

# Traumatické poškodenie dýchacích ciest u detí

**Nosál', S.,**

**Klinika detskej anestéziológie a intenzívnej medicíny UN Martin  
Jesseniova lekárska fakulta UK, Martin,**



**Centrum experimentálnej a klinickej respirológie II.**



Ostrava, 2019

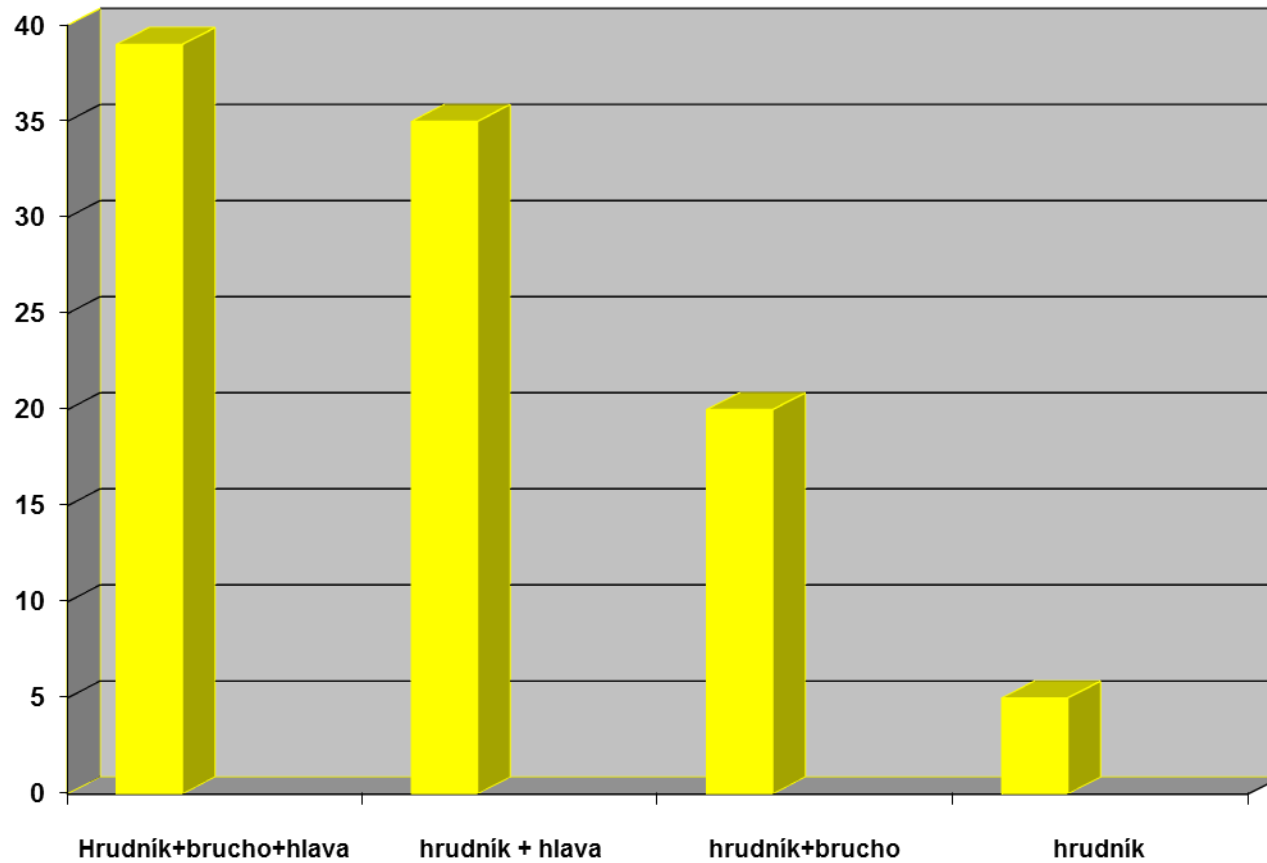


## Trauma hrudníka u detí

---

- 5-12% hospitalizácií v trauma centrách
- **2.najčastejšia** príčina smrti po traume hlavy
- Viac systémové poškodenie u viac ako 50% - horšia prognóza
- 85% konzervatívna terapia
- 2/3 úmrtí v prednemocničnej fáze, alebo krátko po prijatí

# Mortalita traumy hrudníka u dětí v %





## Trauma hrudníka - mechanizmus vzniku

---

- **priamy prenos energie** - pri náraze na tvrdú podložku
- **akcelerácia – decelerácia**
- **torzné sily** - pohyblivých a elastických štruktúr
- **strižné sily**
- **kompresívne sily, nárazová vlna a odraz** na rozhraní tekutina / vzduch
- **náhly podtlak, dekompresia a expanzia** vzduchu v alveoloch



# Mechanizmus poškodenia



- **Tupá trauma** (60-80%)
  - prenos kinetickej energie na hrudný kôš
  - dopravné nehody (70-80%), kompresie, pády z výšky
    - decelerácia
    - kompresia
  
- **Penetrujúce poranenie** (15%)
  - zriedkavé
  - najčastejšie spôsobené úlomkami rebier, zriedkavo externým zásahom

## Anatomické špecifiká detského veku

- trauma hrudníka u detí sa líši od dospelých v mechanizme poranenia, type poranenia a inou orgánovou odpoveďou
- pády sú najčastejšou príčinou u kojencov a malých detí
- v staršom veku - autonehody, obeť násilia (penetr.poranenia)
- elastickejší hrudník - kinetická energia sa prenáša do vnútra
- tracheobronchiálny strom menší, užší a stlačiteľný - aj malá obštrukcia lúmenu DC spôsobí respiračný distress a hypoxiu

# Anatomické špecifiká detského veku

- trauma hrudníka je častejšie spojená s traumou brucha
- orgány väčšie k pomeru veľkosti hrudníka
- menej tuku a spojivového tkaniva
- flexibilnejšie kosti
- mediastinum je viac mobilné
- znížená funkčná reziduálna kapacita spojená s vyššou spotrebou kyslíka/kg



# Trauma hrudníka

---

- hrudnej steny
- trachey
- bronchov
- pľúcneho parenchýmu
- srdca
- hrudnej aorty a veľkých ciev
- pažeráka
- bránice



# Poranenia hrudnej steny

---

- **Fraktúry rebier**
- **Fraktúry sterna**
- **Fraktúry lopatky,**
- **Fraktúry kľúčnej kosti**



# Poranenie pľúc

---

- **kontúzia pľúc**
- **lacerácia pľúc**
- **pneumotorax**
- **hemotoraxh**
- **pneumohemotorax**

# Kontúzia pľúc



- najčastejším poranením hrudníka u detí
- na pľúcny parenchým pôsobí veľká tupá sila (tlaková trauma)
- poškodí sa kapilárna sieť dochádza k úniku tekutiny do okolitých tkanív
- ventilačno-perfúzny mismatch
- progresia edému vedie progresii PARDS
- na RTG hrudníka môže byť na začiatku negat./minimálny nález
- CT hrudníka je citlivejšia metóda pri detekcii kontúzie pľúc



# Lacerácia pľúc

---

- viac pri penetrujúcich poraneniach, fraktúrach rebier
- hemoptýza býva pri závažnej lacerácii
- RTG - pneumotorax, hemotorax
- vzduchová embólia býva fatálna





# Intrapleurálne poranenie

---

- hemotorax
- pneumotorax
- hemopneumotorax

**Mortalita** - pneumotorax (15%), hemotorax (57%).

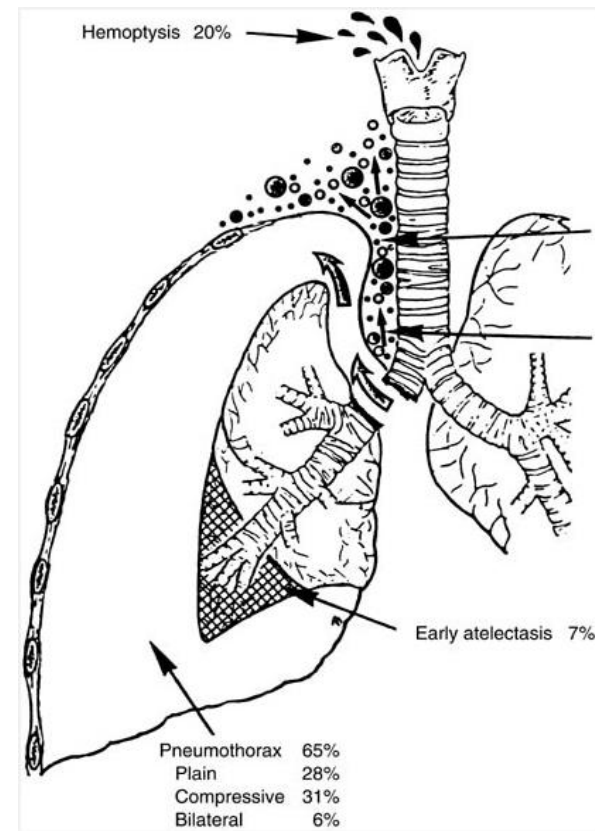
Auskultácia je dôležitá, ale nie je stopercentne presná pri diagnostike hemotoraxu, pneumotoraxu alebo hemopneumotoraxu (citlivosť 58% a špecifickosť 98%).

# Poranenie tracheobronchiálneho strómu

- u detí raritné (1%)
- akceleračno-deceleračné sily
- detský hrudník je elastický a trachea a hlavné bronchy sú často poranené **stlačením o stavce** (strižné, trakčné sily) (pády, crush sy., priamy úder)
- klinické príznaky: cyanóza, hemoptýza, tachypnoe, subkutánnny emfyzém (krčný, mediastinálny), pneumomediastinum, pneumotorax, bolesť hrudníka a dyspnoe sú časté - ale nešpecifické

# Poranenie tracheobronchiálneho strómu

- **poranenie hornej časti trachey** je najčastejšie zapríčinené priamym stlačením trachey (rýchla zmena predozadného pohybu)
- **poranenie dolnej časti trachey a bronchov** je najčastejšie spôsobené prudkým vzostupom intrabronchiálneho tlaku (hlavne pri zatvorených hlasivkách)





# Inhalačné poranenie dýchacích ciest

---

- termické alebo chemické
- deti s inhalačným poškodením majú predispozíciu k: pneumónii, respiračnému zlyhaniu, smrti
- pacienti s IP najčastejšie zomierajú na multiorgánové zlyhanie.
- rozsah IP je prediktorom rozvoja pľúcnych komplikácií.

# Okamžité život ohrožujúce poranenia hrudníka

- **Obštrukcia dýchacích ciest a poranenie DC**
- **Poranenie pľúc a hrudnej steny**
- **Otvorený pneumotorax**
- **Tenzný pneumotorax**
- **Hemopneumothorax**
- **Disekcia aorty**
- **Tamponáda srdca**



# Potenciálne život ohrozujúce poranenia hrudníka

- **Kontúzia pľúc**
  - 50% - bez viditeľného vonkajšieho poranenia
  - natívna snímka hrudníka môže byť normálna prvých 4-6 hod
- **Poranenie tracheobronchiálneho stromu**
  - distálna časť priedušnice alebo hlavné bronchy
  - mortalita vysoká a skorá
- **Ruptúra bránice**
- **Perforácia pažeráka**
- **Kontúzia myokardu**



# Patofyziológia traumy hrudníka

---

## ■ Poškodenie ventilácie

- obmedzenie pohybu hrudnej steny (bolesť, asymetrické pohyby, pneumothorax)
- hemothorax
- neefektívne pohyby bránice

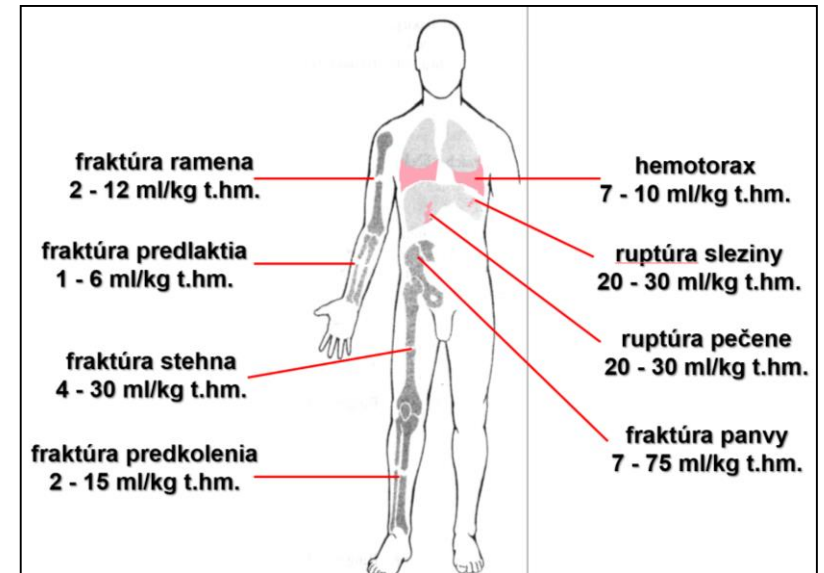
## ■ Poškodenie výmeny plynov

- atelekáza
- kontúzia pľúc
- ruptúra tracheobronchiálneho stromu

# Patofyziológia traumy hrudníka

## ■ Postihnutie KVS

- krvné straty
- zvýšený intrapleurálny tlak
- hemoperikard
- poškodenie chlopní
- dysrupcia ciev







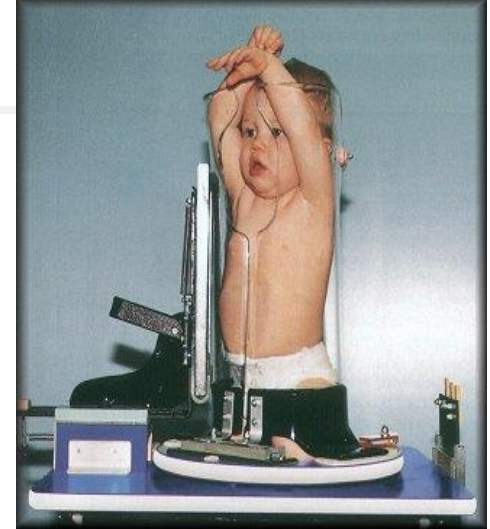
# Patofyziológia traumy hrudníka

---

- Trauma hrudníka vedie k:
  - Hypoxii
    - hypovolémia
    - V/P shunty
  - Hyperkapnii
    - vzťah k vnútrohrudnému tlaku
    - stav vedomia
  - Acidóze
    - hypoperfúzia tkaniva

# Diagnostika traumy hrudníka

- Anamnéza úrazu aj mechanizmus úrazu
- Fyzikálne vyšetrenie
  - Stav vedomia
  - Priechodnosť dýchacích ciest
  - Ventilácia (bradypnoe, tachypnoe, úsilné dýchanie, retrakcia medzirebrových priestorov)
  - Pulz, tlak krvi, CRT
  - Koža (potenie, bledosť, cyanóza, otvorené poranenie, hematóm)



# Diagnostika

## Klinický obraz

- bolesť, hematómy a distenzia brucha
- peritoneálne dráždenie, ileus
- známky šoku

## Laboratórne vyšetrenia:

KO, KS, HKF, ABR, mineralogram, troponín, kreatinkináza, laktát intercelulárna adhézna molekula-1, antigén von Willebrand faktora, surfaktant protein-D, and solubilný tumor necrosis factor receptor-1,

## RDG diagnostika

- **USG vyšetrenie + Doppler**
- CT + kontrast – štandard
- RTG hrudníka
- Urografia

## Bronchofibroskopia

**NIE** → dg punkcia, laparoscopia



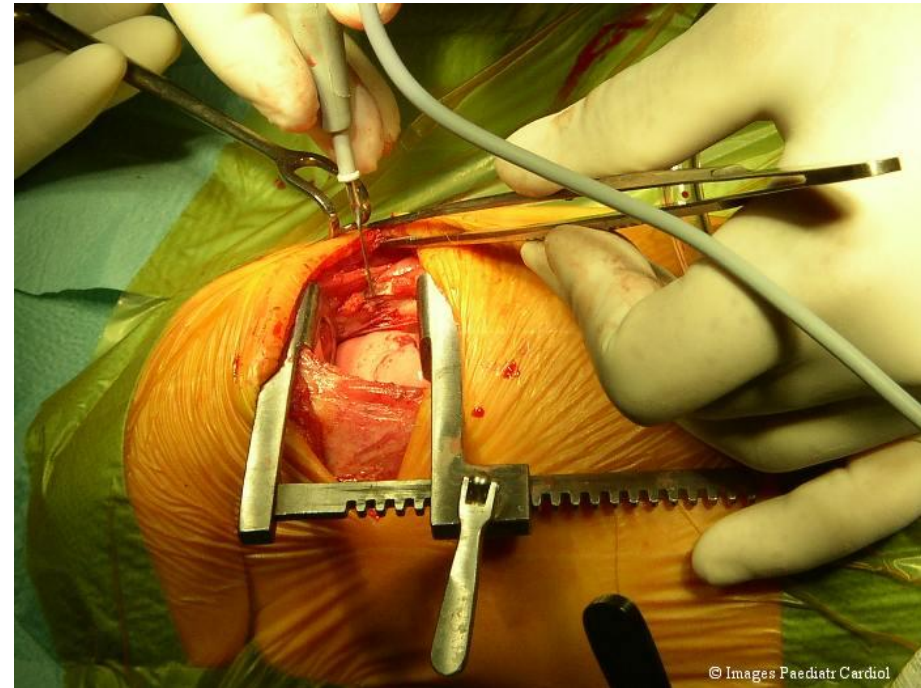
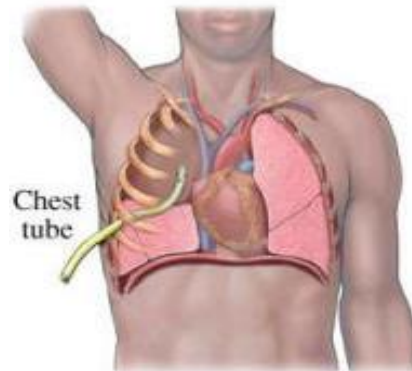
# Diagnostika traumy hrudníka

---

- Krk – pozícia trachey, subkutánnny emfyzém, náplň jugulárnych vén, otvorené poranenia
- Hrudník – kontúzia, nepočuteľné alebo oslabené dýchanie, krepitus, hemoptýza, počuteľná peristaltika
- Srdce – tupé ozvy, oslabené ozvy, novovzniknutý šelest
- EKG abnormality (zmeny ST segmentu, dysrytmie)

# Liečba traumy hrudníka

- Konzervatívna liečba (85%)
- Chirurgická liečba
  - drenáž/punkcia hrudníka
  - torakotómia (15 %)



# Flexibilná bronchoskopia a kriticky choré dieťa

## Výhody:

- jednoduchá metóda a relatívne bezpečná
- „bedside metóda“
- môžeme vyšetriť aj zaintubovaných pacientov
- môžeme ju vykonať v CA aj v lokálnej anestéze
- cesta inzercie:
  - priamo cez nos alebo ústa,
  - cez NTK, OTK, TK
  - cez endomasku



# Kriticky chorý pacient

## Vyžaduje:

- špeciálnu starostlivosť
- sofistikovanú monitoráciu vitálnych funkcií
- špecifické diagnostické a terapeutické postupy

Postihnutie respiračného systému je veľmi časté (u detí)

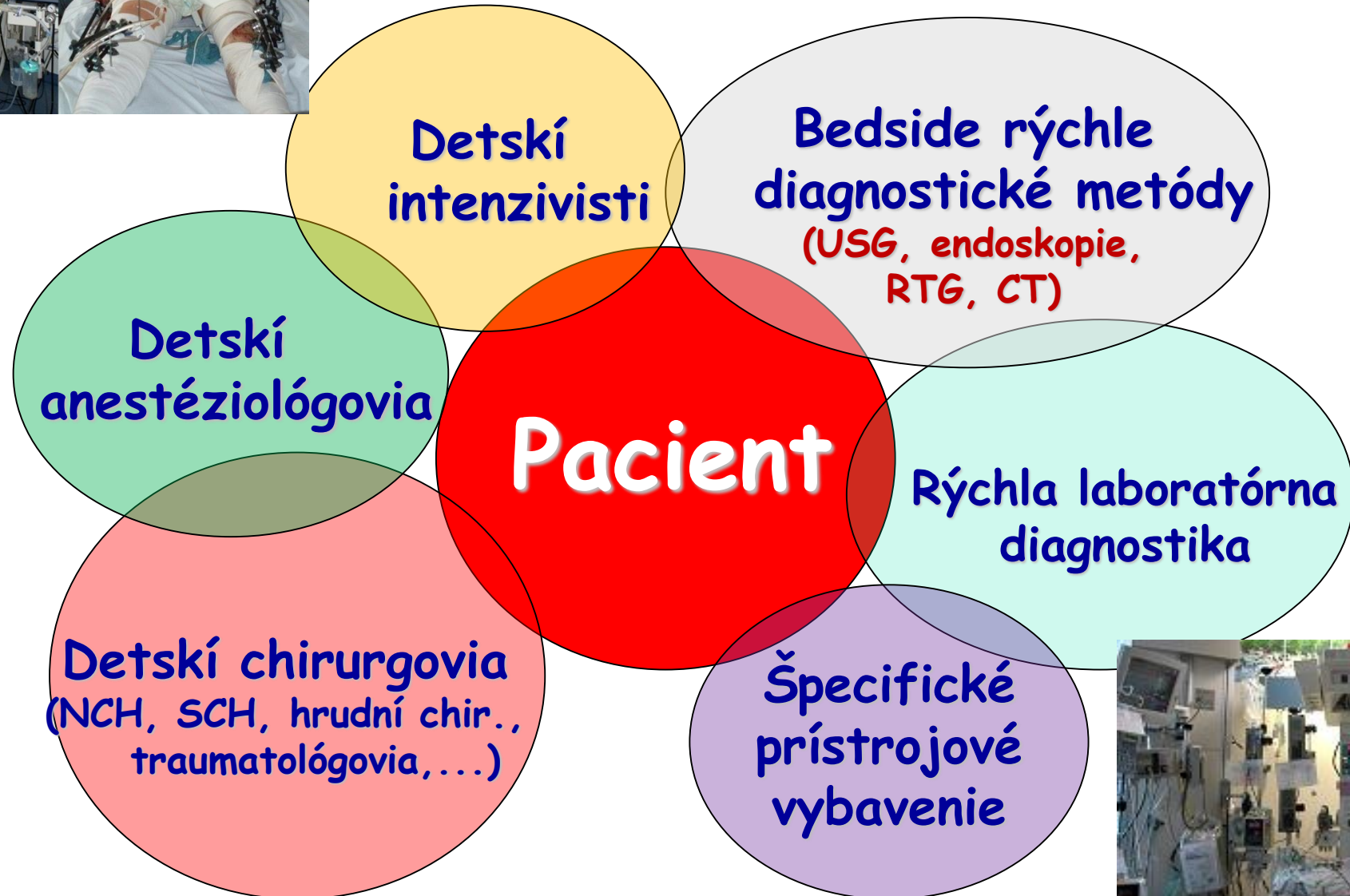
Preferuje sa vyšetrenie na lôžku:

- JIS
- OAIM
- Operačná sála





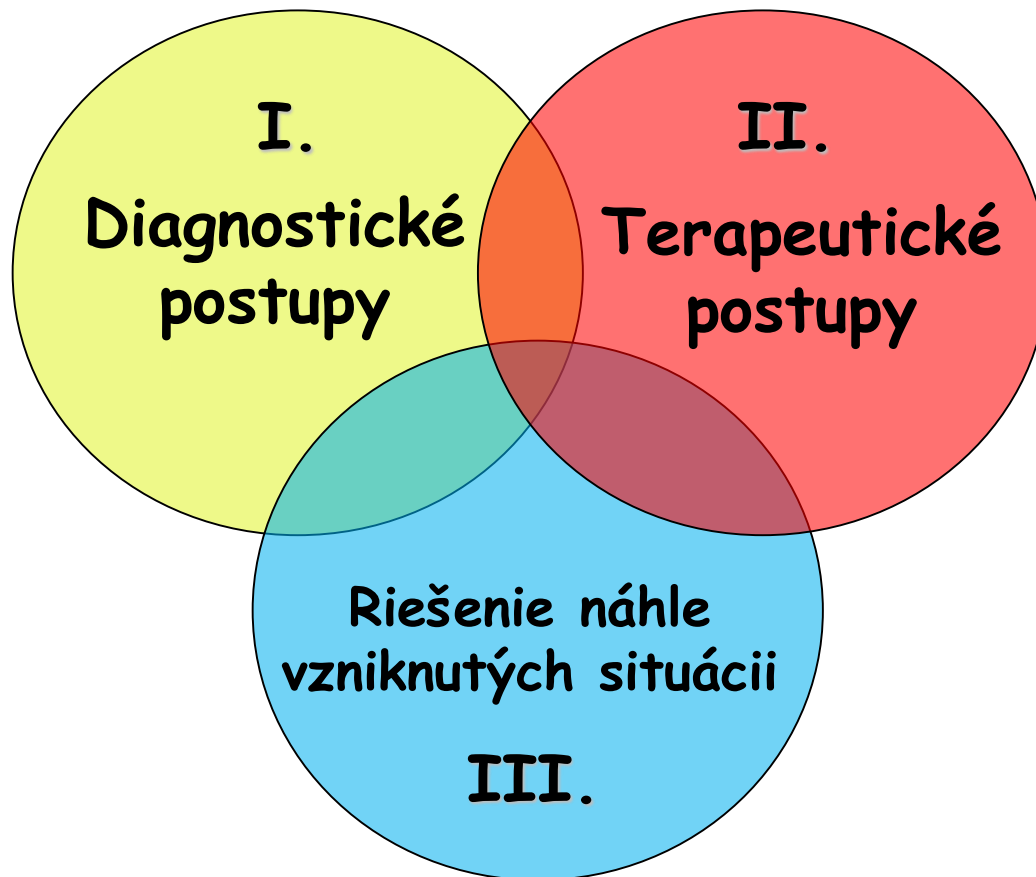
# Nemocničná fáza





# Odporučené postupy pre pediatrickú flexibilnú bronchobroskopiú

European respiratory society r.2003



# Flexibilná bronchofibroskopia



## A. Diagnostická

BAL, diff. dg.: obštrukcie dýchacích ciest, stridoru, hemoptýzy, anatomických deformít DC a iné

## B. Terapeutická

liečba atelektáz, extrakcia cudzích telies, korekcia anatomických deformít trachey a bronchov a iné

## C. Riešenie náhle vzniknutých problémov

chybná intubácia, problematická intubácia, úprava pozície a priechodnosti ETK, odstránenie príčin akútnej hypoxémie

## D. Iné

výmena ETK, kontrola pozície ETK

# Zabezpečenie ventilácie počas bronchoskopie

## Spontánne dýchajúci pacient

-tvárová endomaska

## Nedýchajúci pacient

-tvárová maska,

-nazofaryngálny vzduchovod,

-laryngálna maska,

-endotracheálna kanyla

-tracheostomická kanyla



# Endoskopická maska

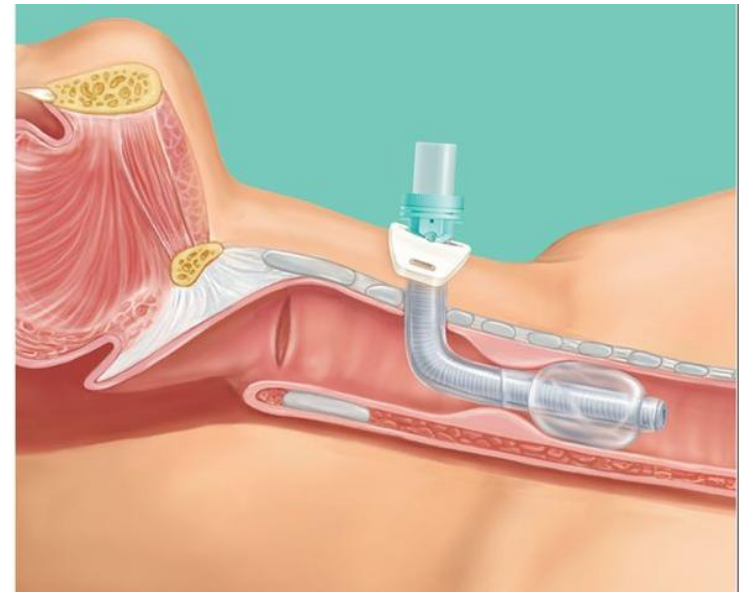


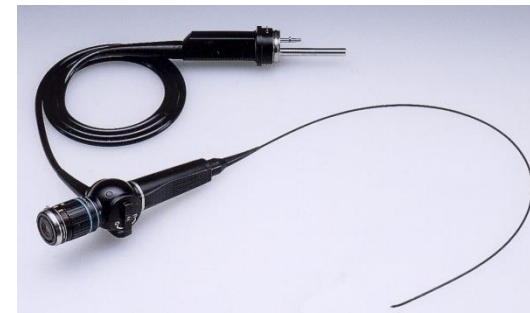
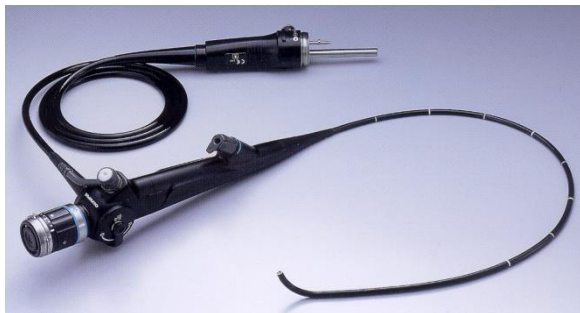
# Inzercia bronchoskopu do endotracheálnej kanyly cez spojku vo ventilačnom okruhu



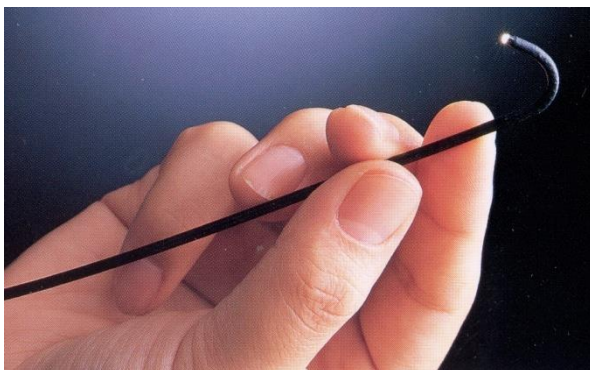


# Inzercia BFS cez ETK, TSK

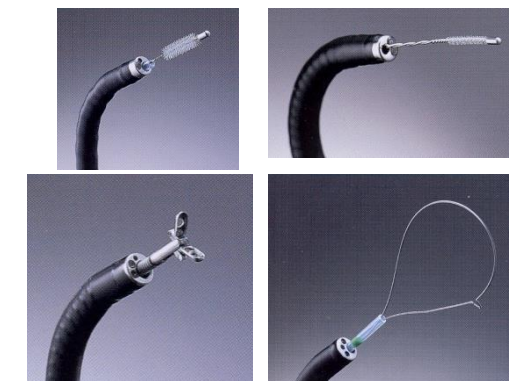




Typ	Externý priemer (mm)	Vek	Pracovný kanál (mm)
<b>Ultratenké</b>	1,8	Nedonosení novorodenci, novorodencia deti do 6 mesiacov	Nie
	2,2		Nie
	2,5		1,2
<b>Stredné</b>	3,6	Malé deti do 7 rokov	1,2
	4,0		2,0
<b>Veľké</b>	4,9	Deti nad 7 rokov	2,2
	5,9		3,0



Externý priemer bronchoskopu (mm)	Vnútrotný priemer endotracheálnej kanyly
1,8	2,5
2,2	3,0
2,5	3,5
3,6	4,5
4,0	5,0
4,9	6,0
5,9	7,0



# Flexibilná bronchoskopia v pediatrii

## Fibrooptické bronchoskopy:

- 2,5 mm Ø
- 3,5 mm Ø
- 5,0 mm Ø

## Videobronchoskopy:

- 3,5 mm Ø
- 5,0 mm Ø

## Videobronchoskopy s ultrazvukom:

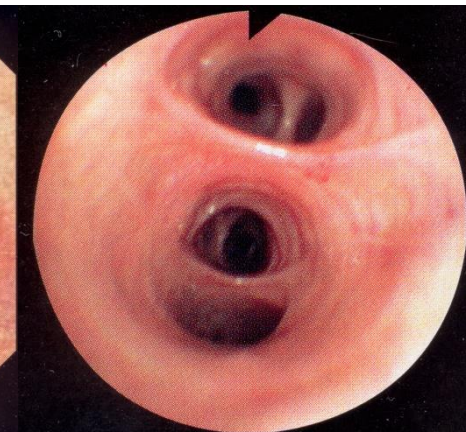
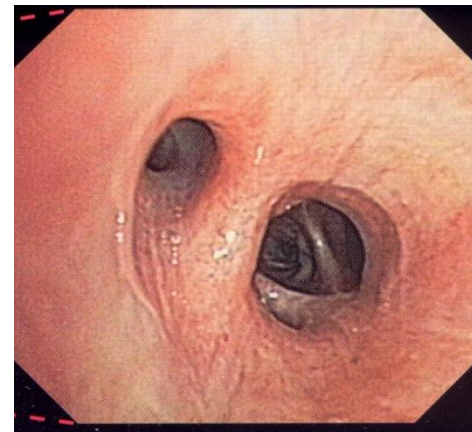
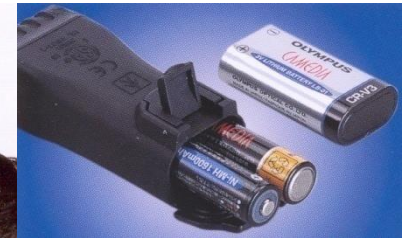
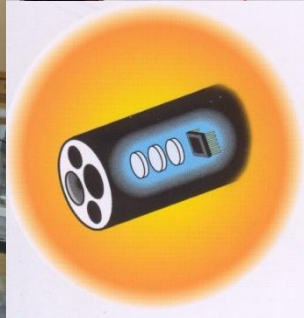
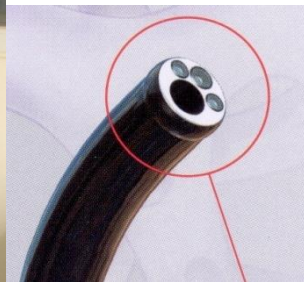
- 5,0 mm Ø

**!! Vždy musíme zvážiť: priemer ETK, TSK, vek, hmotnosť!!**

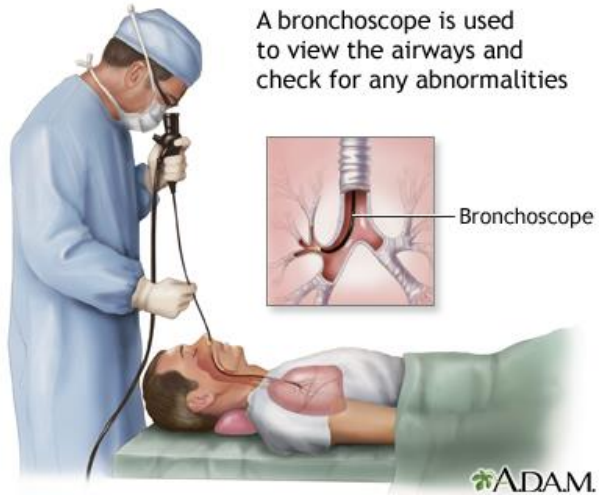


# Flexibilné bronchoskopy

## optické - digitálne - EBUS - transportné

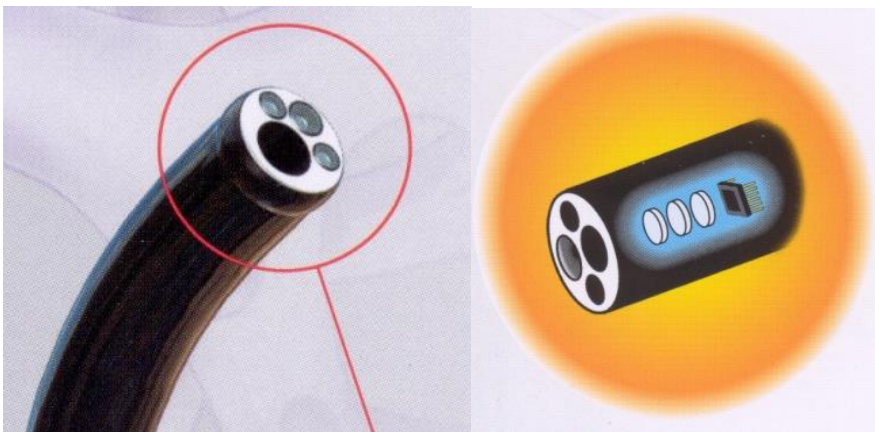


# Fibrobronchoskopy (optovláknové)





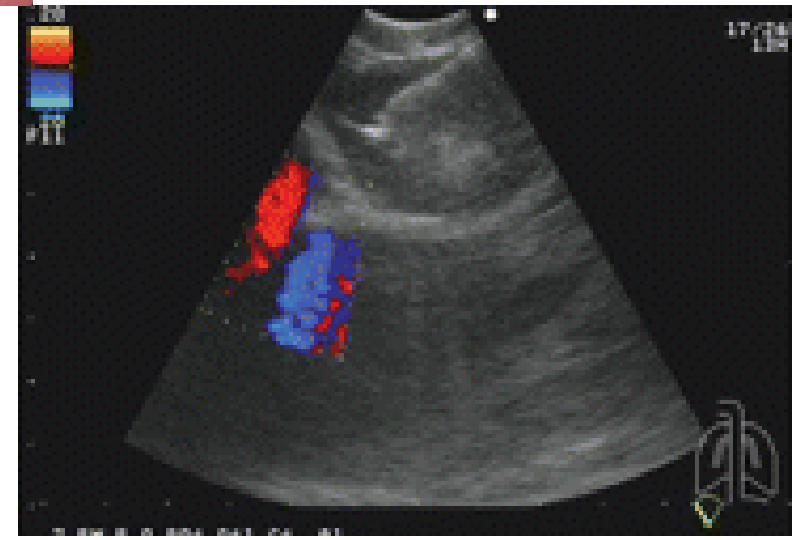
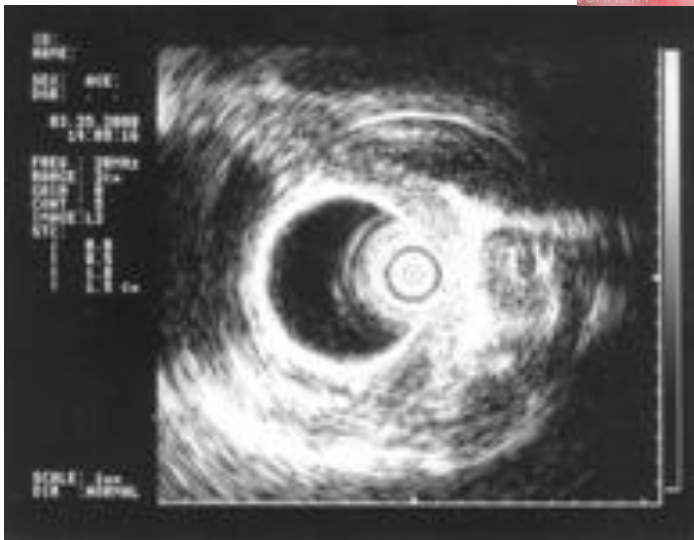
# Videobronchoskopy (digitálne)



# EBUS

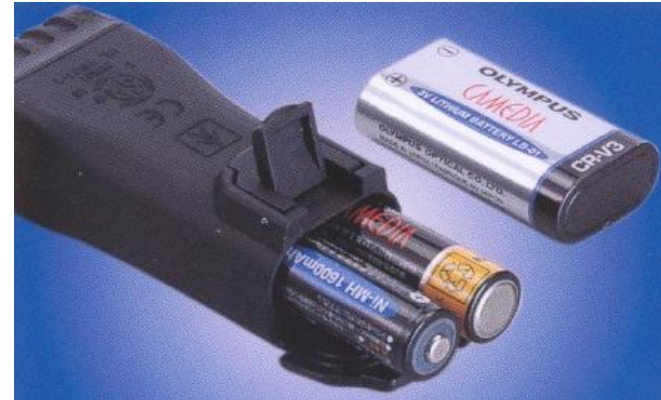
Radiálna sonda (RP EBUS)

Konvexná sonda (CP EBUS)



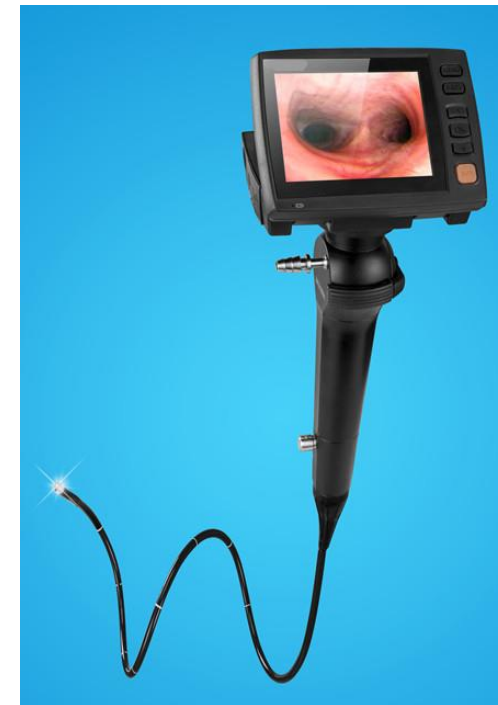


# Ultratenké fibrooptické bronchoskopy



Prenosný batériový zdroj svetla

# Ultratenké bronchoskopy

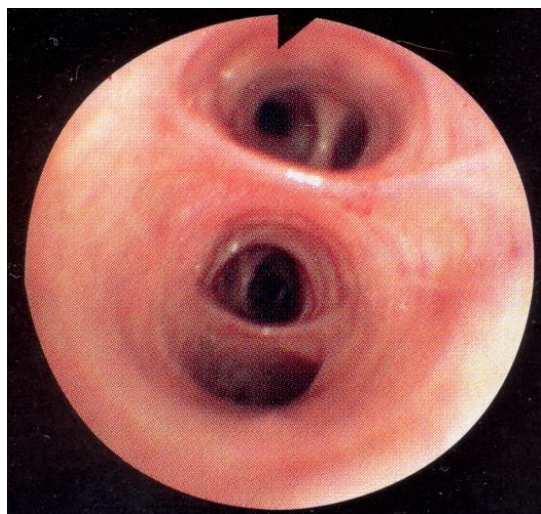




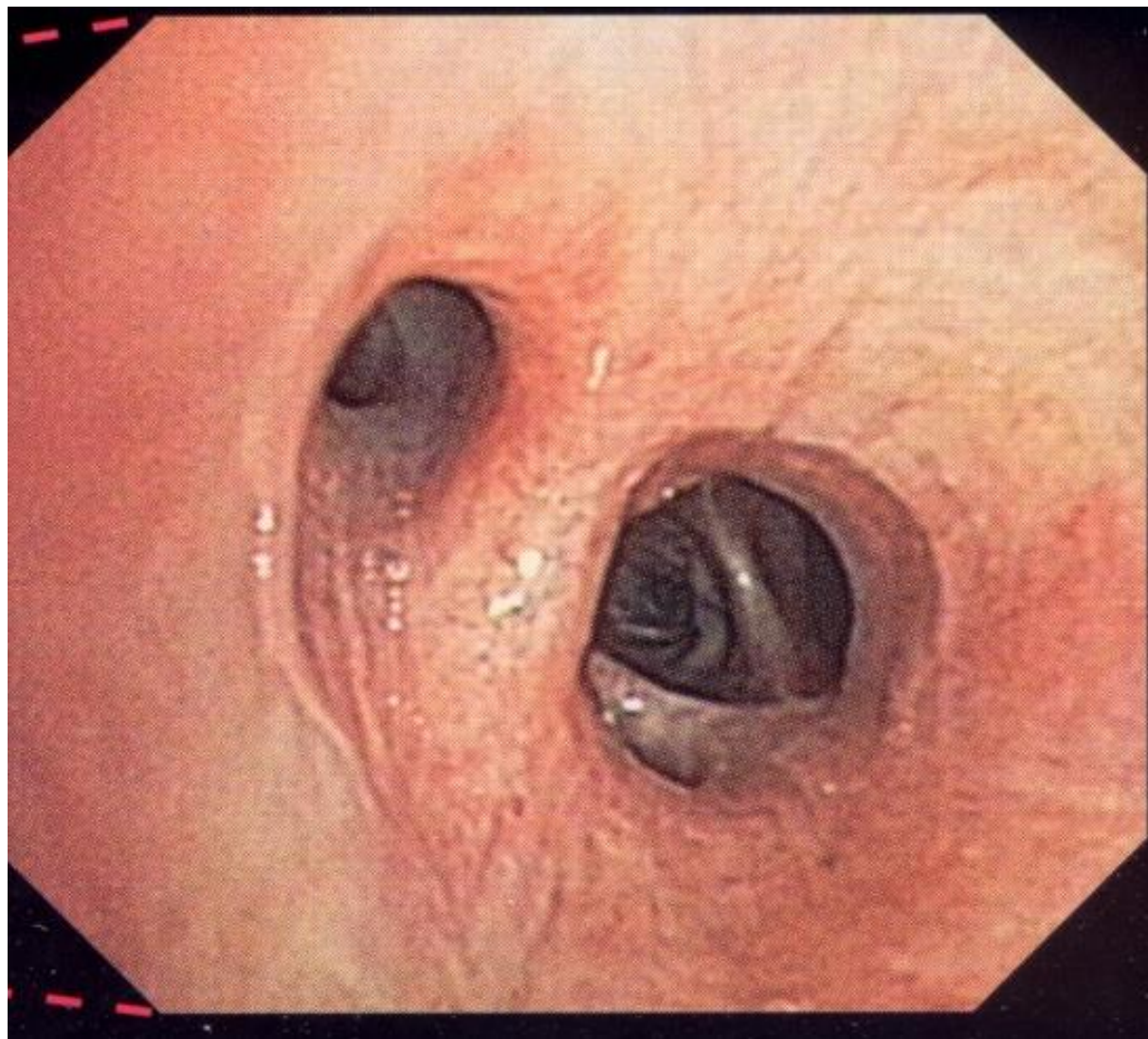
# Rozdiel v kvalite a veľkosti obrazu



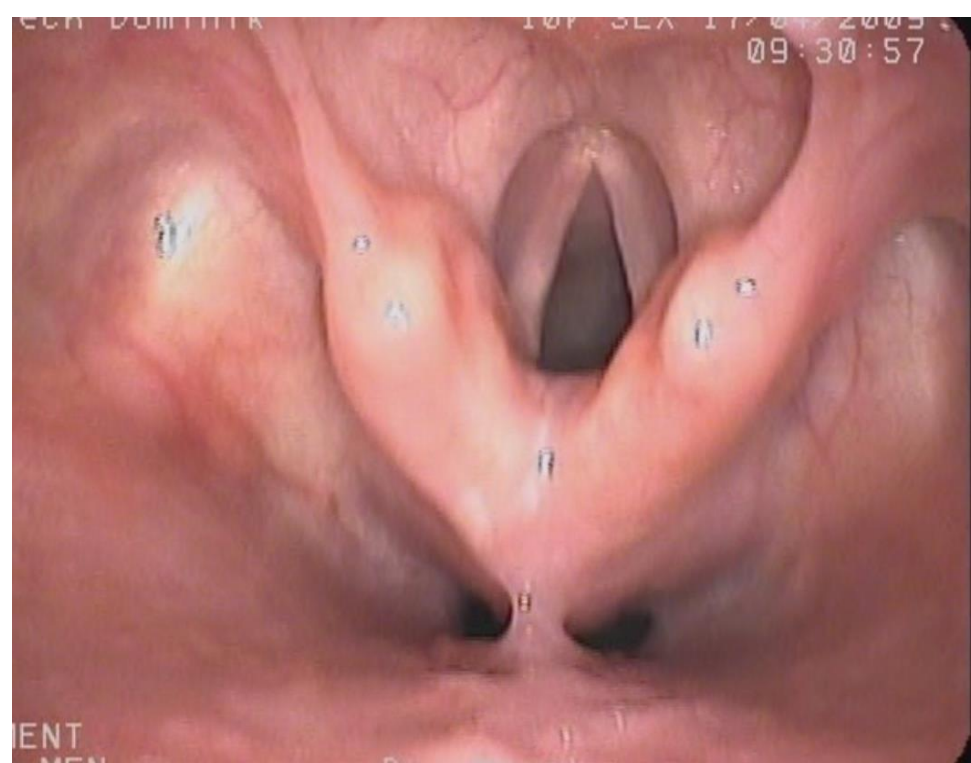
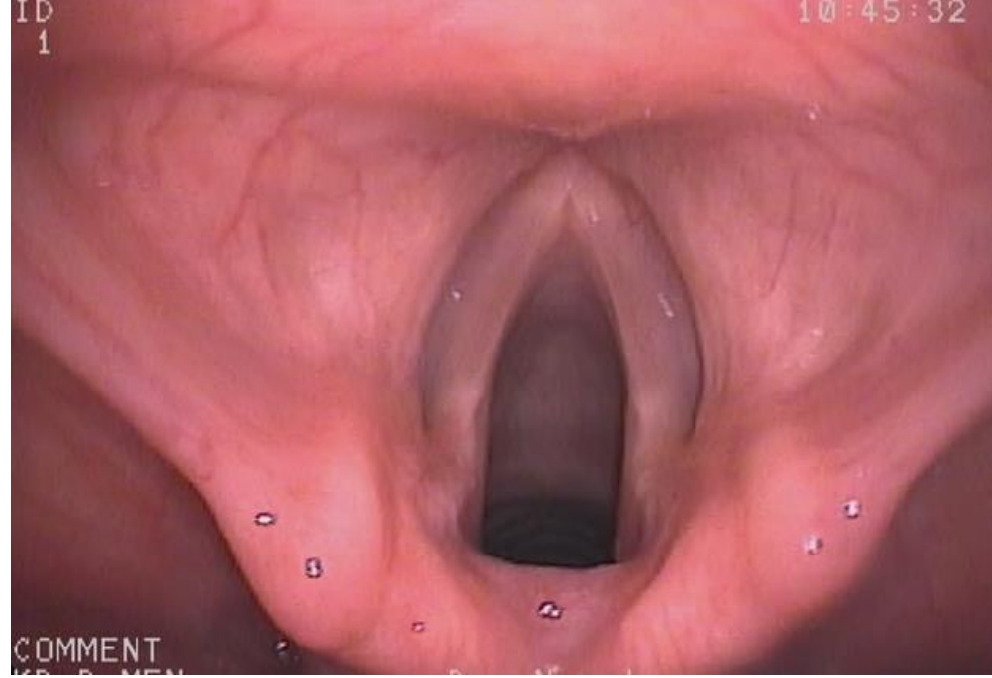
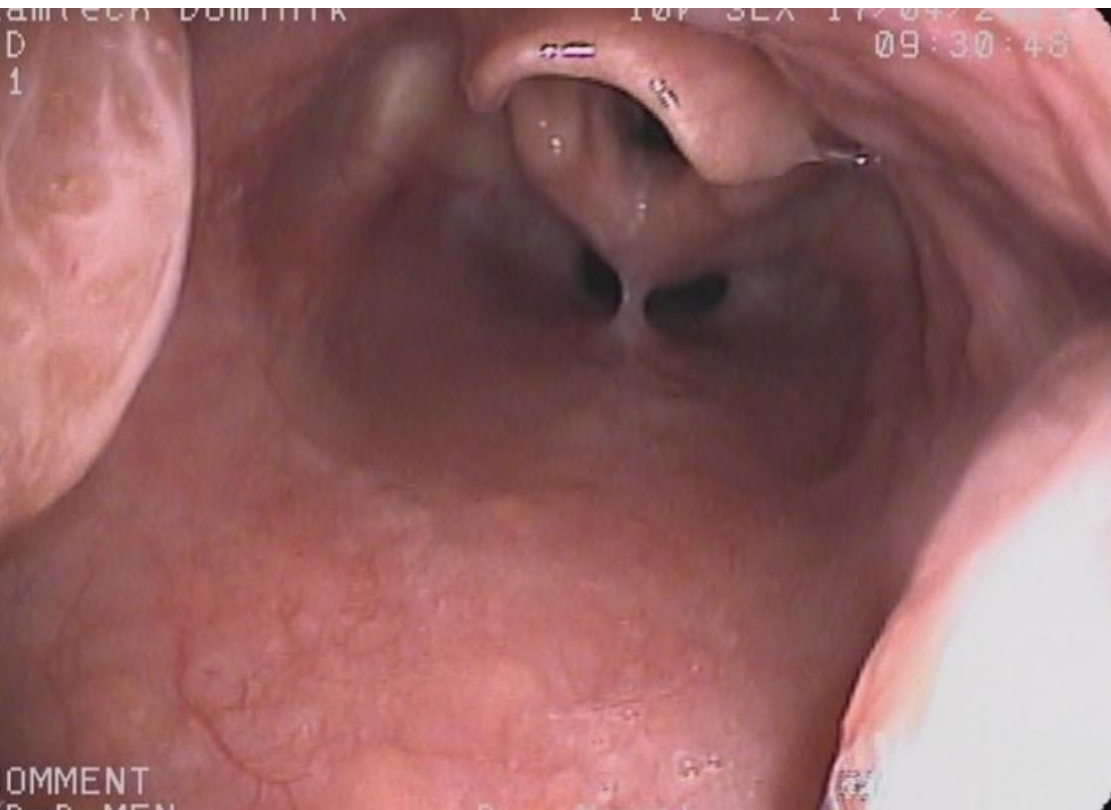
BFS



BFS + CCD



Videobronchoskop







# Case report I.



17 r.dievča ktoré prešla vlečka naložená cestným valcom



# Case report - vstupné diagnózy

---

- Polytrauma
- Ruptúra heparu
- Ruptúra diafragmy
- Traumatický šok
- Hemoperitoneum
- Kontúzia hrudníka
- Kontúzia brucha
- ARDS
- Pneumomediastinum
- Pneumopericard
- Pneumothorax I.dx.
- Fr.os pubis I.dx. disloc.
- Susp.kraniotrauma
- Kontúzia sleziny
- Kontúzia pankreasu
- Fluidothorax I.sin.

# Case report - časový priebeh

10:00  
úraz  
BLS

10:15  
PALS  
OTI

10:45  
- transport  
hospitalizácia

10:55 - 14:00  
- Urgentná  
laparotómia  
- Prevoz na  
KDAIM

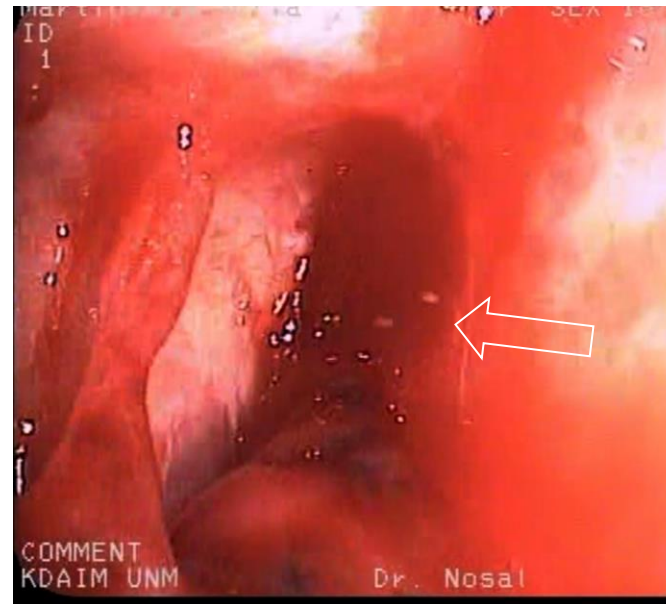
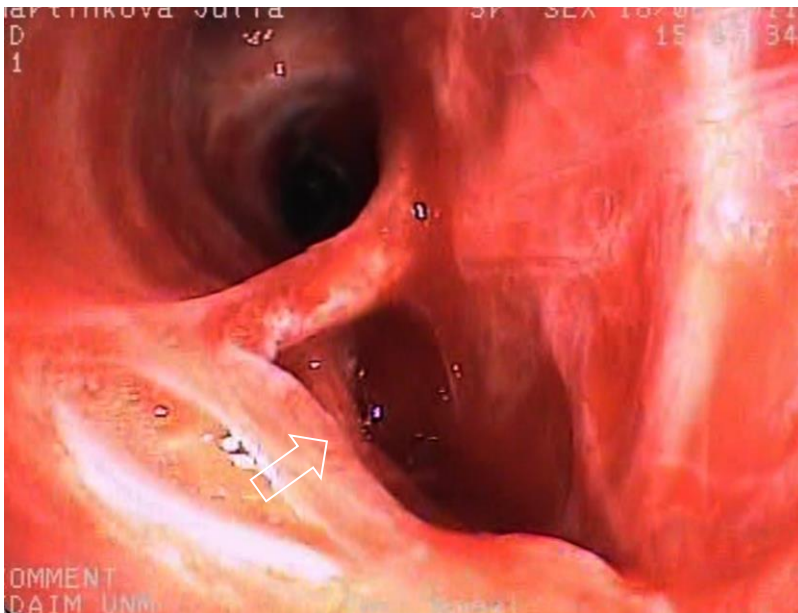
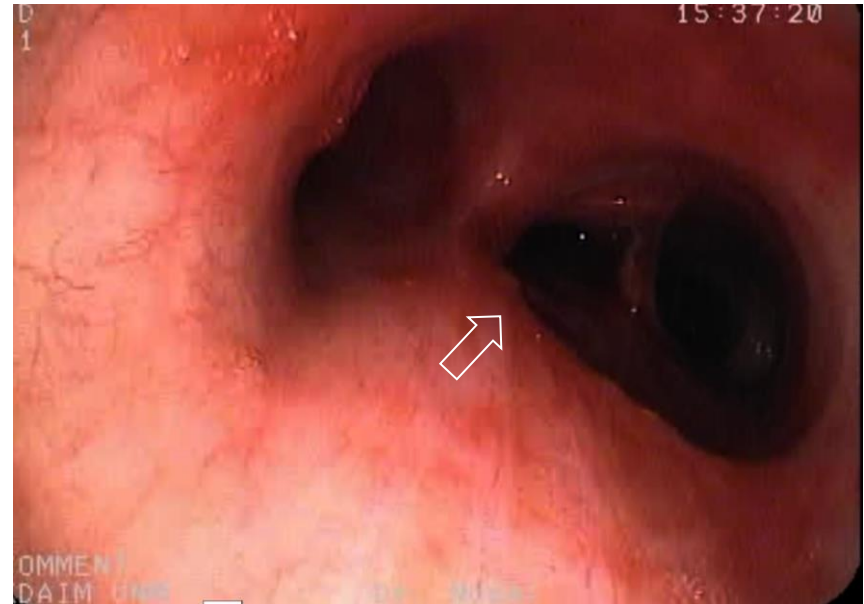
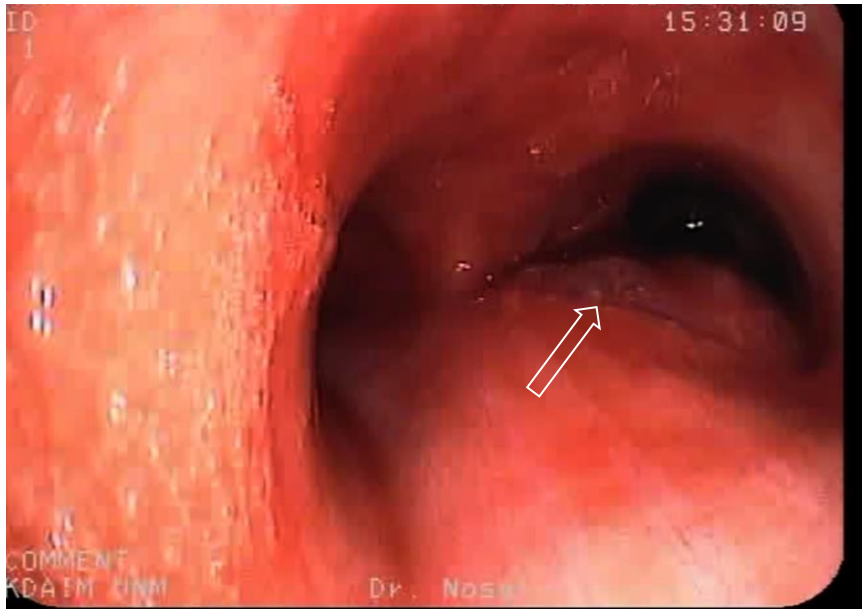
14:30  
RTG hrudníka

15:30 - 16:00  
urgentná BFS

18.6.2011



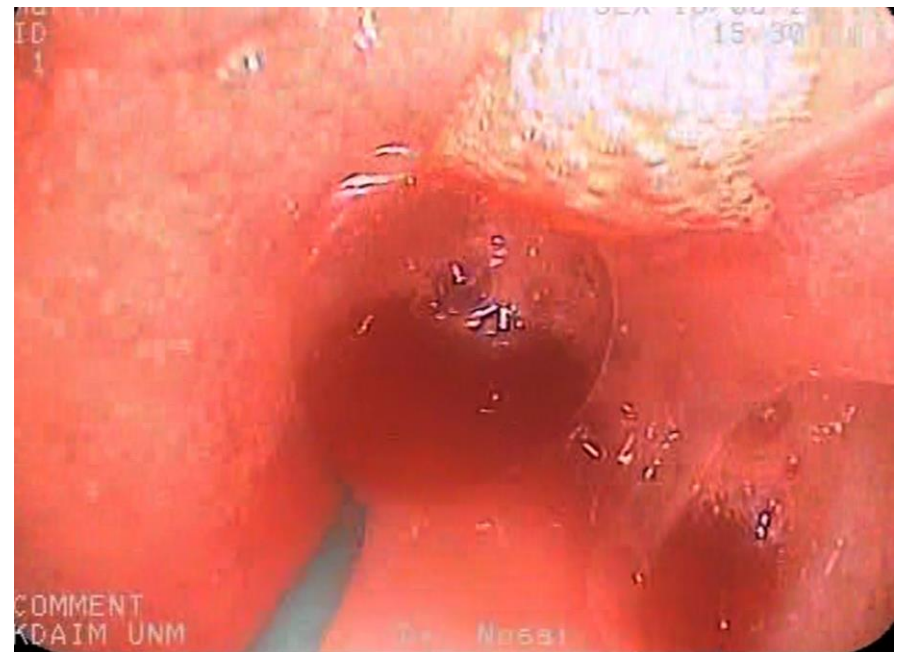
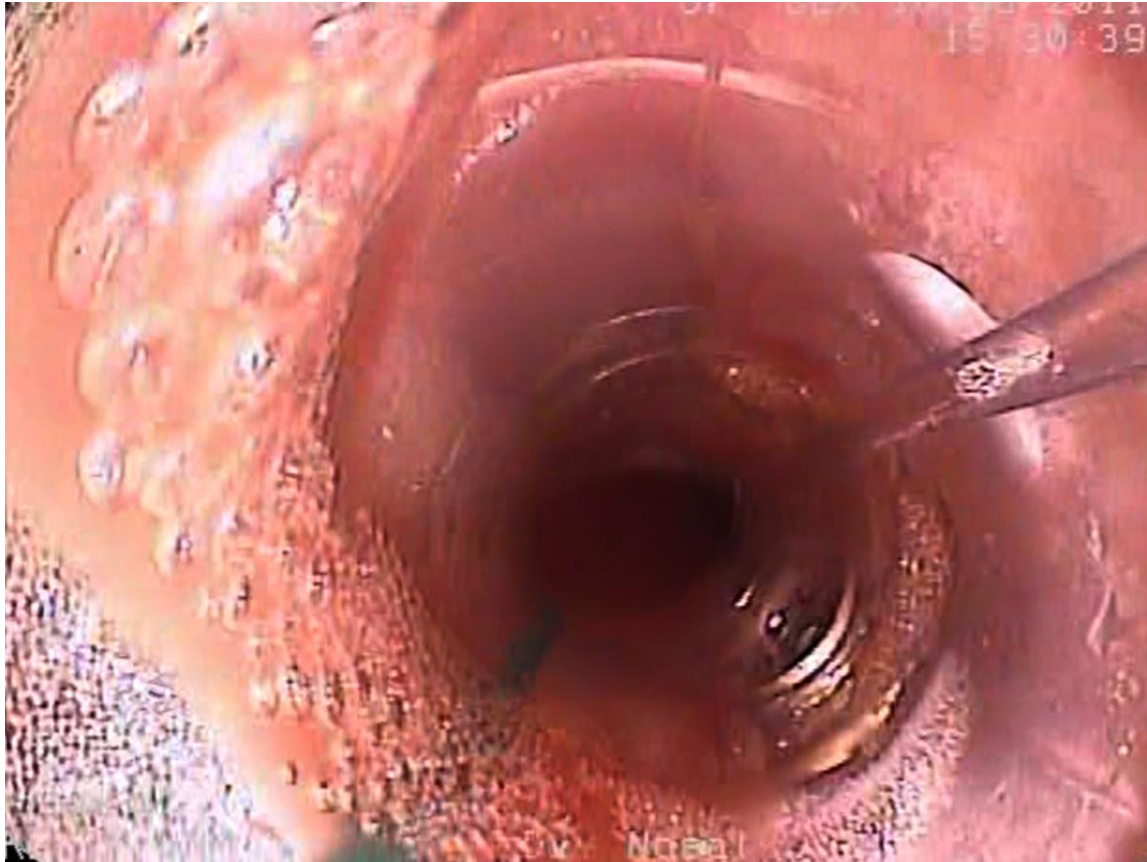
# Prvá BFS 18.6.2011



# Case report - časový priebeh



# BFS krvácanie z DC na OS 19.6.2011



# Case report - časový priebeh

18.6.2011 18:25 - 19.6.2011 15:00  
Hypoxémia (21 hodín)  
Saturácia kyslíka 40-85%, nízke  $paO_2$   
Hypoxia mozgu

10:00  
úraz  
BLS

10:55 - 14:00  
laparotómia

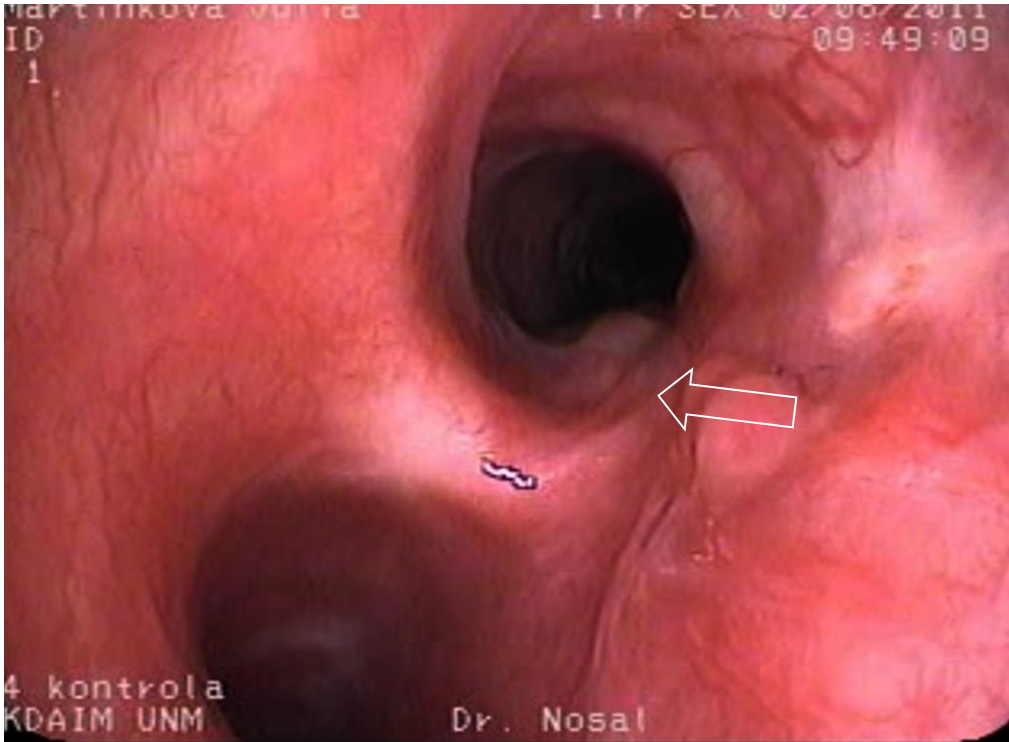
17:00 - 21:00  
Operácia hrudníka

18.6.2011 - 19.6.2011



# Posledná BFS (video 3)

(video 3)





24/09/2011 02:05

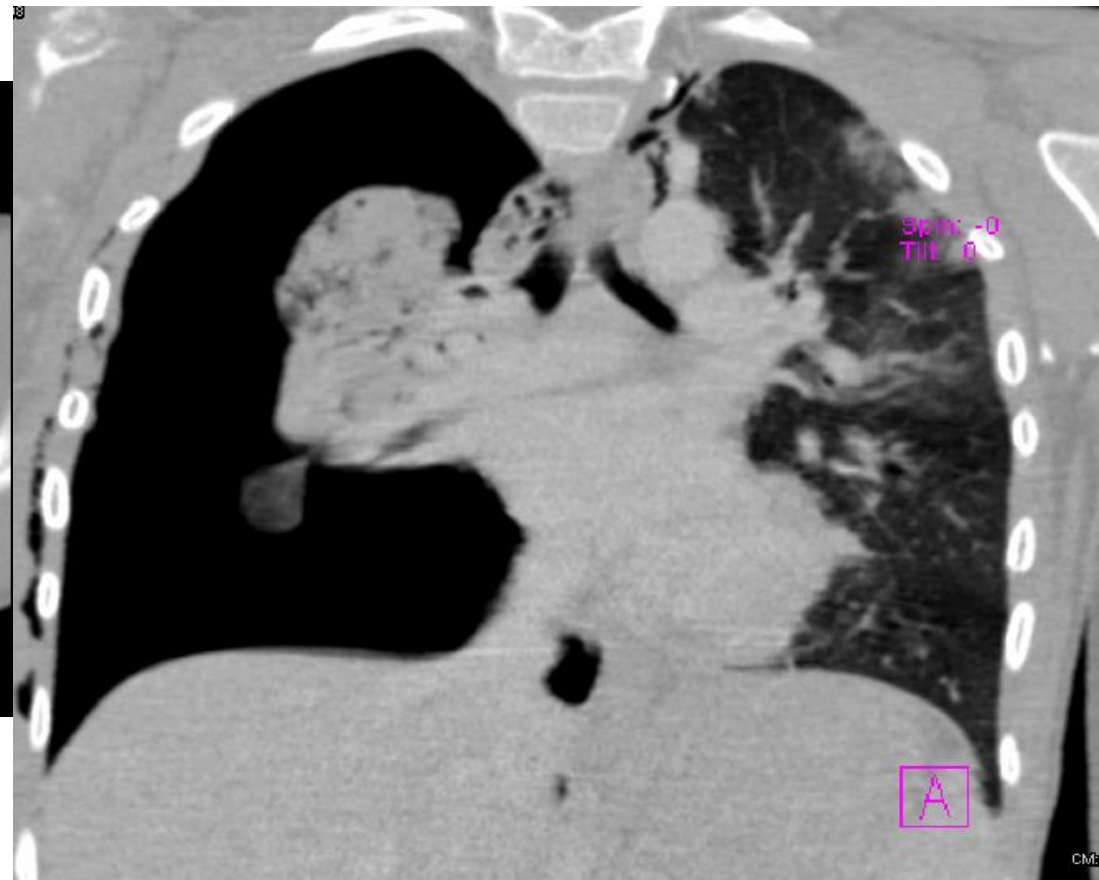
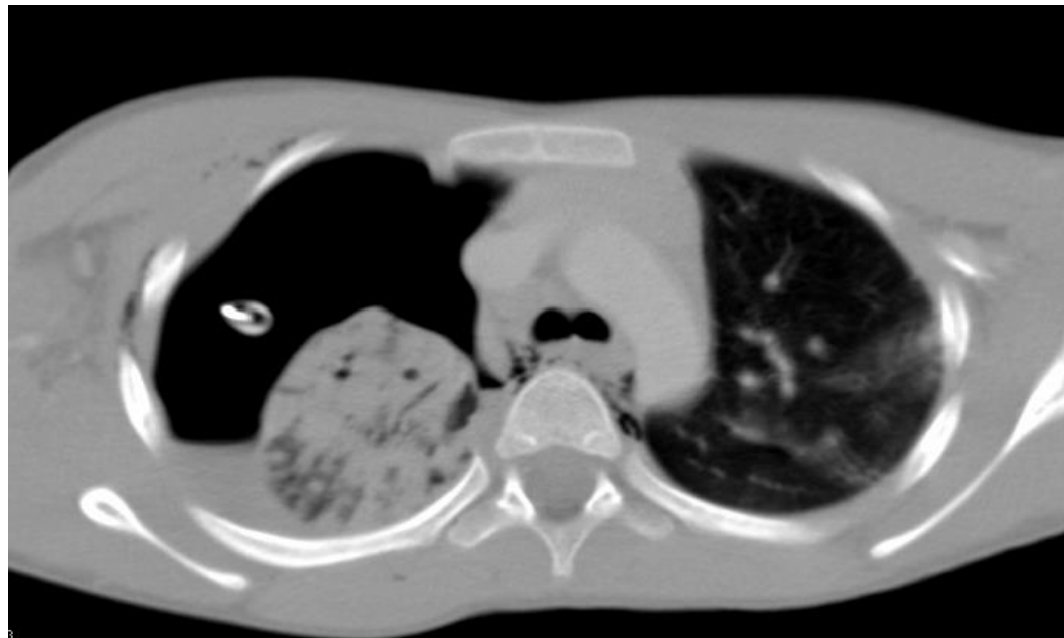


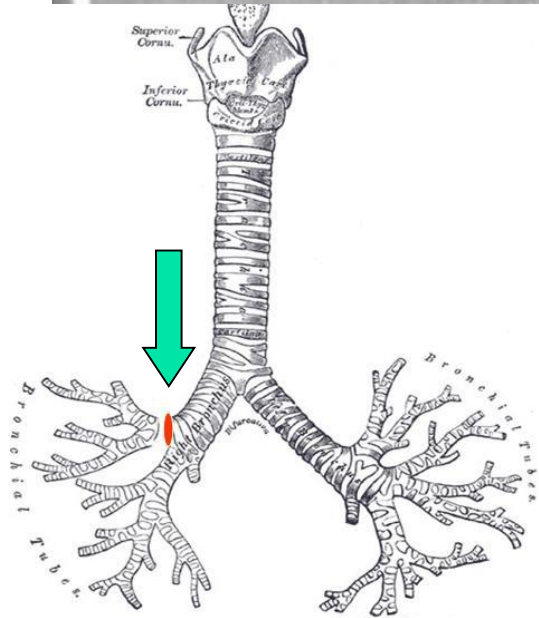
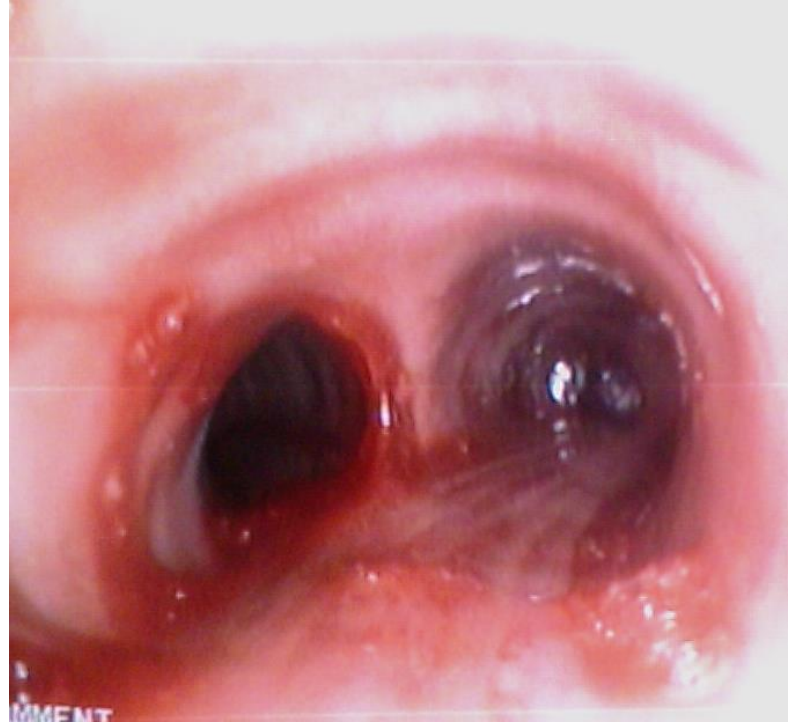
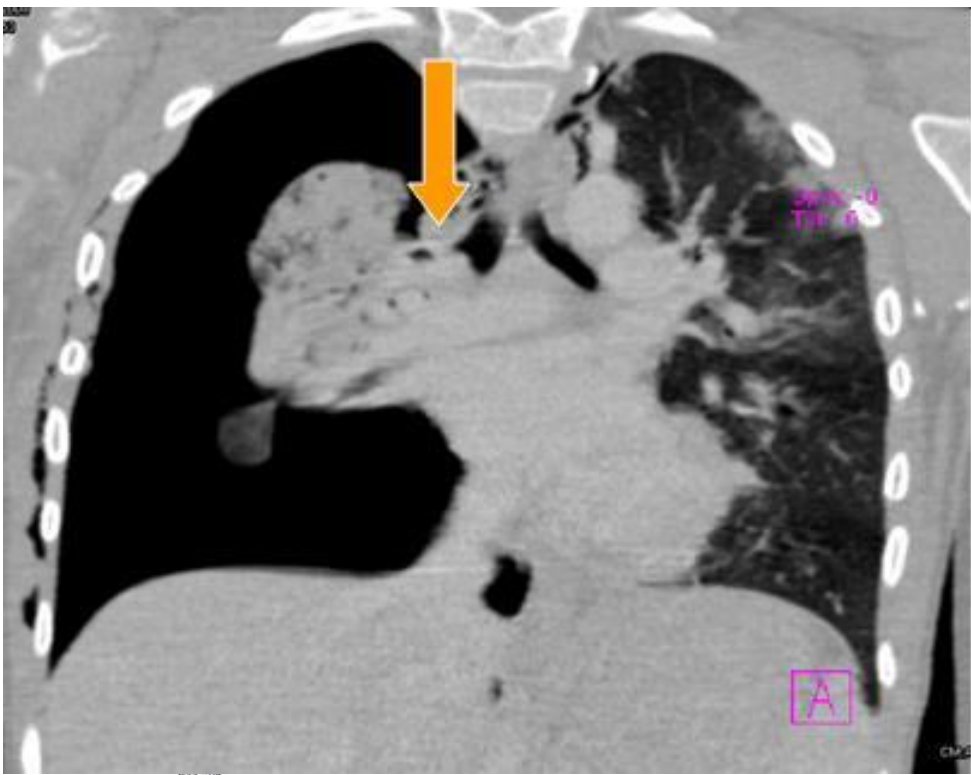
24/09/2011 02:16



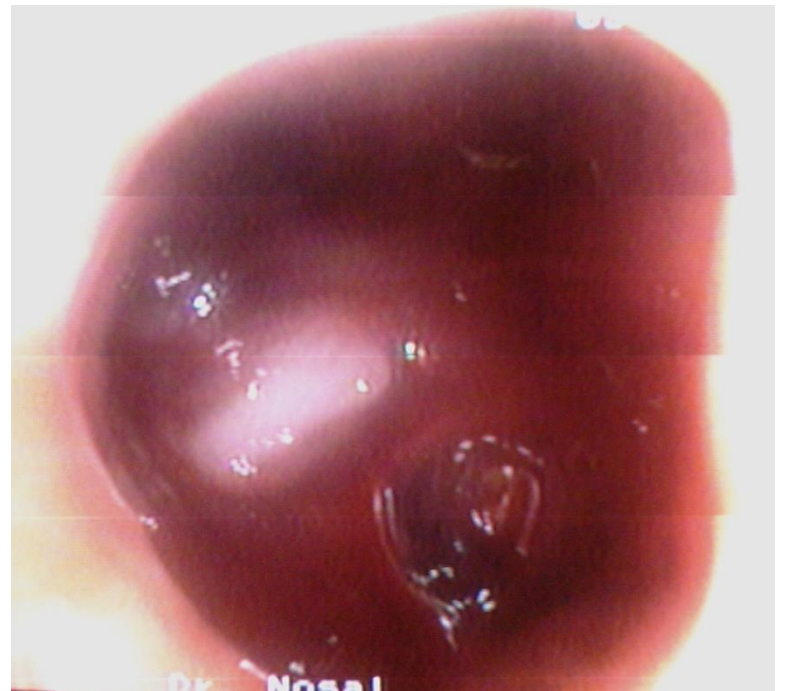
# Case report II

(11.r.Ch. – spadol na kolená z rebrín na telesnej výchove – len pokašliaval)

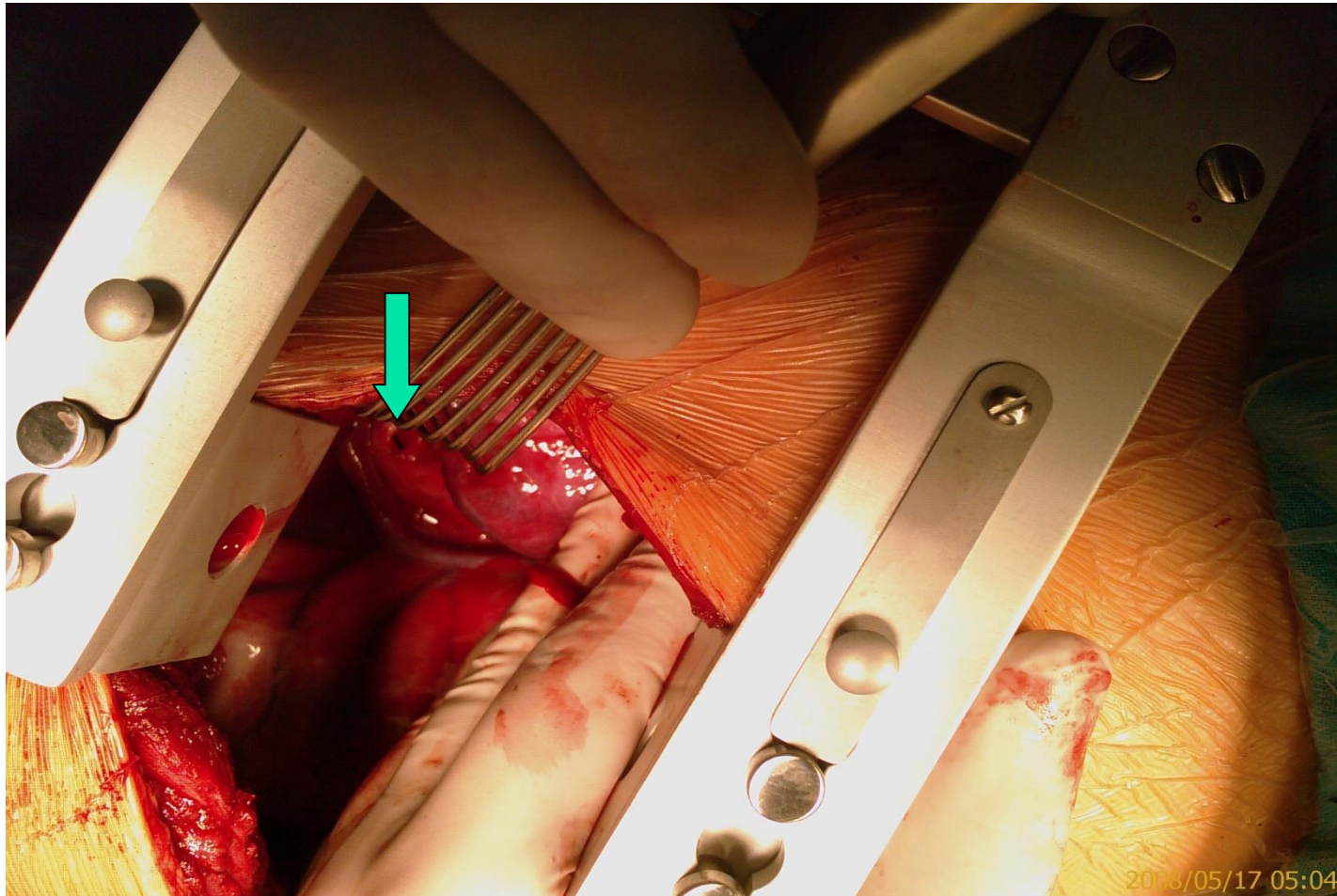




Kompletná ruptúra pravého apikálneho subsegmentálneho bronchu



# torakotómia– rekonštrukcia bronchu



# **Komplikácie tracheostómie**



# Kazuistika

- 18 ročný chlapec - autonehoda na štvorkolke
- nájdený v potoku – **GCS: 5** → OTI → OAIM NsP

**CT:** drobné hemor.-kont.ložiská supratentoriálne, kontúzia pľúc, drobná aspirácia,

- Indikovaná **punkčná dilatačná tracheostómia** neúspešná – malpozícia kanyly
- Reintubácia OTI – hlboko až ku bifurkácii (cuff)
- Preklad na KDAIM UNM

# KDAIM

**realizované bronchoskopické vyšetrenie:**

- **rozsiahla perforácia pars membranacea trachey**
- **traumatické poškodenie pars cartilaginea v subglotickej časti trachey so stenózou trachey**
- **rozsiahla perforácia prednej steny ezofagu**
- **tracheomalácia dolnej časti trachey**



## Perforovaná trachea a ezofagus



**Perforovaná pars membranacea trachey,  
perforovaná stena pažeráku a naložený  
stent v pažeráku**

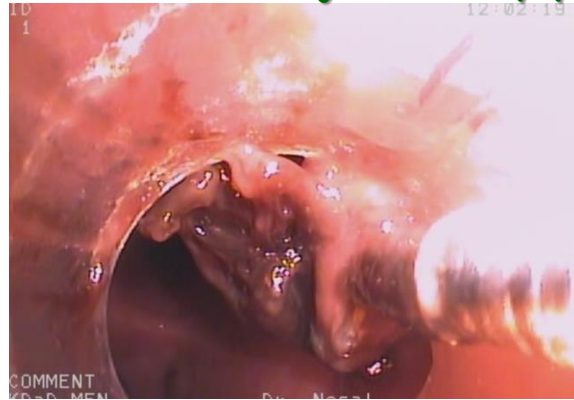
# Výkon nebol pod endoskopickou kontrolou

„takto by tomalo vyzerat' Lege artis“

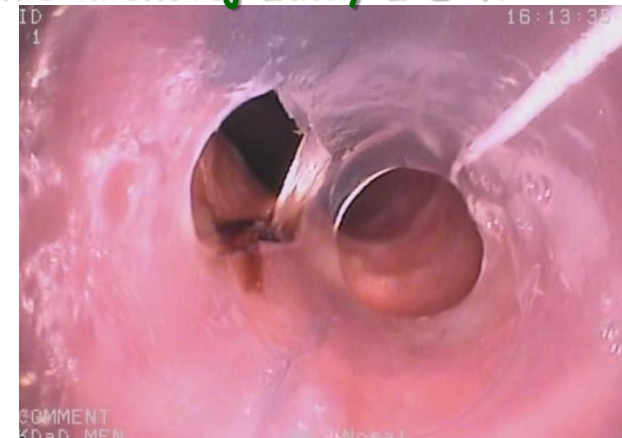
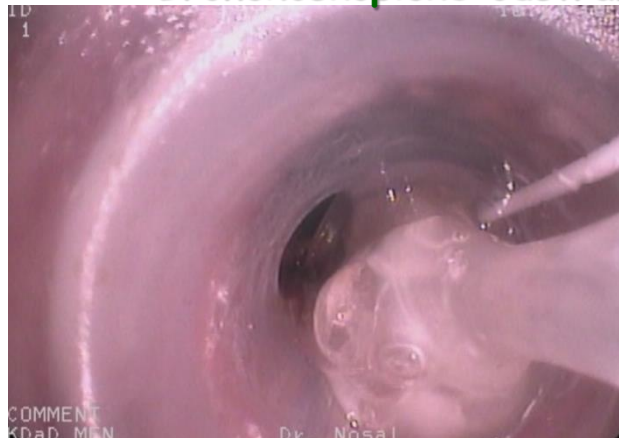


# Extrakcia hlienových zátiek a koagúl

## Bronchoskopická extrakcia krvnej zrazeniny po kontúzii pľúc



## Bronchoskopické odstránenie hlienovej zátky z ETK





# Stenty u detí

---

Zatiaľ len „raritné“ použitie pre prevahu ich nežiadúcich vlastností

S rastom detí rastie a mohutnie aj tracheobronchiálny stróm:

- dlhodobé stenty nie sú vhodné
- veľká tvarová a lúmenová variabilita
- množstvo komplikácií



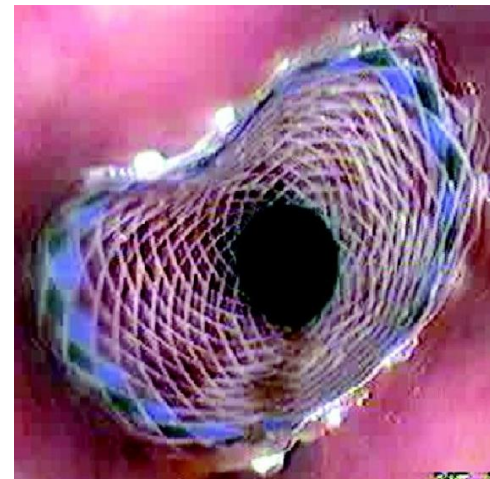
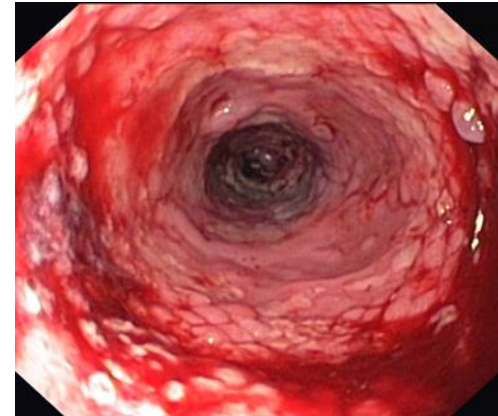
# Stenty u detí - komplikácie

- ❖ Obmedzenie mukociliárneho transportu (hlavne celoplašťové stenty)
- ❖ Prerastanie granuláciami - restenotizácia DC,
- ❖ Problematická extrakcia - zarastajú do steny DC
- ❖ Nemenia tvar - pri raste DC, ostávajú v pôvodnej veľkosti a tým restenotizujú DC (ťahajú naspäť stenu DC)



# Stenty u detí - komplikácie

- ❖ Malpozícia stentu - pri raste DC stent môže zmeniť lokalitu aj polohu a tým obturovať DC
- ❖ Krvácanie a perforácie- nadmerným tlakom na steny DC
- ❖ Môžu sa ľahko deformovať externým tlakom
- ❖ Ťažko sa odhaduje ideálne nastavenie priemeru stentu "primerané veku"



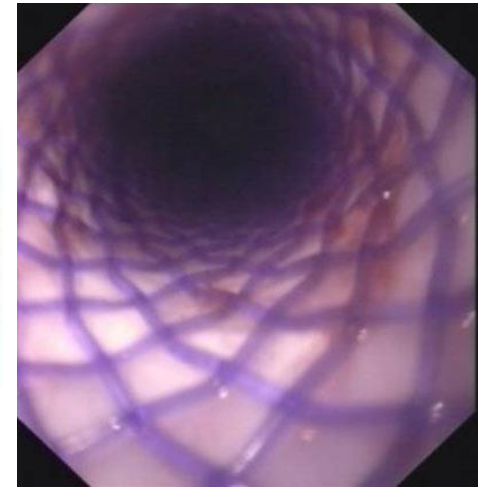
# Biodegradabilné samoexpanzné stenty (polydioxánonové stenty)

- pôvodne boli vyvinuté pre liečbu ezofageálnych, intestinálnych, biliárnych a vaskulárnych stenóz
- od r.1998 sa experimentálne využívajú na liečbu TB stenóz
- klinicky sa používajú len posledných pár rokov
- **Eliminujú väčšinu komplikácií klasických stentov**





## polydioxánonové stenty

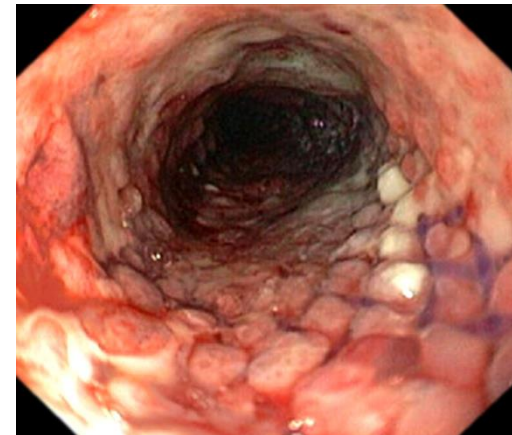
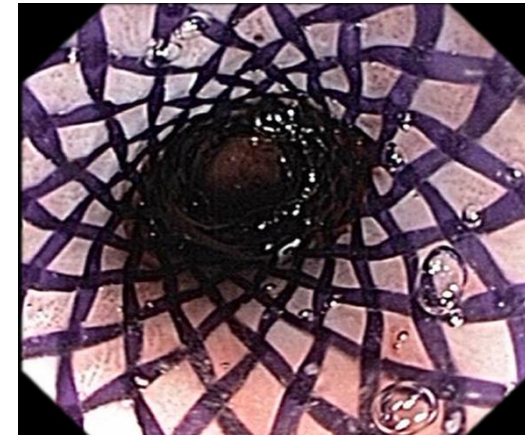


- semikryštalické, biodegradabilné polyméry zo skupiny polyesterov
- monovláknové s excelentnou flexibilitou
- majú pamäťovú stopu a tendenciu expandovať
- degradácia prebieha hydrolýzou na podklade nízkeho pH
- rozpadajú sa na malé organizmu neškodné produkty



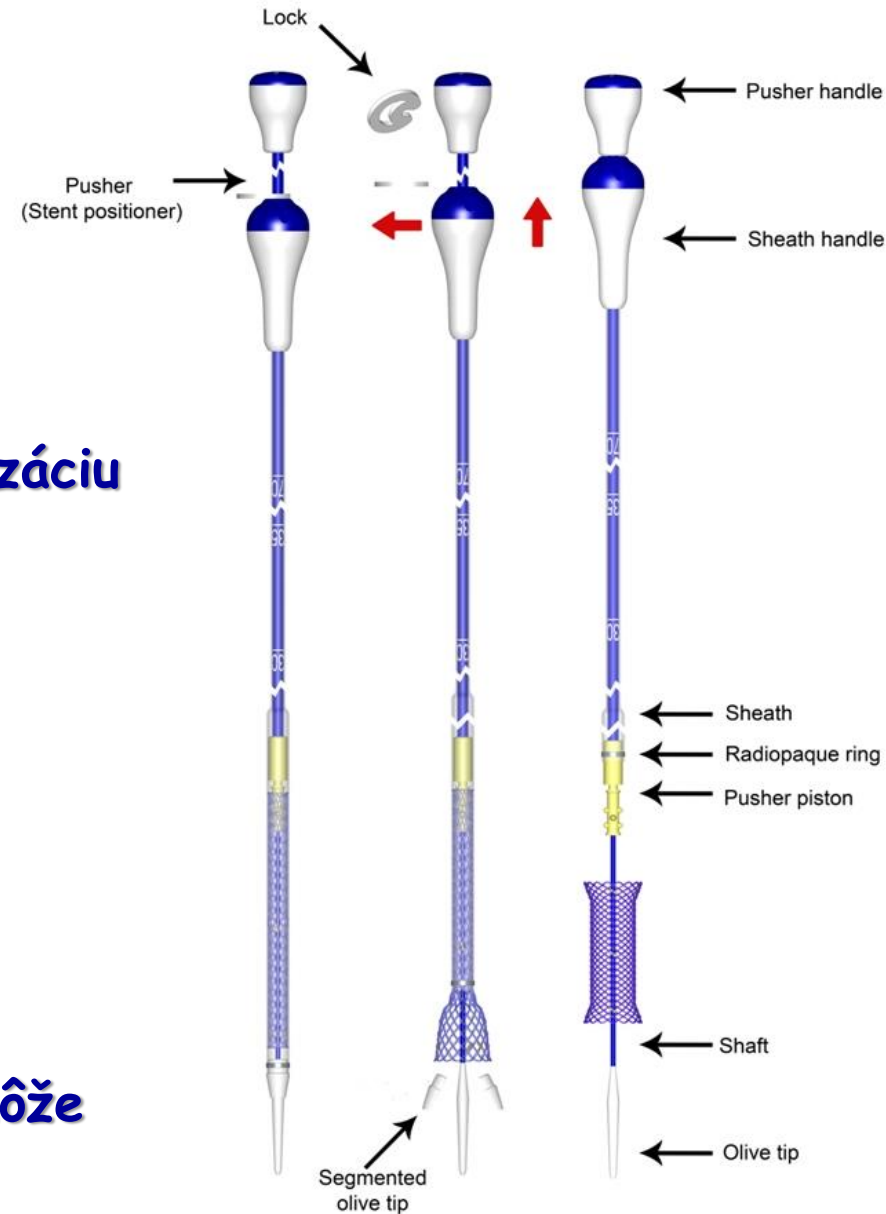
# polydioxánonové biodegradovateľné stenty

- "skoro ideálne vlastnosti"
- celistvosť stentu a zachovanie radiálnej sily: 6-8 týždňov od implantácie
- oproti konvenčným metódam majú predĺženú dobu dilatácie
- stent sa rozpadá 11-12 týždňov po implantácii
- netreba ho vyberať
- na koncoch a v strede majú kontrastné značky
- dokážu ich vyrábať "skoro na mieru pacienta"



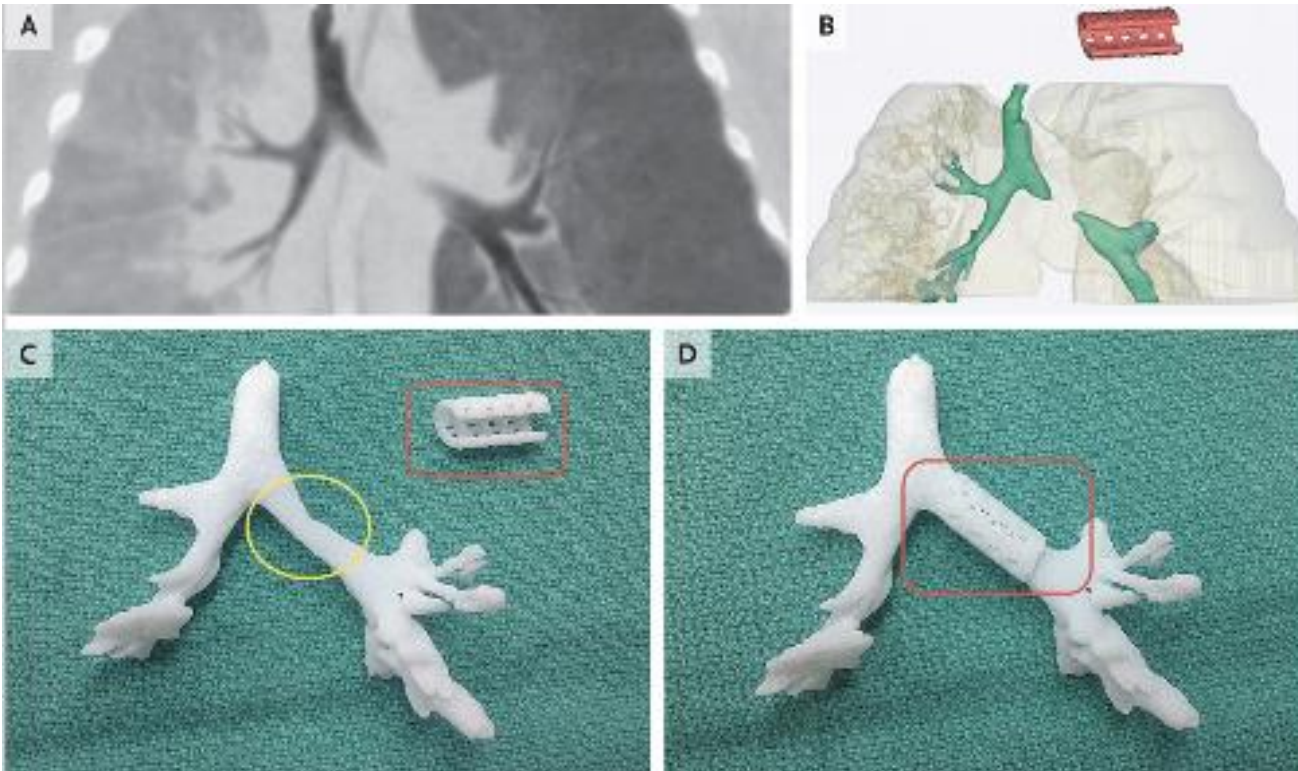
# „Nevýhody“

- zložitejšie inzerovanie stentov
- zavadzač stentu neumožňuje priamu vizualizáciu miesta inzercie
- pod skiaskopickou kontrolou
- potrebné apnoe pacienta cca 100-140 s
- neodhadnutie správneho priemeru stentu môže viesť k jeho migrácii v DC



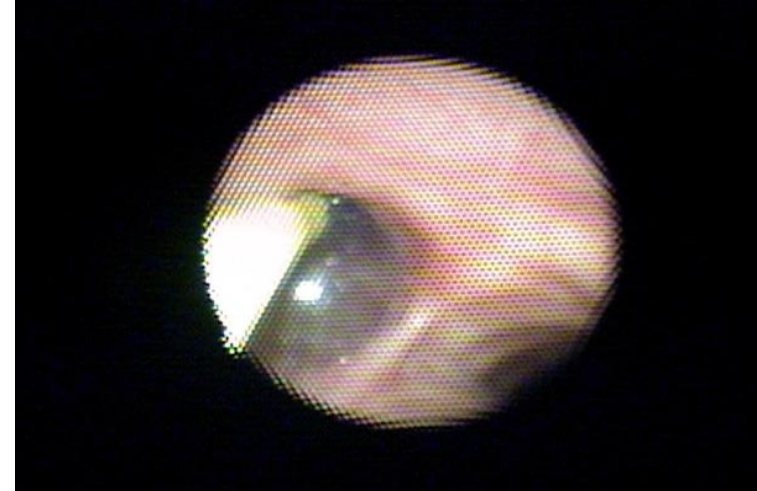
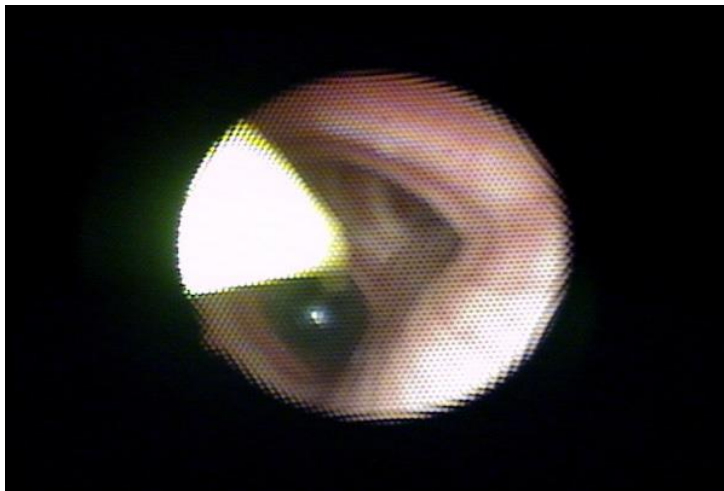
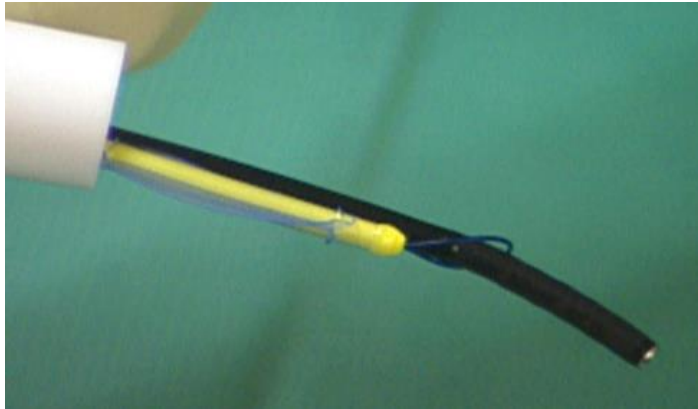
# Novinky a budúcnosť stentov

- Výroba stentu "na mieru" pacienta
  - CT 3D rekonštrukcia
  - Vytvorenie 3D modelu na 3D tlačiarňi
  - výroba samotného stentu (polydioxanon, kmeňové bunky)





# Selektívna bronchoskopická intubácia (unilaterálna ventilácia pľúc)





# Bronchoskopická intubácia

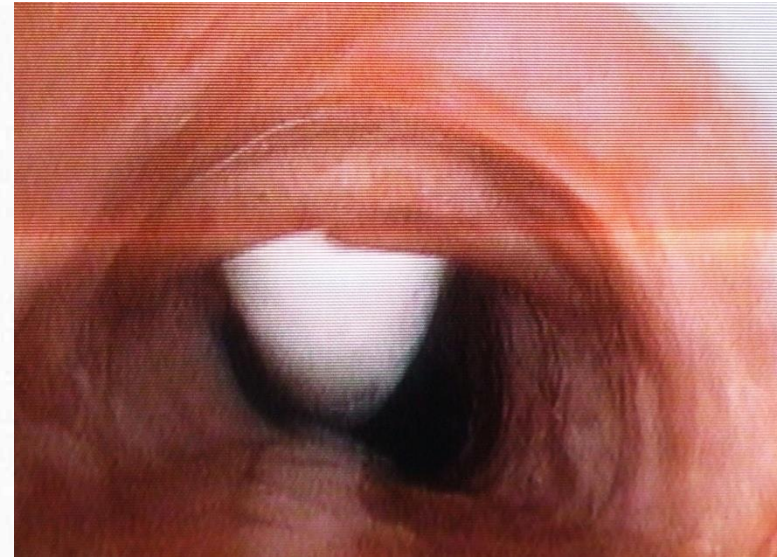
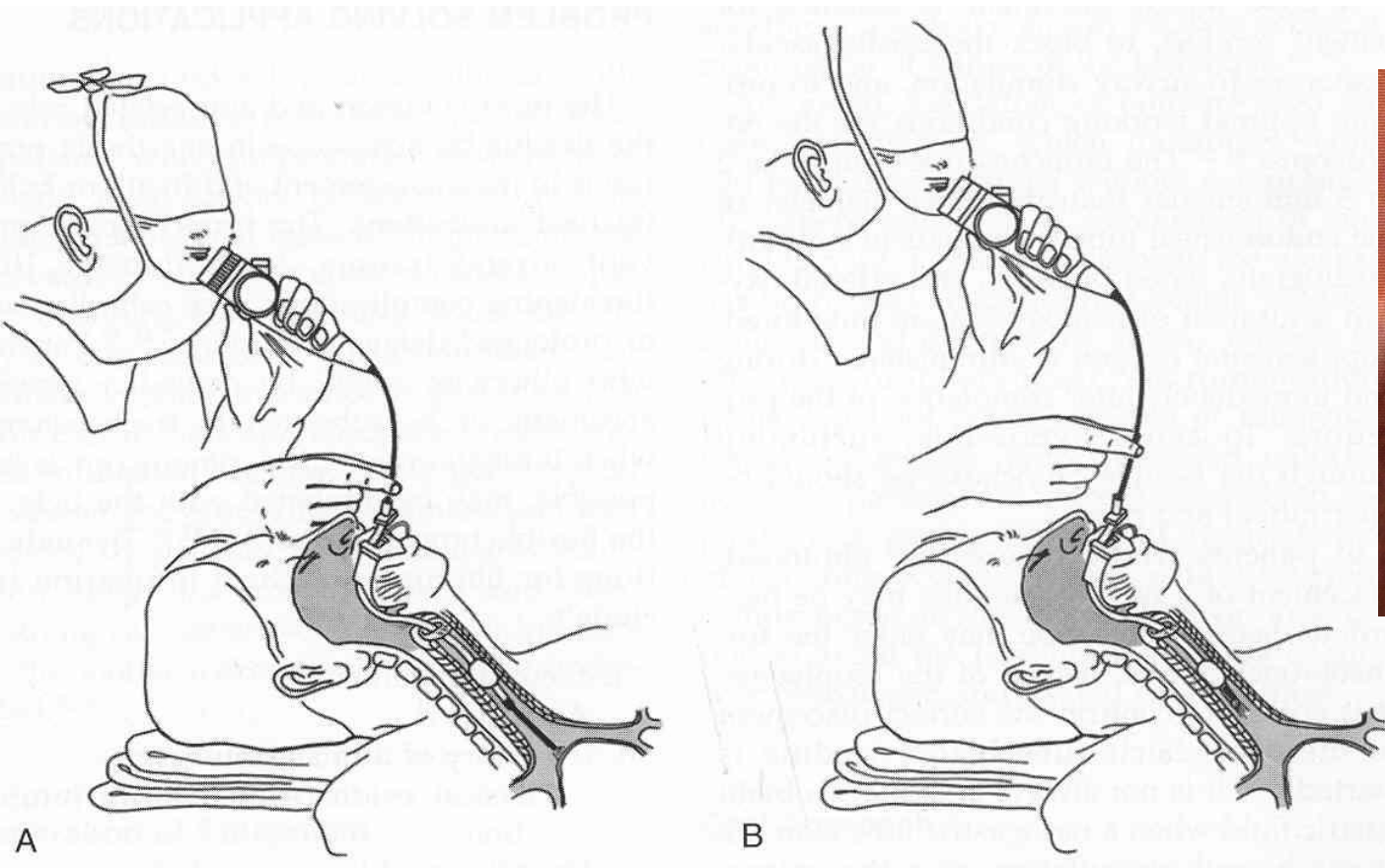
---

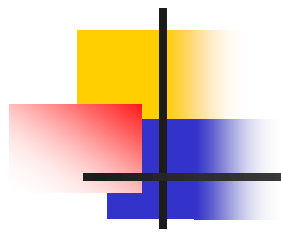
Všetky vekové kategórie !!!!

Zvlášť u problematicky intubovateľných pacientov:

- Kraniofaciálne dysmorfie
- Infekcie (epiglottitída)
- Traumy (kraniotraumy, traumy hrudníka a krku)
- Popáleniny a inhalačné poškodenie DC
- Tumory krku
- skolióza

# Bronchoskopická kontrola polohy a priechodnosti endotracheálnej kanyly





Ďakujem za pozornosť