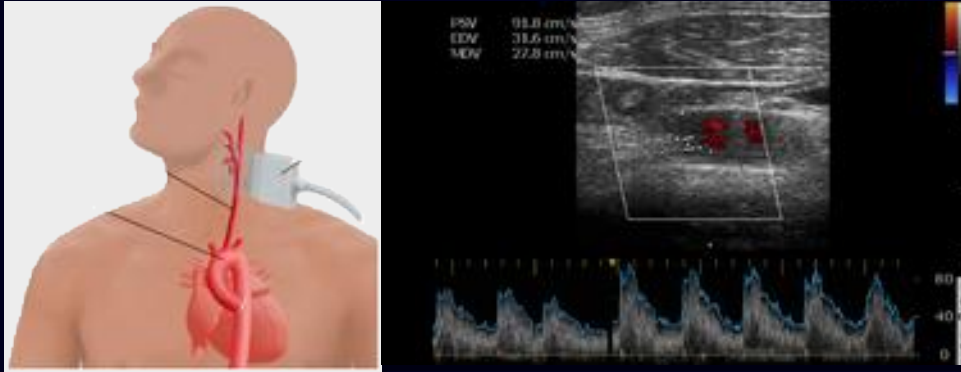
- **EtCO<sub>2</sub> >15 mm Hg**
- **diastolický krevní tlak >25 mm Hg**
- **koronární perfuzní tlak >20 mm Hg**

# ***PROČ ULTRASONOGRAFIE?***

- **implementovaná metoda do procesu KPR, ať už probíhá kdekoliv**
- **neinvazivní**
- **semikontinuální**
- **TTE nebo TEE**
- **nekonvenční využití nikoliv během kontroly rytmu, ale naopak během srdeční masáže**

# USG PARAMETRY

- VTI dopplerovské pulzové vlny na a. carotis comm.



- míra komprese levé komory srdeční dosažená masáží



# ***LOKALIZACE KOMPRESÍ***

**střed hrudníku**



**EtCO<sub>2</sub> 16 mm Hg**

**kaudální posun**



**EtCO<sub>2</sub> 23 mm Hg**

# CO KOMPRIMUJEME?

PK > LK



LK > PK





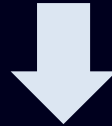
# ***USG OPTIMALIZOVANÁ KPR***

- **míra ultrasonograficky monitorované komprese srdce je vhodná metoda k hemodynamické optimalizaci KPR**

# ***USG OPTIMALIZOVANÁ KPR***

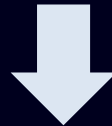
**experimentální a klinický průkaz, že míra komprese srdce během KPR reflektuje hemodynamickou účinnost**

**observační studie**



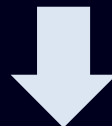
**experimentální studie, že modifikace srdeční masáže vedená USG sledováním míry komprese srdce zlepšuje hemodynamickou účinnost**

**intervenční studie**



**experimentální studie, že modifikace srdeční masáže vedená USG sledováním míry komprese srdce zlepšuje hemodynamickou účinnost**

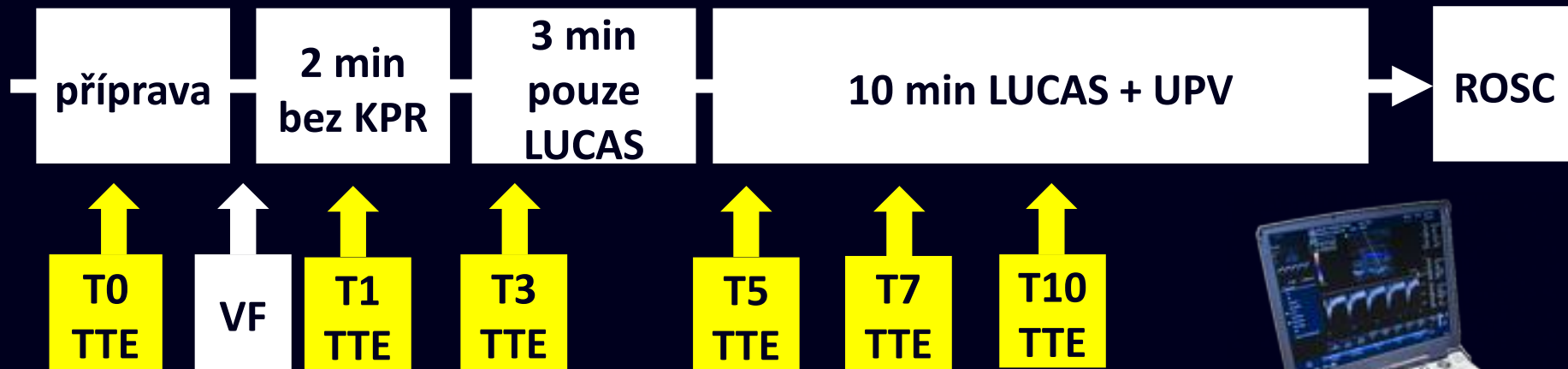
**intervenční studie**



**IMPLEMENTACE DO KLINICKÉ PRAXE**

# ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME *EXP*

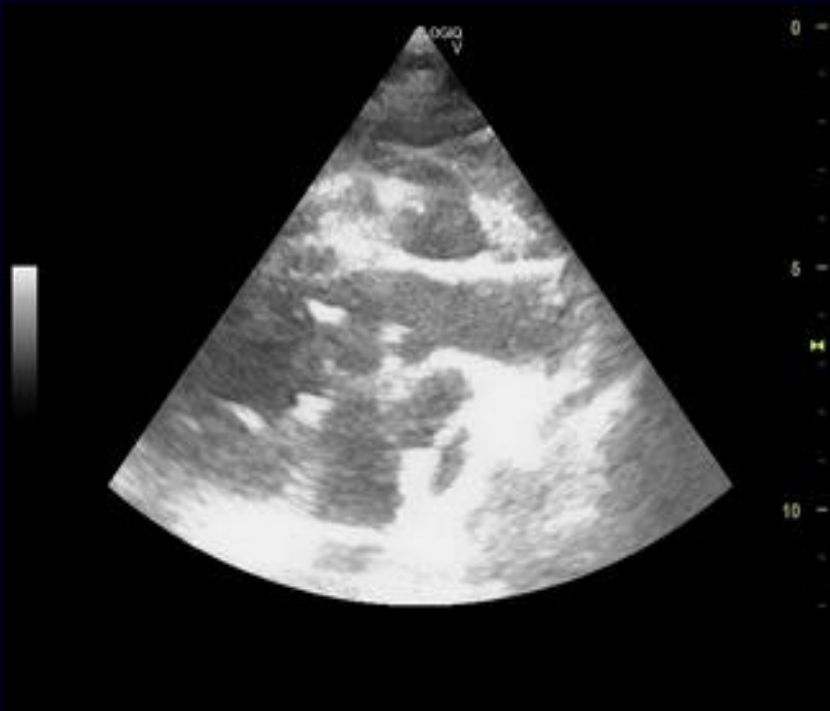
- indukce experimentální srdeční zástavy s VF
- 6 samic *sus scrofa domestica*  $39,5 \pm 1,2$  kg



- Healthcare Logiq V2
- TTE, míra komprese LV, RV, IVC, kalkulovaná ex post
- komplexní invazivní hemodynamické monitorování

# ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME *EXP*

**bijící srdce**



**fibrilace komor**



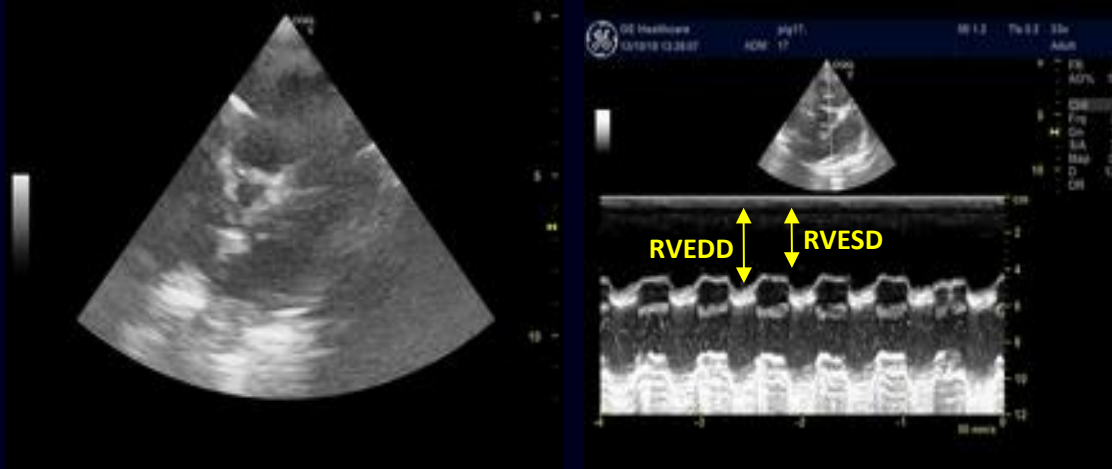
# ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME *EXP*

■ **kompresní index**

*(analogie frakčního zkrácení)*

# ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME EXP

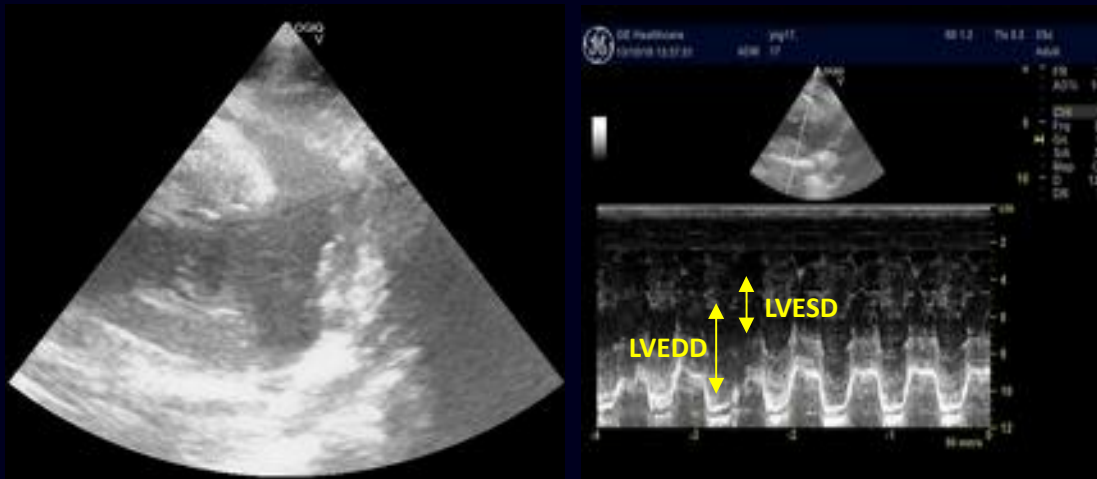
## ■ kompresní index pravé komory (RV)



*kompresní index RV (%)*

$$\frac{\text{RVEDD} - \text{RVESD}}{\text{RVEDD}} * 100$$

## ■ kompresní index levé komory (LV)

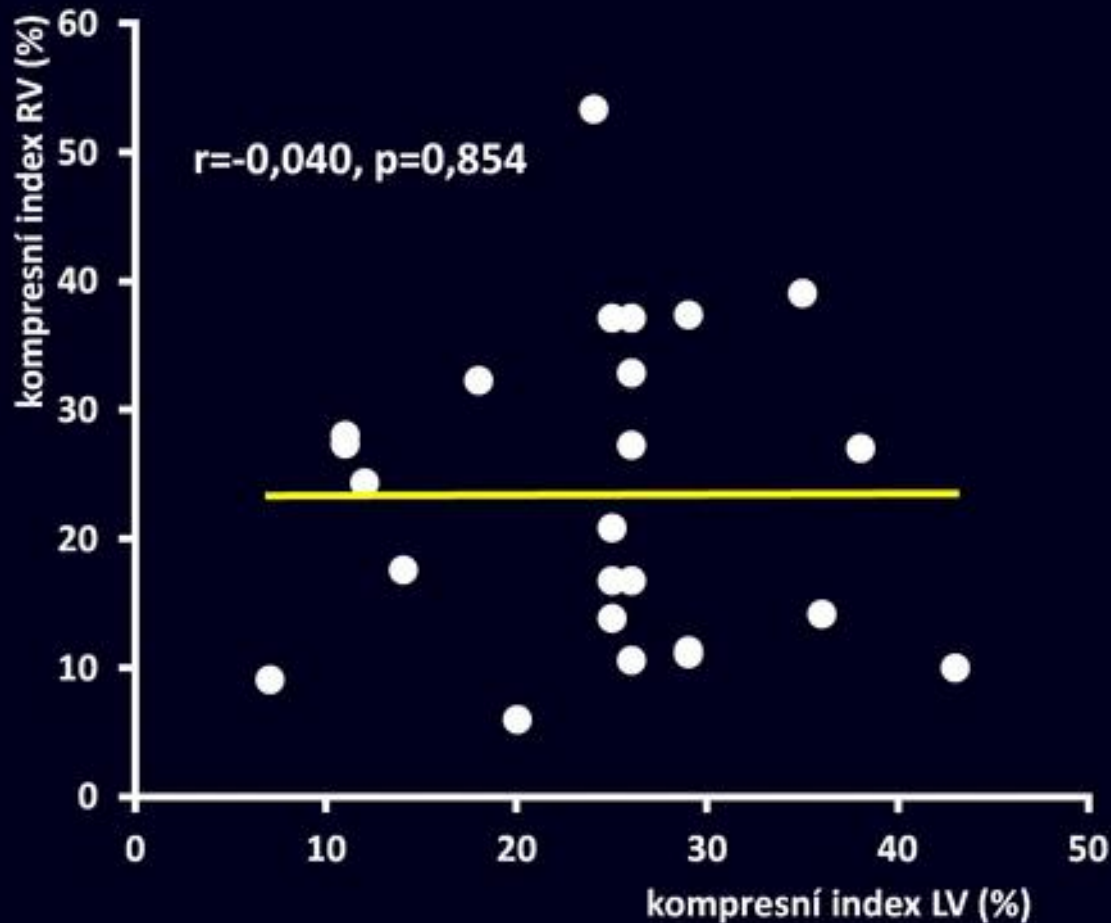


*kompresní index LV (%)*

$$\frac{\text{LVEDD} - \text{LVESD}}{\text{LVEDD}} * 100$$

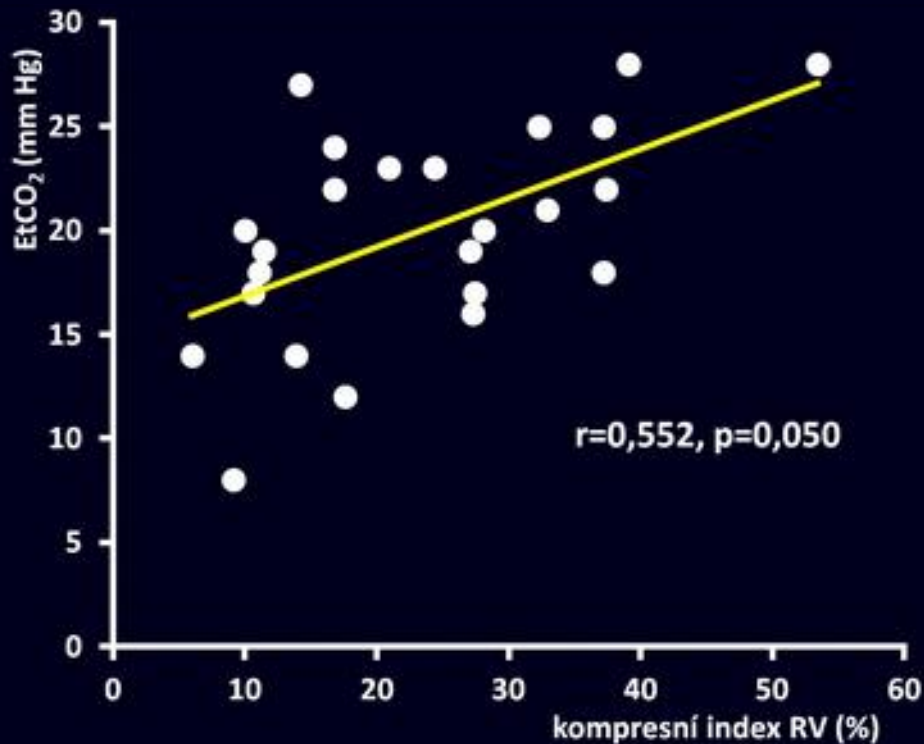
# ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME *EXP*

kompresní index RV vs. kompresní index LV

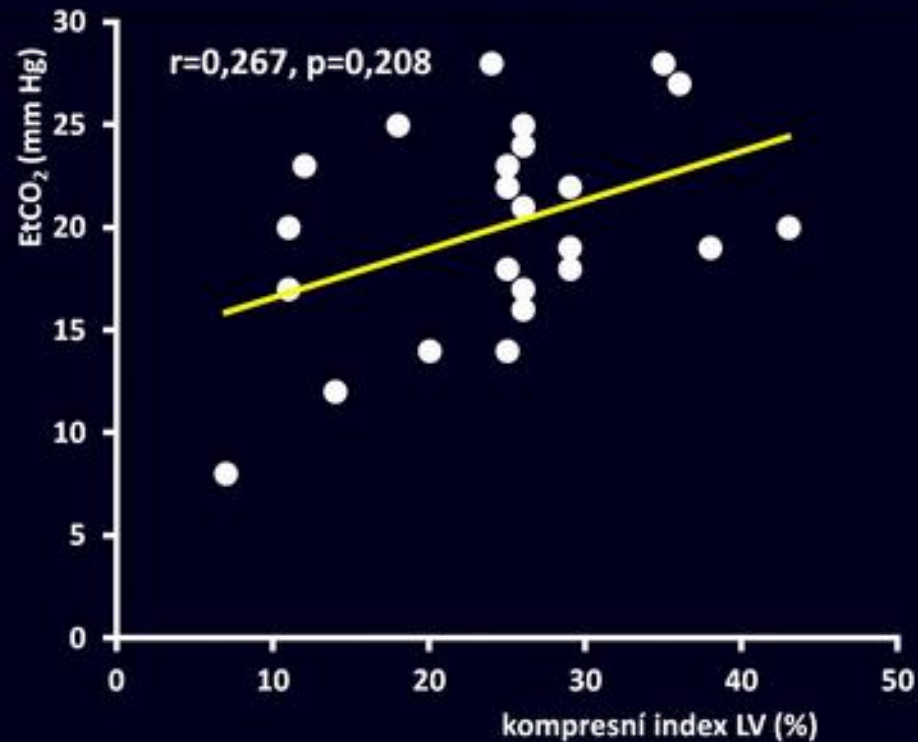


# ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME *EXP*

## kompresní index RV vs. EtCO<sub>2</sub>



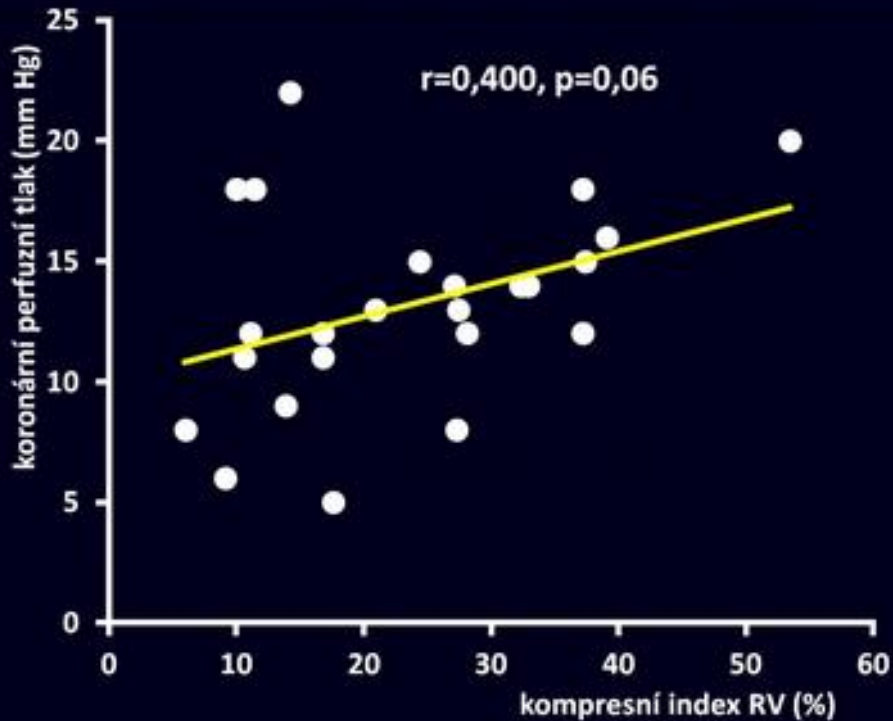
## kompresní index LV vs. EtCO<sub>2</sub>



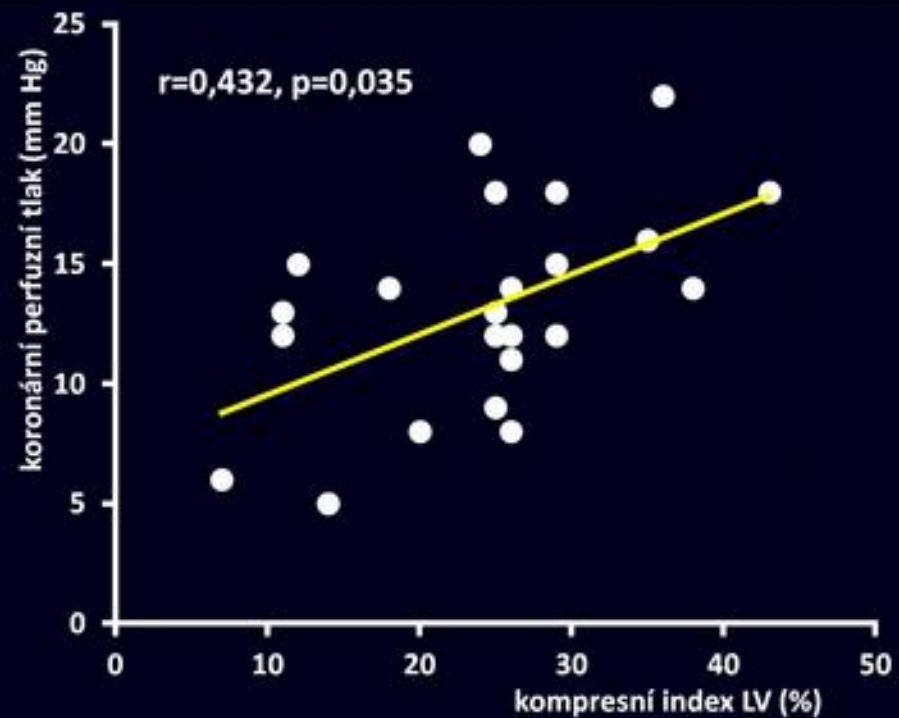


# ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME *EXP*

## kompresní index RV vs. CoPP

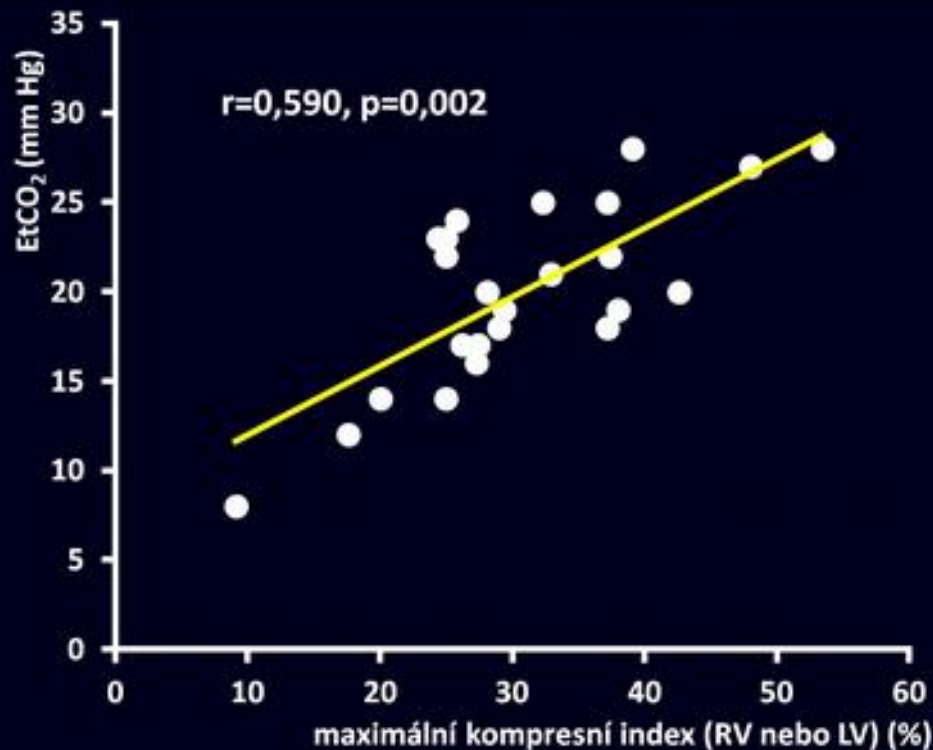


## kompresní index LV vs. CoPP

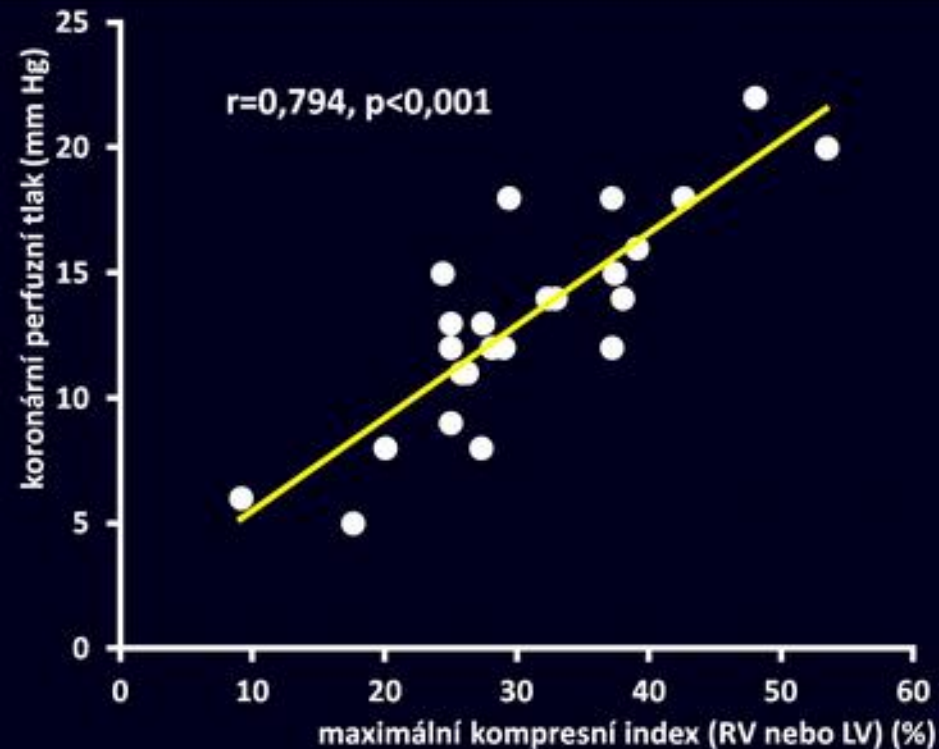


# ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME *EXP*

maximální kompresní index  
RV nebo LV vs. EtCO<sub>2</sub>

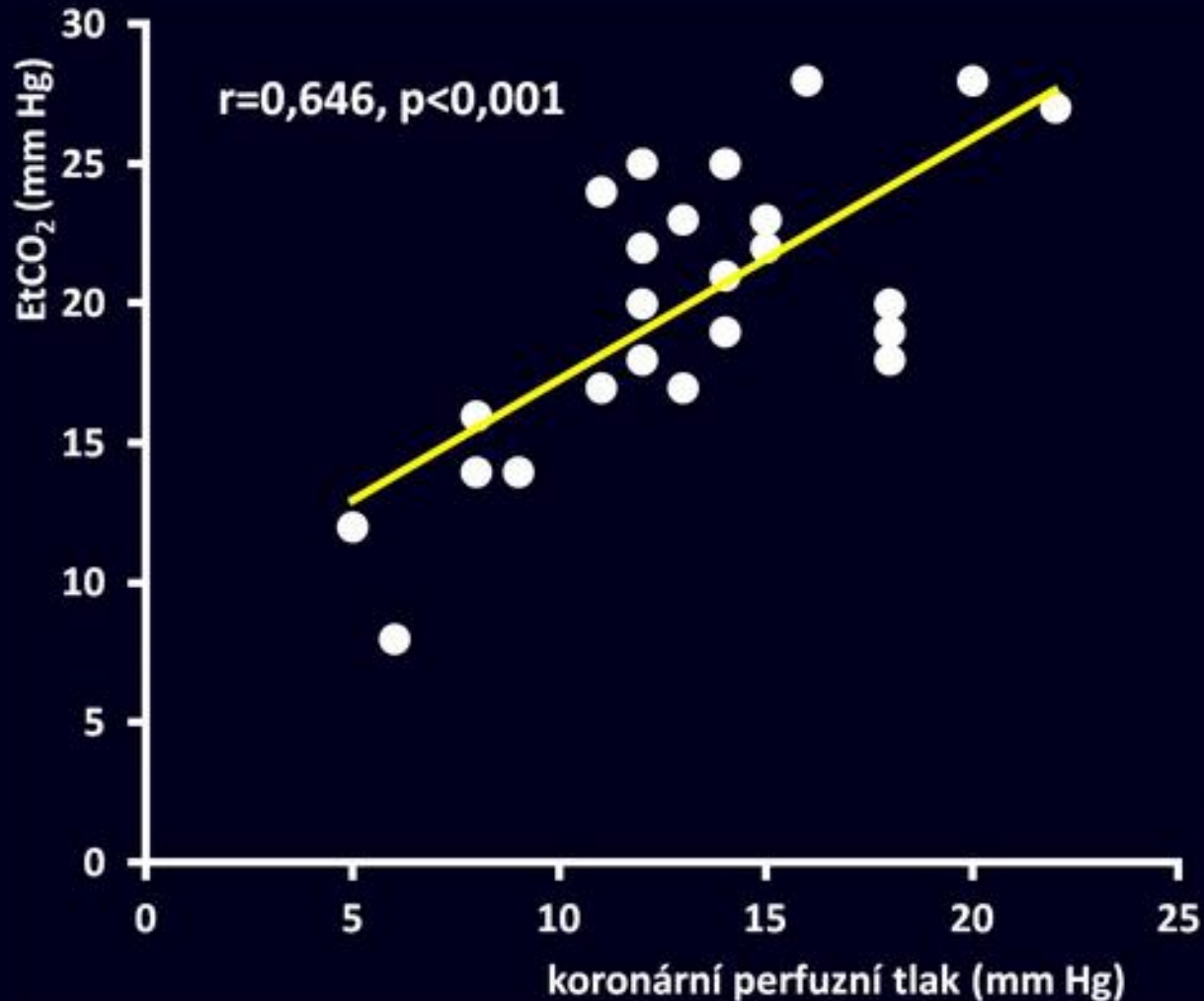


maximální kompresní index  
RV nebo LV vs. CoPP



# ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME *EXP*

dobrá korelace CoPP a EtCO<sub>2</sub>



# ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME *EXP*

- model experimentální srdeční zástavy s VF prokázal dobrou korelaci EtCO<sub>2</sub> a CoPP
- míra komprese LV a RV je individuální a není mezi nimi lineární vztah
- srdce se chová jako pasivní konduit
- čím větší komprese komory, tím lépe, ale je jedno jestli levé nebo pravé

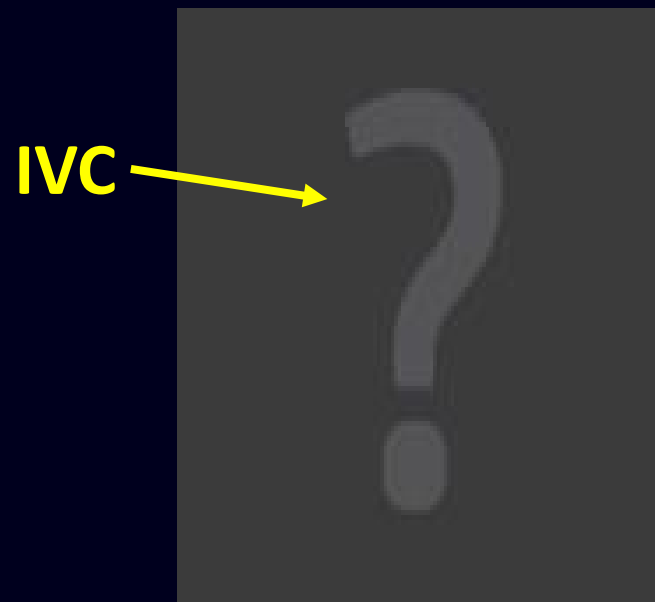
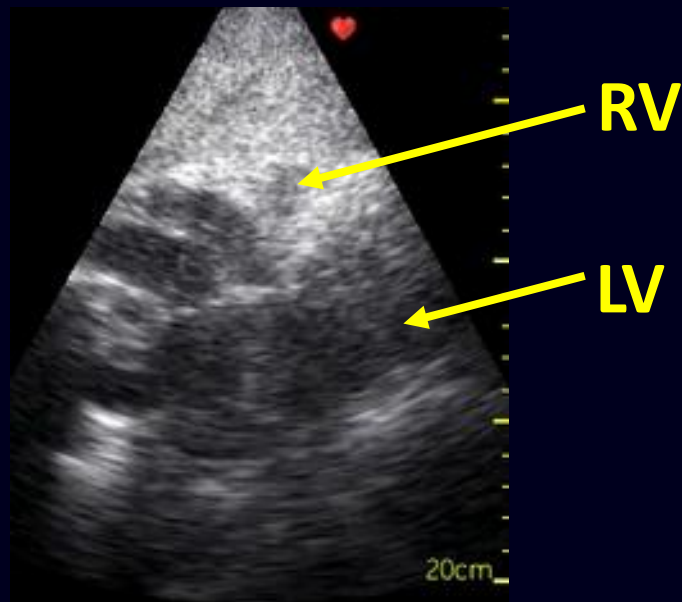
# ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME *KLIN*

- pacienti resuscitovaní pro mimonemocniční náhlou zástavu oběhu netraumatické etiologie s jakýmkoliv rytmem
- standardní ALS
- co nejdříve TRACE protokol, poté 3x záznam srdce v subkostální projekci během masáže a zápis EtCO<sub>2</sub>
- vyšetření přístrojem Vscan Dual Probe



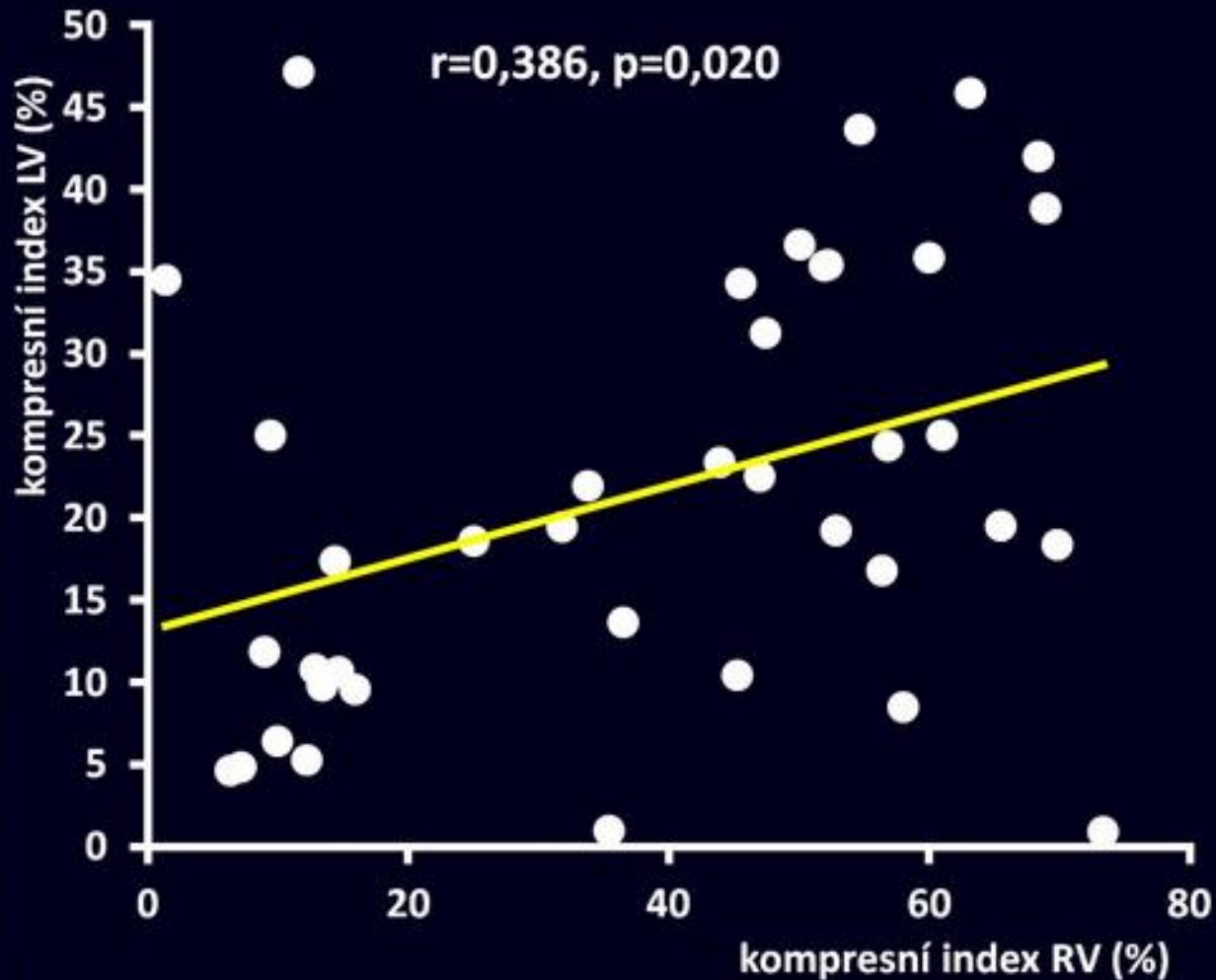
# ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME *KLIN*

- 20 pacientů, echokardiografický záznam hodnotitelný u 13 z nich
- u každého pacienta 3 měření, celkem 39 měření kompresibility LV, RV a IVC



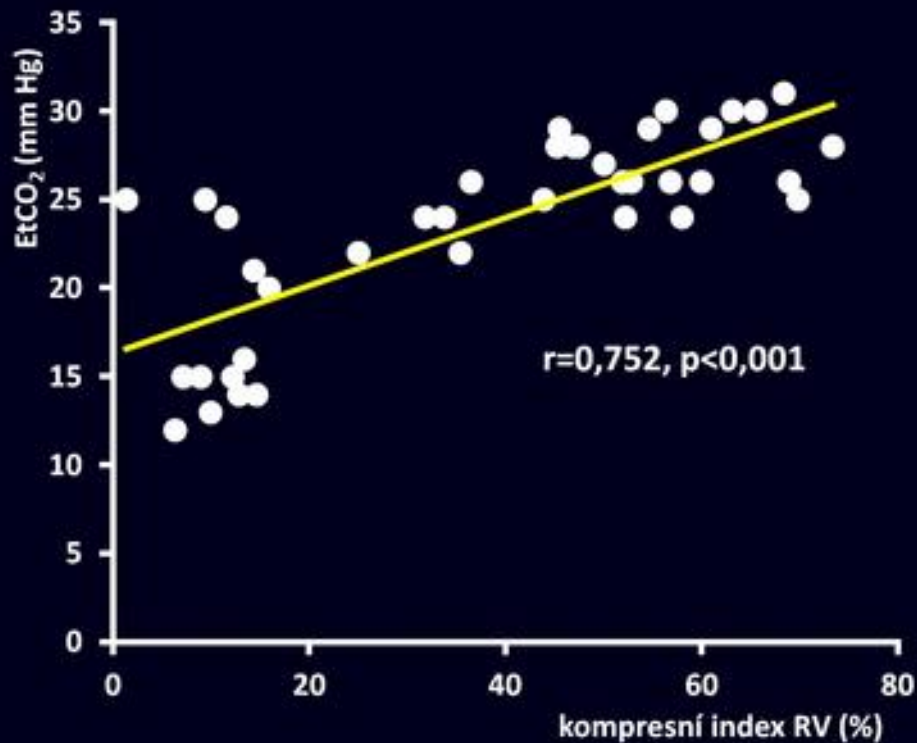
# ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME *KLIN*

kompresní index RV vs. kompresní index LV

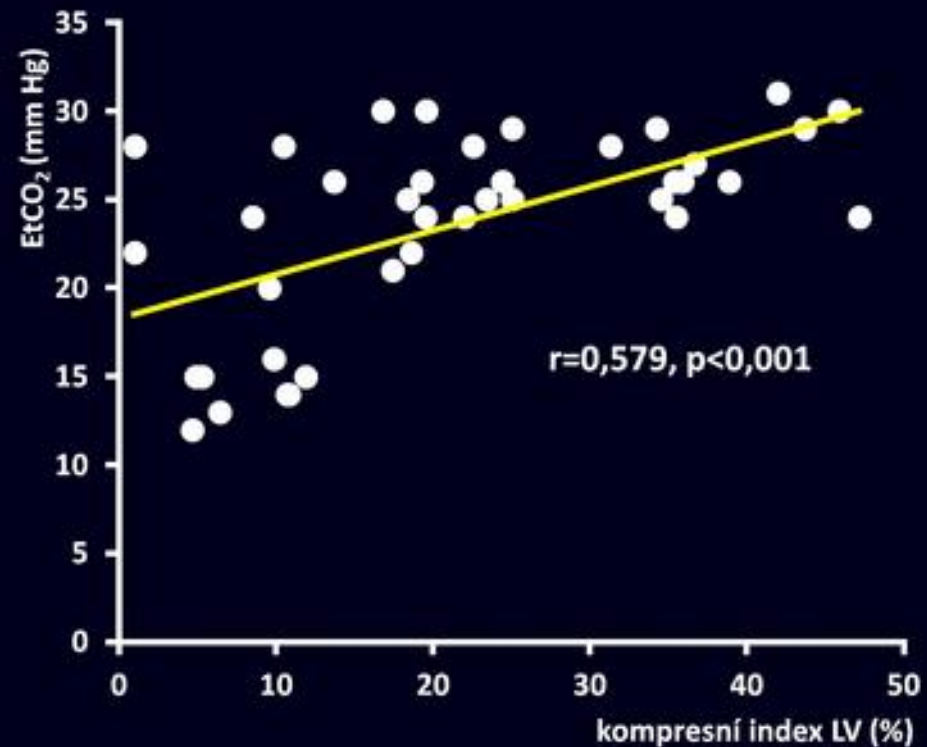


# ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME *KLIN*

## kompresní index RV vs. EtCO<sub>2</sub>



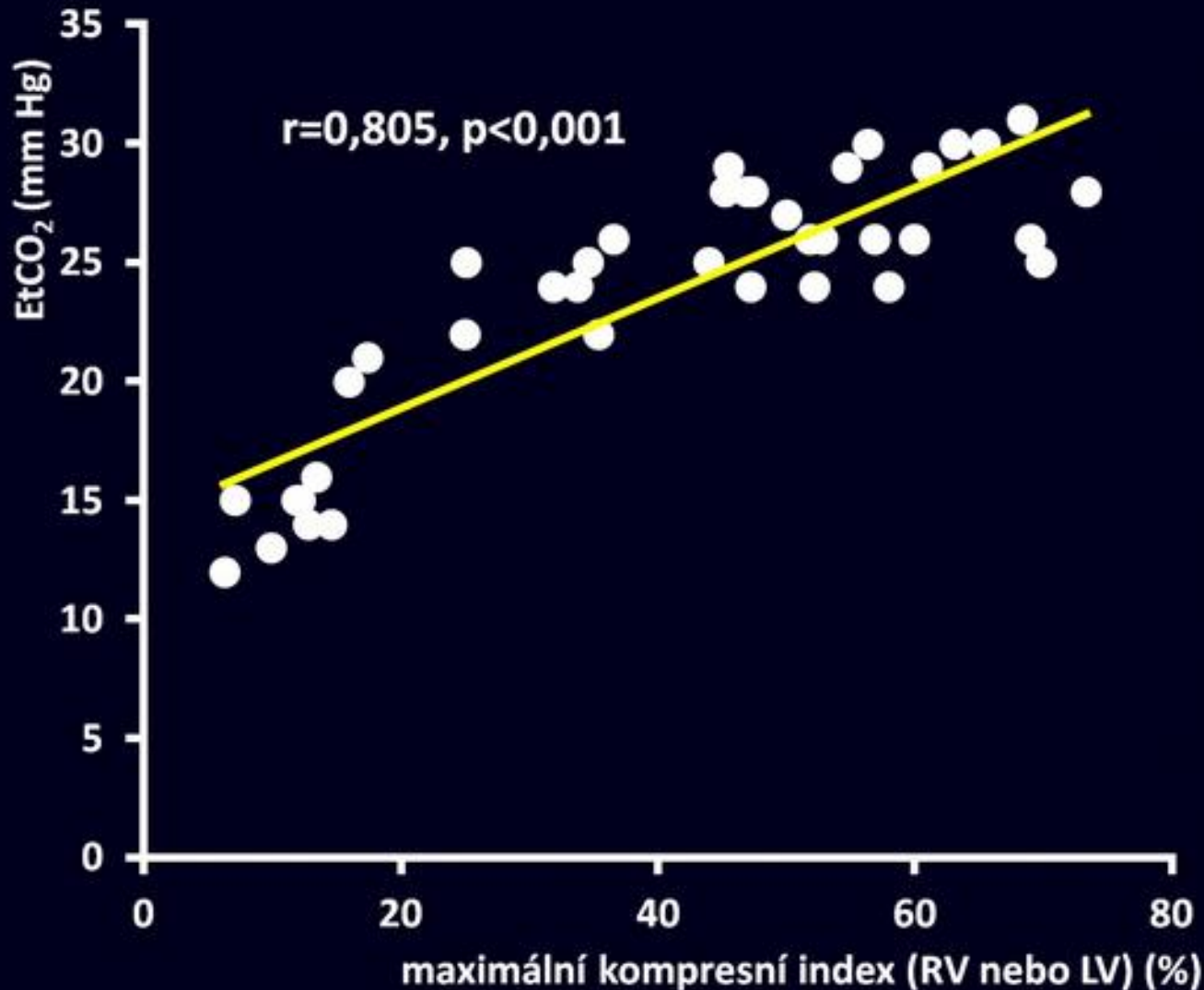
## kompresní index LV vs. EtCO<sub>2</sub>





# ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME *KLIN*

maximální kompresní index RV nebo LV vs. EtCO<sub>2</sub>



# **ÚČINNOST KPR – USG REAL TIME *KLIN***

- podobné výsledky jako v experimentu
- míra komprese LV a RV je individuální a s klinicky irelevantní korelací
- srdce se chová jako pasivní konduit
- čím větší komprese komory, tím lépe, a je jedno jestli levé nebo pravé

# ZÁVĚRY

- míra komprese srdce navozované srdeční masáží měřená transtorakální echokardiografií dobře koreluje s hemodynamickou účinností KPR
- kompresní index – nový parametr
- při použití této metody je nutné v reálném čase měřit paralelně kompresibilitu LV i RV
- technickou limitací je omezená vyšetřitelnost některých pacientů
- metoda je připravená pro intervenční klinické testování

# ZÁVĚRY

- implementace do klinické praxe vyžaduje automatickou kalkulaci kompresního indexu USG přístrojem  
*(princiálně je k dispozici)*
- možnost využití TEE v případě KPR pro IHCA
- možnost kombinace s dopplerovským měřením průtoku v ACC
- využití left atrial pump?
- synchronizace s rytmem PEA?

# ZÁVĚRY

- **USG navigovaná KPR je perspektivní možnost skutečné individuální optimalizace KPR**

*skulec@email.cz*