16. ročník Semináře potápěčské medicíny
Holetín, 28. října 2017

Lung squeeze
- krvácení do plic při feedivingu

Radek Pudil
1. interní kardioangiologická klinika LF UK a FN Hradec Králové
Lékařská komise Svazu potápěčů České republiky

Kazuistika

Nicholas Lawrence Mevoli III se zúčastnil soutěže Vertical Blue (Long Island, Bahamy) a dne 17. listopadu 2013 se ve 12.30h zanořil ke svému pokusu o dosažení hloubky 72m v disciplíně „constatnt weight no fins“.

Po výstupu z hloubky ztratil vědomí, objevilo se vykašlávání zpěněného sputa, byla zahájena kardiopulmonální resuscitace, převezen do nejbližší nemocnice (Deadmans Cay Clinic) a ve 13.48h prohlášen za mrtvého.

Kazuistika

Provedeny 2 pitvy (primární 20.11.2013 v Rand Pathology Laboratory, sekundární 30.7.2014 – Brody School of Medicine)

Výsledky obou pitev byly se souhlasem rodiny zveřejněny

Příčina smrti:

- **krvácení do plicního parenchymu v důsledku barotraumatu**
- **krev byla nalezena v alveolech, zdrojem kapilární leak v periferii plicní tkáně**

Kazuistika

Současně byly prokázány opakované hemoragie v minulosti (makrofágy obsahující hemosiderin a částice železa), které se hojily fibrózní přestavbou plicní tkáně (intersticiální fibróza)

Pravá komora byla středně hypertrofovaná, plicní cévy se vyznačovaly fibrointimálním ztluštěním

Anamnesticky:

- **opakovaně hemoptýza, naposledy 2 dny před osudným ponorem**
- **příliš rychlý posun v tréninku (nedostatečná adaptace?)**

„Lung squeeze” (synonyma: chest squeeze, plicní barotrauma sestupu, PBT)

definice:

poškození plicní tkáně vzniklé v důsledku změn tlaku vzduchu v uzavřeném prostoru dýchacích cest (plic) v průběhu potápění se zadrženým dechem

může být spojené s poraněním trachey (pneumotracheální barotrauma)

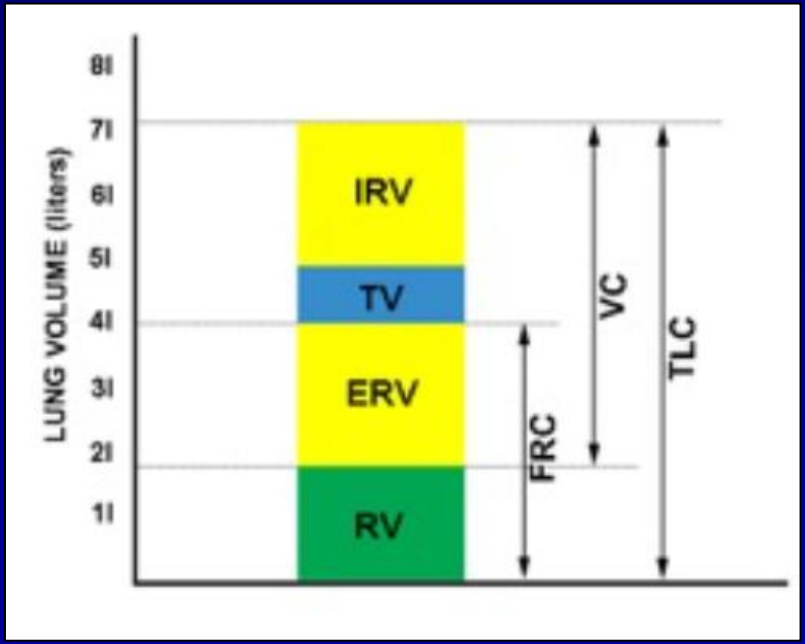
Lung squeeze

Fyziologie a patofyziologie

Boylův zákon: objem plynu je nepřímo závislý na jeho tlaku (konstantní teplota)

10m hloubky vodního sloupce – navíc 1 atmosféra

Depth	ATM/BAR (Atmospheres of Pressure)	Lung Volume	Volume Ratio
0 m	1	8 l	1
10 m	2	4 l	½
20 m	3	2.66 l	1/3
30 m	4	2 l	¼



Patofyziologie

zásadní význam hodnota reziduálního volumu (RV)

Původní představy:

stlačení plic pod hodnotu reziduálního objemu vede k poškození plic (ponory do dosažení RV jsou bezpečné, za RV dochází k poškození plic)

RV je obvykle 20-25% celkové plicní kapacity (TLC)

U výše uvedeného muže s TLC 7l: komprese plic dosahující RV je mezi 35-45m

→ další vzestup taku/hloubka vede k poškození

Patofyziologie

Kompenzatorní mechanizmy:

- **komprese hrudi**
- **centralizace oběhu (naplnění hrudi krví – v důsledku redistribuce – 1,5l)**
- **trénovaní potápěči dosahují RV 5% TLC (strečink hrudního koše, bránice, zvýšení flexibility bránice)**

Následek:

→ vzestup taku v plicním řečišti s riziky možného poškození

Klinika PBT

- nejenom hluboké, ale i opakované mělké ponory (repetitivně ponory do 10m, krátký povrchový interval – akumulace tekutin – head-out immersion s povrchovbým plaváním)

Nespecifické symptomy:

- únava, pocit virózy či infektu dýchacích cest

typické:

- bolest na hrudi, krátký dech, pocit tekutiny na plicích, kašel, pocit stlačení hrudi při sestupu, nauzea, slabost, parestezie, slabost/synkopa

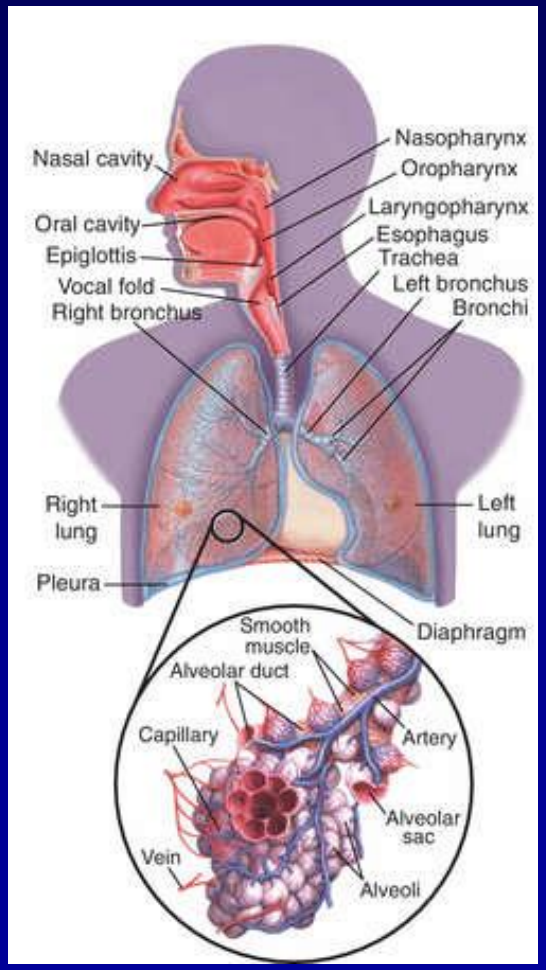
Další příznaky:

- hyperventilace, vykašlávání pěnového či krvavého sputa, zvracení, dezorientace, neurologické příznaky, respirační či srdeční insuficience, zástava dechu a oběhu, úmrtí

Klinika PBT

Trvání

- obtíže několik minut až týdny/měsíce
- rekurence častá – permanentní poškození



Výzkum PBT

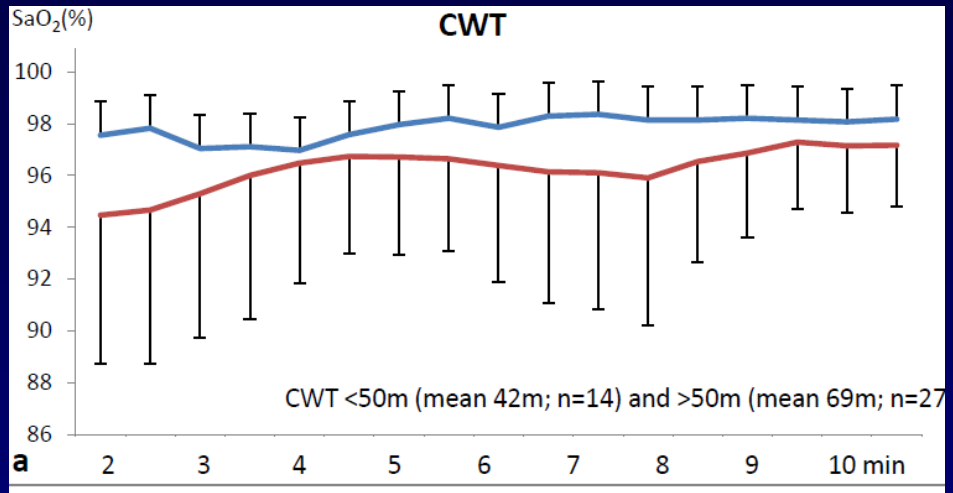
Cíle

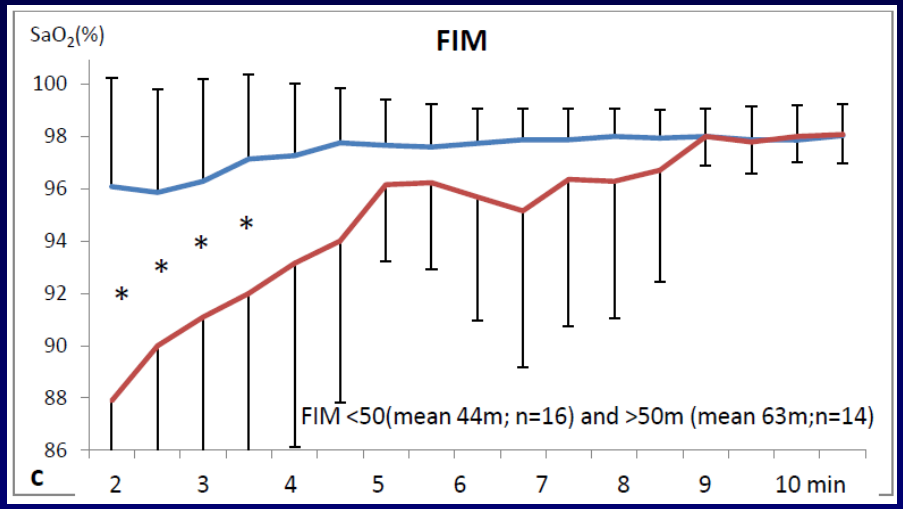
- identifikovat i malá PBT
- identifikovat osoby v riziku

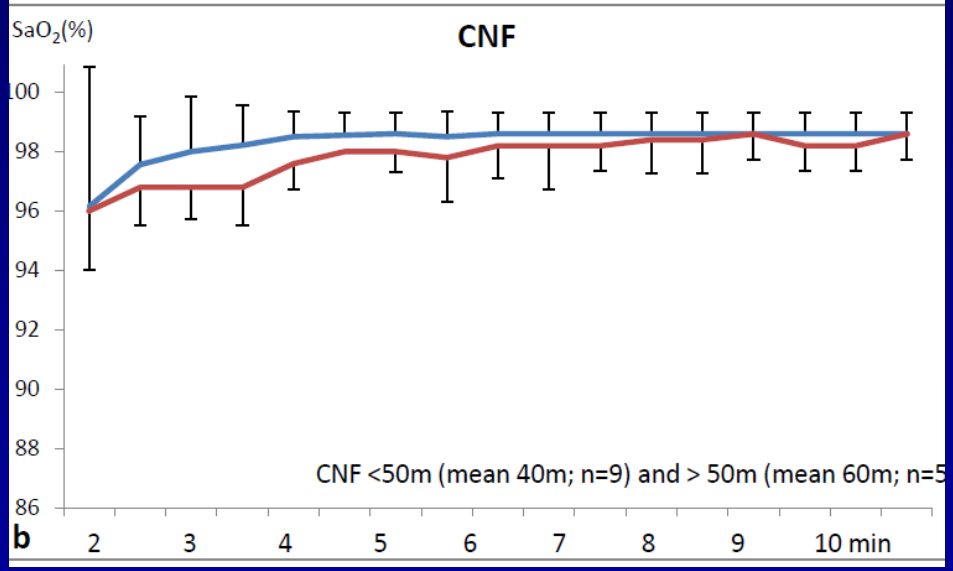
Možnosti:

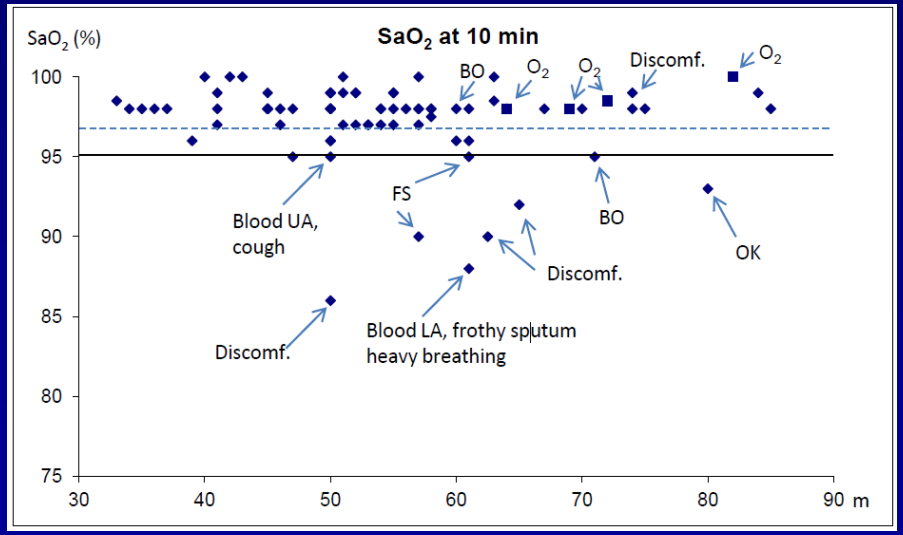
- metoda saturace krve kyslíkem
- Lung Commets (ULC)

Saturace krve kyslíkem









Erika Schagatay, materiály AIDA

Metoda saturace krve kyslíkem

Identifikace bezpečného ponoru:

U ponorů < 50m:

- **obnova saturace krve nad 97% do 4 minut je asociována s malým rizikem vzniku poškození plic (PBT/edému)**

U ponorů > 50m:

- **obnova saturace nad 97% do 8 minut**

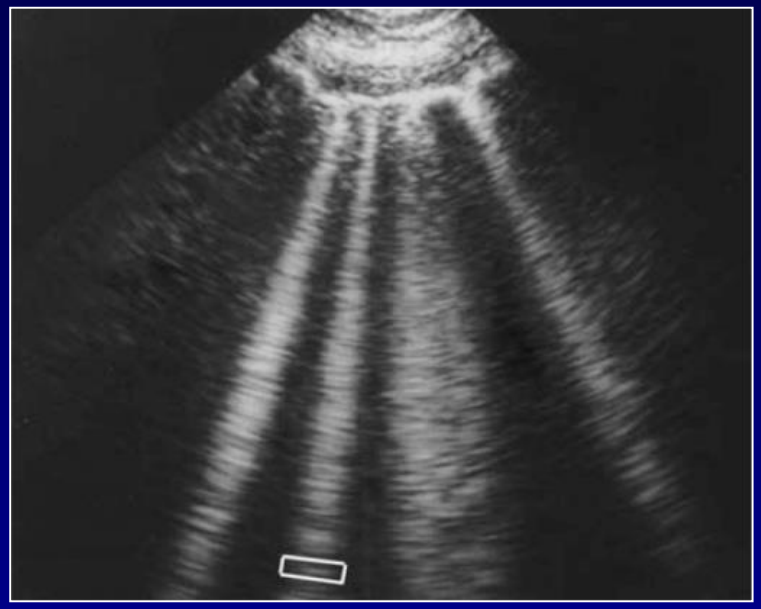
Funguje metoda spolehlivě?

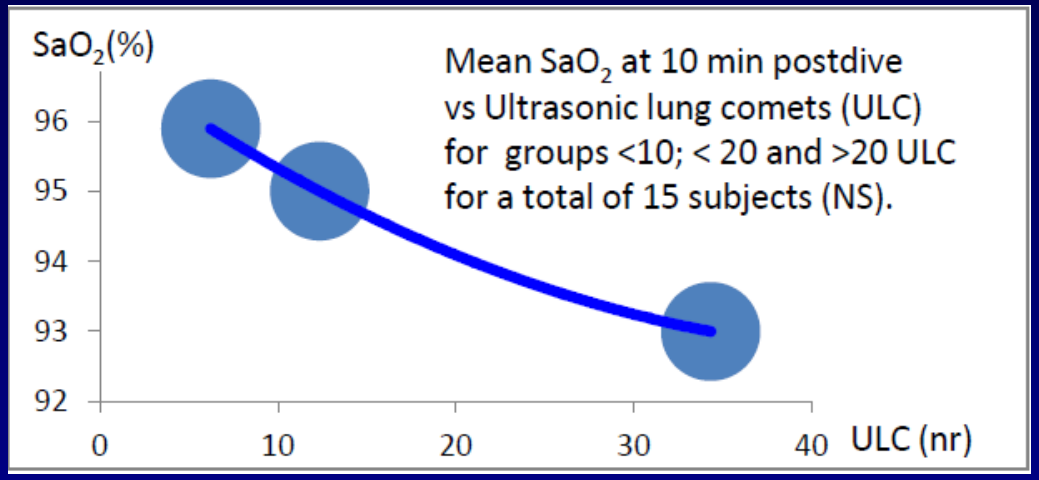
- **nad 50% i přes nízkou saturaci pod 95% v 10. min. nemá problémy**

Erika Schagatay, materiály AIDA

Metoda ULC (ultrasoung lung-commets)

Sledování edému plicní tkáně hodnocením tzv. fenomenu komet (ULC)



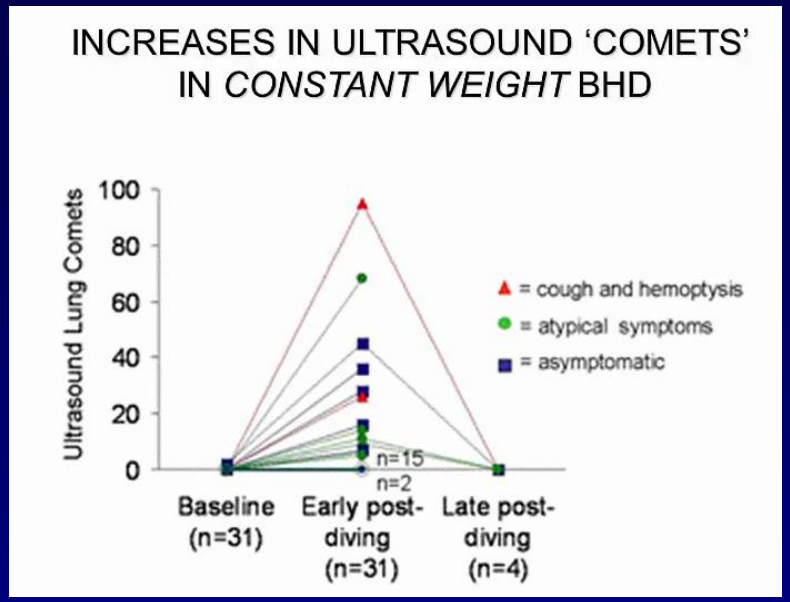


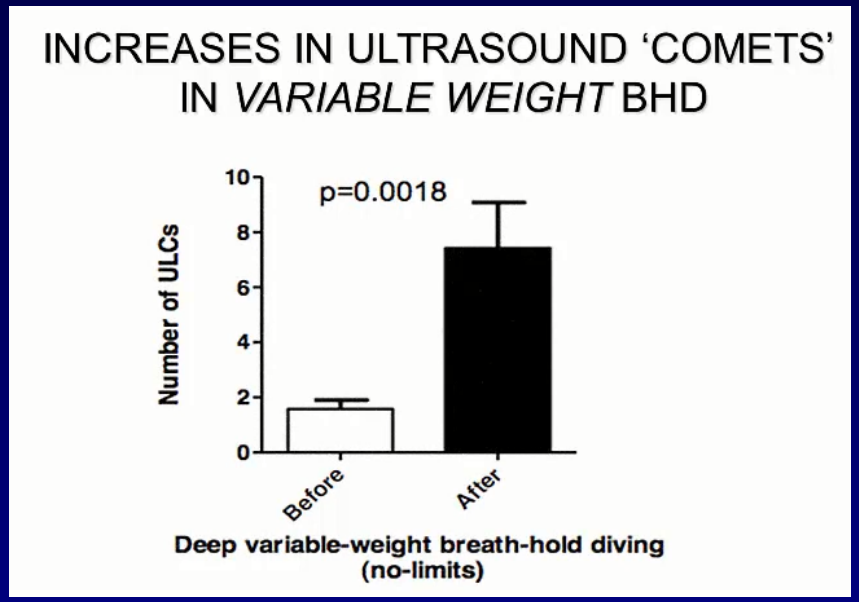
Množství komet je asociováno s nižší saturací

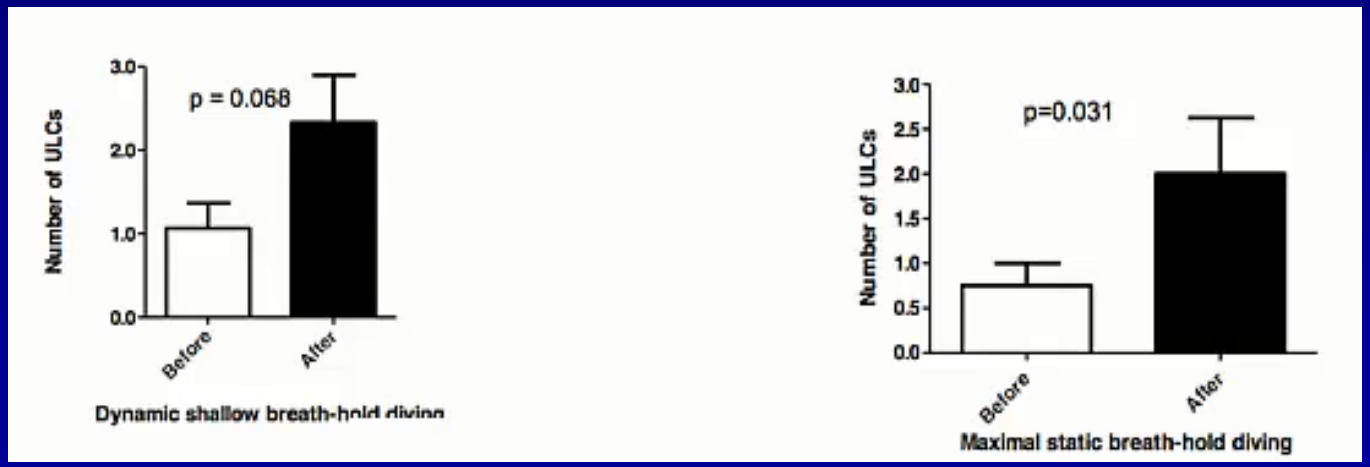
? existuje vztah mezi množstvím komet a rizikem vzniku PBT?

Cialoni D, Sponsiello N, Marabotti C, Frammartino B. Prevalence of acute respiratory symptoms in breath-hold divers. Undersea & hyperbaric med. 39(4): 837-44, 2012.

Metoda ULC (ultrasoung lung-commets)







Cialoni D, Sponsiello N, Marabotti C, Frammartino B. Prevalence of acute respiratory symptoms in breath-hold divers. Undersea & hyperbaric med. 39(4): 837-44, 2012.

Take home messages:

- **PBT existuje a jeho četnost není jasná**
- **zahrnuje širokou škálu příznaků – od malých poranění až fatální následky**
- **velmi důležitá je prevence**
- **význam identifikace osob**
- **nejasné metody (nově genetické studie pro predispozici)**
- **doba návratu k potápění je individuální a nejasná**

.... děkuji za pozornost