

ATESTAČNÍ OTÁZKY Z OBORU ANESTEZIOLOGIE A INTENZIVNÍ MEDICÍNA

Interakce srdce a plic

Říha H.^{1,2}, Vrzal J.¹, Kotulák T.^{1,2}, Černý V.³⁻⁶

¹Klinika anesteziologie a resuscitace, Kardiocentrum IKEM, Praha

²Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy

³Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Lékařská fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova

⁴Klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny, Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví

⁵Centrum pro výzkum a vývoj, Fakultní nemocnice Hradec Králové

⁶Dept. of Anesthesia, Pain Management and Perioperative Medicine, Dalhousie University, Halifax, Kanada

Anest intenziv Med. 2017;28:260–262

1. Vymezení otázky a struktura problematiky/tématu
2. Důležité body
3. Reference, užitečné odkazy a zdroje apod.

VYMEZENÍ OTÁZKY A STRUKTURA PROBLEMATIKY/TÉMATU

- Oběhový a dýchací systém jsou funkčně i anatomicky propojeny.
- Změna/porucha na úrovni jednoho systému ovlivňuje funkci druhého systému.
- Postupy/intervence oboru anesteziologie a intenzivní medicína ovlivňují v různé míře oba systémy a jejich vzájemnou interakci.
- Význam znalostí interakcí pro klinickou praxi.

DŮLEŽITÉ BODY

- Základní fyziologické vztahy/děje:
 - cyklické změny plicních objemů a nitrohrudního tlaku během dechového cyklu (spontánní nebo řízená ventilace),
 - vliv změn nitrohrudního tlaku (nejčastěji zvýšení) na plicní cévy a srdeční oddíly:
 - ♦ ovlivnění preloadu (předtížení),
 - ♦ ovlivnění afterloadu (dotížení).
- Plicní řečiště:
 - je tzv. nízkotlaké (na rozdíl od systémové cirkulace), důvodem je větší průměr cév a kratší délka,
 - nízký tlak (a nízká rezistence) umožňují, aby stěny alveolů a plicních kapilár byly tzv. tenké (nezbytné pro difuzi plynů),

- krevní průtok v plicním řečišti je tzv. pulza-tilní,
- distribuce krevního průtoku je závislá na gravitaci, rozdíl tlaků mezi dependentními (podle gravitace uložené dole) a non-dependentními zónami (podle gravitace uložené nahoře) dosahuje 11–15 mm Hg,
- vztah mezi tlaky „alveol_{PA} – plicní tepny_{PA} – plicní žíly_{PV}“ determinuje tzv. Westovy zóny:
 - ♦ Westova zóna I = $P_A > P_a > P_v$ (nulový průtok krve),
 - ♦ Westova zóna II = $P_a > P_A > P_v$ (efekt vodo-pádu),
 - ♦ Westova zóna III = $P_a > P_v > P_A$,
 - ♦ Westova zóna IV = bazální partie plic, kde je krevní průtok omezen vysokým intersti-ciálním tlakem,
- nastavení ventilačního režimu (inspirační tlak, hodnota PEEP) ovlivňuje proporci jed-notlivých Westových zón,
- hypoxická plicní vazokonstrikce (HPV):
 - ♦ HPV jako klíčový atribut plicního cévního systému, fyziologickou rolí HPV je „spáro-vání“ regionální ventilace a perfuze,
 - ♦ základním podnětem pro HPV je pokles par-ciálního tlaku kyslíku v alveolech, který vede k vazokonstrikci příslušného alveolu,
 - ♦ pokles parciálního tlaku ve smíšené žilní krvi je slabším impulzem iniciace HPV,
 - ♦ HPV má „dvoufázový“ průběh – první etapa vzniká během sekund po podnětu a trvá řádově minuty (cca 15 minut), při přetrvá-vání podnětu k HPV nastupuje druhá etapa s maximem odpovědi za cca 2 hodiny,

ATESTAČNÍ OTÁZKY Z OBORU ANESTEZIOLOGIE A INTENZIVNÍ MEDICÍNA

- ♦ normalizace stavu trvá řádově hodiny za předpokladu, že podnět k HPV vymizel,
 - ♦ „oslabení“ HPV – inhalační anestetika, prostacyklin, inhibitory fosfodiesterázy 5, blokátory kalciových kanálů, inhalační oxid dusný, inhalační anestetika,
 - ♦ „akcentace“ HPV – katecholaminy,
 - ♦ „bez efektu“ na HPV – nitrožilní anestetika a hrudní epidurální anestezie,
 - ♦ chronická plicní onemocnění s rozvojem hypoxemie vedou přes HPV postupně k plicní hypertenzi (pomalý rozvoj choroby vede k adaptační remodelaci cévní stěny s cílem zabránit rozvoji plicního edému).
- Ventrikulární interdependence (popisuje vztah mezi levou a pravou komorou):
 - velikost, tvar a poddajnost jedné komory ovlivňují velikost, tvar a poddajnost druhé,
 - *sériová interdependence* = změna předtížení/dotížení jedné komory (a tím změna tepového objemu dané komory) se během několika srdečních cyklů přenesou i na druhou komoru,
 - *paralelní interdependence* = paralelní interdependence: změna velikosti/tvaru jedné komory (typicky dilatace) ovlivní velikost/tvar/poddajnost druhé komory změnou polohy mezi komorového septa.
 - Vliv spontánní ventilace na srdce/oběhový systém:
 - *inspirium* a pravá komora:
 - ♦ pohyb bránice kaudálně snižuje pleurální tlak (zvětšuje jeho negativitu),
 - ♦ dochází ke zvýšení tlakového gradientu mezi pravou síní a kapacitním žilním systémem,
 - ♦ zvyšuje se nitrobřišní tlak,
 - ♦ výše uvedené mechanismy zvyšují žilní návrat do pravého srdce a snižuje se průměr dolní duté žíly,
 - *inspirium* a levá komora:
 - ♦ prohloubení negativity pleurálního tlaku zvyšuje dotížení levé komory,
 - ♦ dotížení je napětí stěny levé komory, které je významně ovlivněno transmuraním tlakem, tzn. rozdílem mezi tlakem uvnitř levé komory a vně její stěny (pleurální tlak),
- Poznámka pro zapamatování: negativní tlak vně levé komory (pleurální tlak) snižuje její schopnost kontrakce (negativní tlak ji „přidržuje rozepjatou“).*
- ♦ předtížení levé komory (žilní návrat z plicního řečiště do levé síně) se zmenšuje,
 - ♦ výsledkem je pokles tepového objemu levé komory na začátku inspiria (obvykle provázeno poklesem krevního tlaku),
 - ♦ je-li pokles krevního tlaku v inspiriu > 15 mm Hg, je to označováno jako *pulsus paradoxus* (typicky u hypovolemie).
- Vliv ventilace pozitivním (pře)tlakem na srdce/oběhový systém:
 - *inspirium* a pravá komora:
 - ♦ v průběhu inspiria se zvyšuje střední tlak v dýchacích cestách, a tedy rovněž nitrohruční tlak, resp. pleurální tlak,
 - ♦ klesá žilní návrat v důsledku snížení tlakového gradientu mezi pravou síní a kapacitním žilním systémem a komprese dutých žil zvýšeným pleurálním tlakem,
 - ♦ zvyšuje se plicní cévní rezistence a afterload pravé komory (pozor na hyperinflaci plic),
 - ♦ výsledkem těchto změn je snížení tepového objemu pravé komory a po několika srdečních cyklech na základě sériové interdependence také snížení předtížení levé komory,
 - *inspirium* a levá komora:
 - ♦ zvýšení nitrohručního (resp. pleurálního) tlaku snižuje dotížení levé komory (klesá transmuraní tlak (= rozdíl mezi okolním pleurálním a nitrokomorovým tlakem),
 - ♦ stlačení plicních cév v inspiriu zvyšuje předtížení levé komory,
 - ♦ výsledkem je vzestup tepového objemu na začátku inspiria následovaný jeho poklesem, který je způsoben „přenesením“ menšího tepového objemu pravé komory přes plicní řečiště i na levou stranu,
 - Význam poddajnosti plic (compliance) při přenosu tlaků z dýchacích cest do pleurálního prostoru = větší plicní poddajnost znamená vyšší přenos tlaků, a tedy výraznější vliv ventilace na srdce.
 - Klinický význam interakce srdce a plic:
 - odhad dopadu některých intervencí (tekutiny, umělá plicní ventilace) na dýchací a oběhový systém,
 - spontánní ventilace = primární změnou je změna pleurálního tlaku,
 - ventilace pozitivním (pře)tlakem = primární změnou je změna tlaku v dýchacích cestách,
 - odhad efektu tekutin (tzv. preload responsiveness) na srdeční výdej v průběhu umělé plicní ventilace:
 - ♦ variace tepového objemu (stroke volume variation, SVV),
 - ♦ variace pulzního tlaku (pulse pressure variation, PPV),
 - ♦ variace systolického krevního tlaku (systolic pressure variation, SPV),

ATESTAČNÍ OTÁZKY Z OBORU ANESTEZIOLOGIE A INTENZIVNÍ MEDICÍNA

- význam ventilace pozitivním (pře)tlakem u stavů selhávání levé komory – vede ke snížení afterloadu levé komory a ke zlepšení/zvýšení tepového objemu/srdečního výdeje (umělá plicní ventilace může v těchto případech snížit dechovou práci a následně spotřebu kyslíku dýchacími svaly),
- HPV a její ovlivnění v klinické praxi.

Do redakce došlo dne 11. 6. 2017.

Do tisku přijato dne 15. 6. 2017.

REFERENCE, UŽITEČNÉ ODKAZY A ZDROJE APOD.

- www.heart-lung.org
- www.slideshare.net – zadejte „heart and lung interaction“

Adresa pro korespondenci:

prof. MUDr. Vladimír Černý, Ph.D., FCCM
cernyvla1960@gmail.com

Služba redakce časopisu lékařům v předatestační přípravě

Lékaři bez atestace mohou zasílat své dotazy k atestačním otázkám přímo na adresu cernyvla1960@gmail.com, vaše dotazy budou zodpovězeny obvykle do 72 hodin, jen výjimečně déle. Na stejnou adresu rovněž zasílejte otázky, o jejichž zpracování máte přednostně zájem.