

Funkční diagnostika

Přednáška č. 05

OBSAH PŘEDNÁŠKY

Sledování fyziologických funkcí **3**

Pneumologie **17**

Umělá plicní ventilace **35**

ECMO **44**

Anesteziologické přístroje **47**

Vyšetření sluchu **54**

Metody vyšetření sluchu **61**

Sledování fyziologických funkcí

ZÁKLADNÍ MĚŘENÍ PACIENTA

- Mezi základní fyziologické funkce, které je potřeba sledovat u pacienta, patří:
- **Tělesná teplota:** Vyjadřuje rovnováhu mezi teplem vyráběným uvnitř organismu a jeho výdejem a ztrátami.
- **Pulz:** Tlaková vlna vyvolaná vypuzením krve z levé komory do aorty.
- **Krevní tlak (TK):** Tlak, kterým působí krev na stěnu tepen.
 - Rozlišujeme tlak arteriální (systolický, diastolický) a tlak venózní.
 - Není-li řečeno jinak, myslí se krevním tlakem tlak arteriální.
- **Dýchání:** Je základní životní potřebou, zajišťuje příjem kyslíku a výdej oxidu uhličitého.
 - Dýchání dělíme na vnitřní a vnější.
 - Je to jediná vůlí ovlivnitelná fyziologická funkce.

MONITORACE

- Monitorace je opakované, trvalé sledování fyziologických funkcí pacienta a činnosti přístrojů sloužících k podpoře těchto funkcí.
- Je to tedy děj aktivní, opakovaný a kontinuální, kdy je objektem pacient i zdravotnická technika.
- Lidský faktor je nezbytný (hodnocení, rozhodování).
- **Vědomí, dýchání a krevní oběh.**
- Opakované nebo trvalé sledování fyziologických funkcí pacienta a činnosti přístrojů sloužících k podpoře těchto funkcí označujeme jako monitorace za účelem:
 - Včasný záchyt abnormalit fyziologických funkcí.
 - Usnadnění rozvahy o případném léčebném zásahu.
 - Zhodnocení účinnosti léčby.
 - Lidský faktor je nenahraditelný.
 - Nejlepší a nejbezpečnější monitoring je sestra.

MONITORACE VITÁLNÍCH FUNKCÍ

- **Krevní oběh:**
 - EKG, krevní tlak, hemodynamický profil.
- **Dýchání:**
 - parametry ventilace (EtCO₂, dechová frekvence, dechový objem, minutová ventilace), parametry tkáňové oxygenace (SpO₂, paO₂, pvO₂, slizniční pH a paCO₂, mikrodialýza).
- **Stav CNS:**
 - GCS, ICP, mikrodialýza, jugulární oxymetrie.
- **Orgánová perfúze:**
 - CPP, IAP.
- Stav sedace a svalové relaxace.
- **Vědomí:**
 - Monitorace vědomí je VŽDY subjektivní.
 - Nejčastěji se používá Glasgow Coma Scale (i pediatrické) a skórování dle Beneše.

MONITOR ŽIVOTNÍCH FUNKCÍ

- Monitor životních funkcí nebo také fyziologický monitor je zařízení sloužící ke sledování zdravotního stavu pacienta.
- Zařízení se může skládat z jednoho nebo více senzorů, zpracování dat z těchto senzorů, zobrazovacího zařízení.
- Dále může obsahovat komunikační rozhraní pro zaznamenávání, zpracování, či zobrazování biometrických dat mimo samotný monitor.
- Pokud je monitor umístěn u lůžka pacienta, nazývá se také lůžkový monitor, příp. anglickým slovem bedside monitor.



MONITOR ŽIVOTNÍCH FUNKCÍ - VYUŽITÍ

- Nejvíce jsou monitory životních funkcí využívány na operačních sálech pro sledování pacienta během operace a na JIP či ARO pro zajištění stálého dohledu nad pacientem.
- Dále mohou být využívány pro dlouhodobá měření pacientů pro potřeby vyšetření, tzv. Holterovské systémy.
 - V tomto případě se jedná o zpravidla 24 hodinové, někdy však i 48 či 72 hodinové záznamy, a to jak v nemocničním prostředí, tak u volně se pohybujících osob, kde jsou zejména využívány malé přenosné přístroje.
- Pacient musí být monitorován také při anestezii.

Senzory

- Monitor využívá k snímání stavu pacienta různé senzory.
- Například senzory pro měření EKG, senzor okysličení krve, senzor pro měření teploty.
- Jedná se většinou o převodníky neelektrických veličin na elektrické, nebo v případě EKG o elektrody snímající přímo napěťové potenciály
- Součástí všech senzorů musí být přívodní kabely a konektory pro připojení k monitoru.
- Výrobce je většinou dodává jako příslušenství ke svým přístrojům.

Obvody pro zpracování dat

- Tyto obvody jsou použity pro zpracování signálu ze senzorů.
- Mají za úkol jednotlivé signály vyhodnotit a převést do formátu vhodného pro uložení a zobrazení na monitoru.
- Základem jsou přístrojové zesilovače, protože biologické signály jsou často velmi slabé.
- V moderních přístrojích probíhá většina zpracování signálu digitálně.
- Nedílnou součástí jsou oddělovací obvody, které zajišťují jednak bezpečí pacienta a za druhé chrání přístroj před zničením, pokud by se na vstup dostalo nežádoucí vysoké napětí.

Zobrazovací část

- Fyziologické údaje jsou průběžně zobrazovány na obrazovce monitoru.
- Data jsou zobrazována podél časové osy.
- Dnešní moderní přístroje využívají digitálních signálových procesorů (DSP) pro digitální zpracování naměřených dat, což umožnilo miniaturizaci a přenositelnost zařízení.
- Digitální zpracování dále umožňuje libovolné výpočty z naměřených dat, například průměr, minimum, maximum, využití různých filtrů pro potlačení vlivu elektromagnetického rušení.
- K zobrazení dat se používají digitální obrazovky typu LCD, umožňující zobrazení více měřených parametrů spolu s ostatními vypočtenými daty najednou.

Komunikační rozhraní

- Některé modely monitorů životních funkcí mají rozhraní pro připojení do sítě, díky čemuž mohou být naměřená data průběžně posílána do centrální monitorovací stanice, například na JIP.
- Pro obsluhu a sledování několika přístrojů potom stačí jeden člověk.
- Pomocí přenosných modelů, vybavených bezdrátovým rozhraním a bateriovým napájením, můžeme dosáhnout **telemetrie**. Takové zařízení nosí pacient u sebe.
- Díky digitálnímu monitorování je možné zahrnout fyziologická data z monitorovacích systémů přímo do elektronických zdravotních záznamů nemocnice.
- K tomu jsou využívány zdravotnické standardy vyvinuté pro tento účel organizacemi jako např. IEEE nebo HL7.
- Tyto metody snižují možnost lidských chyb při vytváření dokumentace a eventuálně mohou snížit i spotřebu papíru.

Alarm

- Monitor životních funkcí většinou obsahuje také funkci alarmu, například v podobě slyšitelných zvukových signálů, které upozorní obsluhující personál, pokud je splněna určitá podmínka, například pokud určitý sledovaný parametr překročí nastavený limit.

Mobilní přístroje

- Zcela nový prostor se otevírá použitím mobilních přenosných přístrojů, v některých případech dokonce implantabilních pod kůži.
- Takovéto přístroje tvoří tzv. BAN, jejímž centrem je například smartphone vybavený speciální aplikací, která shromažďuje všechna naměřená data.
- Vzdálená zdravotnická péče se nazývá **telemedicína**.

NEJČASTĚJI MĚŘENÉ PARAMETRY

- **Krevní tlak:**

- Měření pomocí neinvazivní metody nazývané Oscilometrická metoda, která je založena na měření změn tlaku v natlakované manžetě.

- **Srdeční tep:**

- Odečítán například při měření EKG nebo při měření okysličení krve pomocí pulsní oxymetrie.
- Obsluhující personál může vybrat z kterého průběhu bude tep vypočítán.

- **EKG:**

- Záznam časové změny elektrického potenciálu způsobeného srdeční aktivitou.
- Je to základní údaj sledovaný monitorem.
- Jednodušší přístroje umožňují pouze základní třísvodové měření EKG, mnoho moderních přístrojů však umí měřit všech 12 svodů.

- **Kyslíková saturace:**

- Měří se obvykle optickou metodou nazývanou **pulsní oxymetrie**, pomocí kolíčkového senzoru umístěného na prstu horní končetiny nebo ušním lalůčku.
- Dochází k měření procenta hemoglobinu, ke kterému je navázán kyslík.
- Jedná se tedy o periferní kyslíkovou saturaci, často označovanou jako SpO₂.

- **Dechová frekvence:**

- Při měření dechové frekvence patientský monitor obvykle snímá transtorakální impedanci typicky mezi dvěma EKG elektrodami nalepenými na těle resp. hrudníku pacienta.
- Při pohybu hrudníku při dýchání dochází k změnám transtorakální impedance a patientský monitor může zobrazit dechovou křivku a číselnou hodnotu počet dechů za minutu.

DALŠÍ MĚŘENÉ PARAMETRY

- **Tělesná teplota:**
 - Může se měřit kontaktně pomocí teploměru nebo bezkontaktně pomocí optickým metod.
- **Respirační parametry**
- **Invazivní měření tlaku:**
 - Měření tlaku pomocí manžety je možné provádět pouze v určitých časových intervalech.
 - Pokud je nutné měřit krevní tlak souvisle, je nutné provést katetrizaci pacienta pro invazivní měření tlaku.
- **Srdeční výdej:**
 - Pro toto měření je rovněž nutná katetrizace.

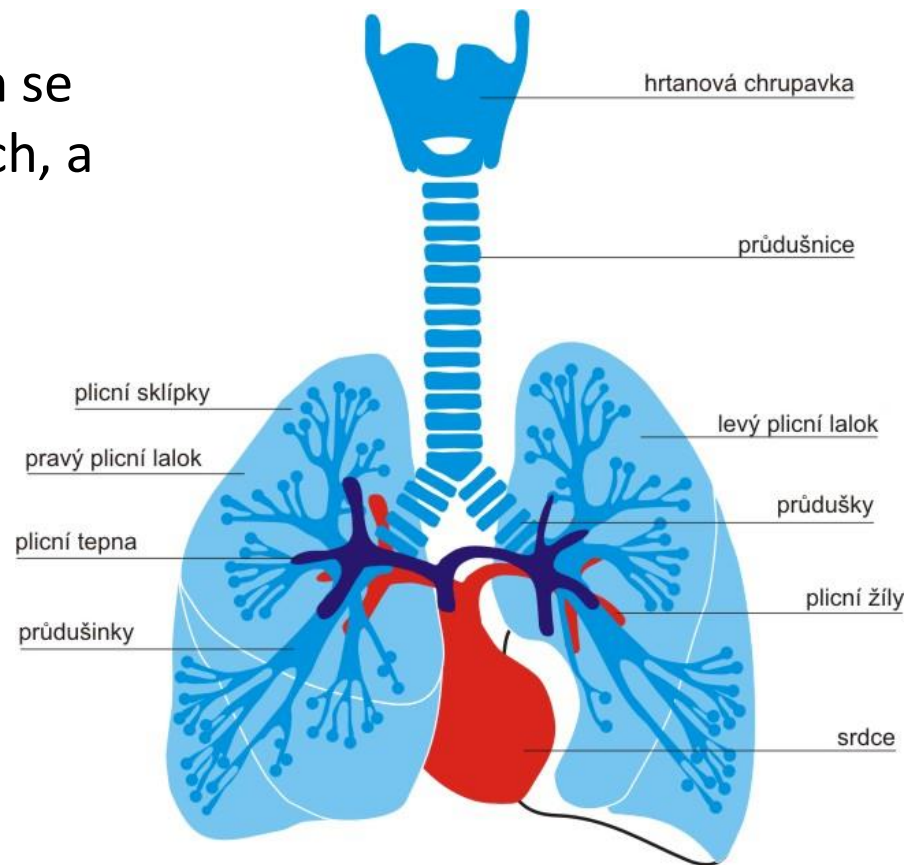
Pneumologie

- Pneumologie je lékařský obor zabývající se výzkumem, diagnózou, prevencí a léčbou plicních onemocnění a poruch dýchacího ústrojí, především pak dolních dýchacích cest, dále na onemocnění pohrudnice a mediastina (mezihrudí).
- Z akutních onemocnění pod pneumologií spadají především těžce probíhající infekční onemocnění dýchacího systému, jedná se hlavně o záněty průdušek a zápal plic.
- Z chronicky probíhajících infekcí má pneumologie výsadní postavení v léčbě tuberkulózy.
- Neinfekční onemocnění, kterými se obor zabývá a léčí je, jsou nejčastěji asthma bronchiale (ve spolupráci s imunologií a alergologií), chronická obstrukční plicní choroba (CHOPN), intersticiální plicní procesy, dále plicní tromboembolie a ve spolupráci s onkologií nádory plic, které patří k nejčastějším nádorovým onemocněním vůbec.
- Dále se na pneumologii léčí některá vrozená onemocnění.

- Plíce je párový orgán, který umožňuje výměnu plynů mezi krví a vzduchem a se skládají z milionů tenkostěnných váčků, plicních sklípků, alveol, které jsou opředeny krevními kapilárami.
- Do alveol se dostává vzduch, kyslík difunduje do krve v kapilárách, naopak oxid uhličitý se z alveol při výdechu dostává z těla ven.
- Dýchací plyny difundují přes alveolární membránu ve směru tlakových a koncentračních gradientů.
- Z toho vyplývá, že přechod plynů závisí na parciálním tlaku těchto plynů v atmosféře a na parciálním tlaku plynů v neokysličené krvi, která vstupuje do plic.
- Jako plicní ventilace se označuje proudění vzduchu v plicích.
- Nádech (inspiration) je aktivní proces, při kterém se stahem bránice a vnějších mezižebních svalů zvětší objem hrudní dutiny, a plíce se vlivem podtlaku v pohrudniční dutině roztáhnou a naplní vzduchem.

STAVBA PLIC

- Plíce jsou rozčleněné na laloky, u člověka má pravá plíce laloky tři, menší levá má dva, každá plíce má zhruba trojúhelníkovitý tvar, levá plíce je menší než pravá.
- Každý lalok je dále rozdělen vazivovými přepážkami, které vycházejí z poplicnice, na bronchopulmonální segmenty. Každý segment má vlastní přívod vzduchu i krvení.
- Vnitřek plic se skládá z rozvětřujících se průdušek, tedy dolních cest dýchacích, a dýchacího oddílu, části, kde dochází k výměně plynů.
- Alveoly (neboli plicní sklípky) jsou tenkostěnné váčky, ve kterých probíhá difúze dýchacích plynů.
- Jejich stěna je tvořena pouze jednou vrstvou extrémně tenkých buněk, pneumocytů I. typu.

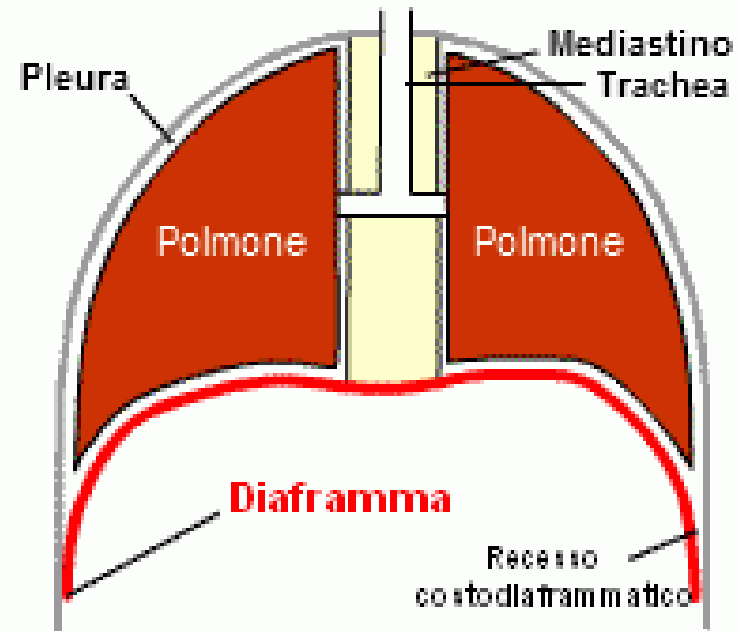


MECHANIKA DÝCHÁNÍ (PLICNÍ VENTILACE)

- Plicní ventilací označujeme proudění vzduchu v plicích v průběhu vdechu, nádechu (inspirium) a výdechu (exspirium), které se periodicky opakují.
- Dýchací pohyby zabezpečují dýchací svaly.

Inspirium

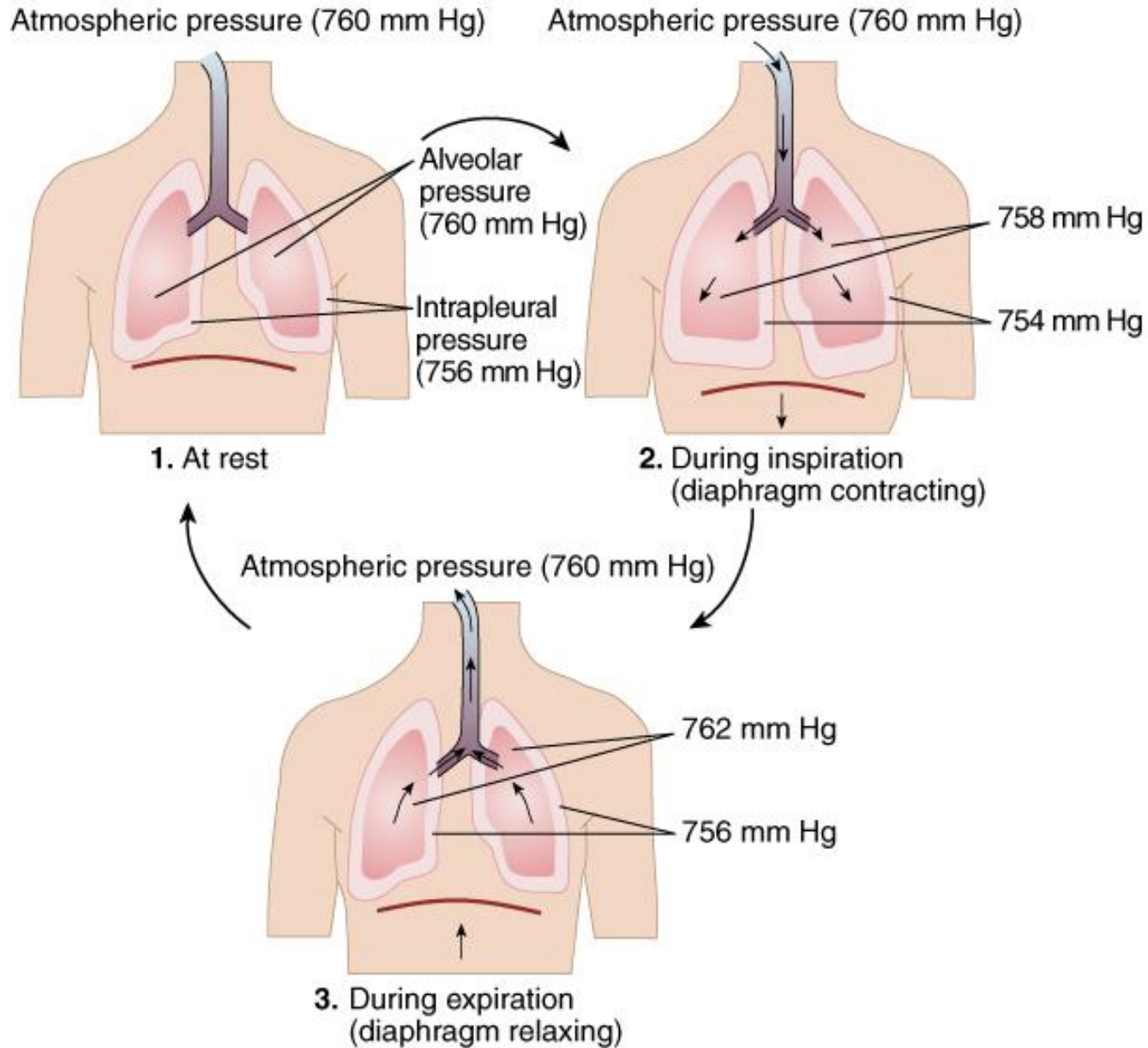
- Jedná se vždy o aktivní děj.
- Vzduch je nasáván do plic díky tlakovému spádu plic, vytvořeným činností inspiračních svalů.
- Bránice klesá asi o 1 cm.
- Žebra se zvedají pomocí vnějších mezižeberních svalů.



Expirium

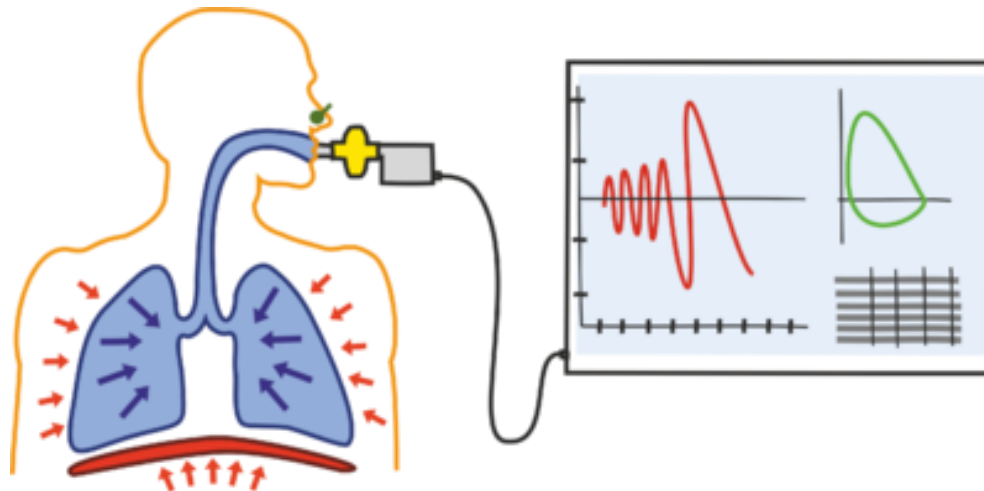
- Za fyziologických podmínek v klidu se jedná o pasivní děj.
- Tlakový spád směřuje ven z plic, dochází k vypuzování vzduchu z plic.
- Dochází ke kontrakci alveolů vlivem elastických vláken a povrchovému napětí (tzv. retrakční síla plic).
- K těmto dějům dochází díky negativnímu pleurálnímu tlaku (tento tlak má nižší hodnotu než atmosférický tlak).
- Negativní pleurální tlak se v průběhu dýchání mění.
- Při výdechu má nejvyšší hodnotu, naopak při nádechu nejnižší.
- Nejvyšší hodnota se pohybuje okolo $-0,3$ kPa, nejnižší -1 kPa.
- Při porušení negativního nitrohrudního tlaku dochází k pneumotoraxu.
- Při pneumotoraxu je postižená část plic zcela nebo částečně vyřazena z dýchacích činností.

PLICNÍ VENTILACE



SPIROMETRIE

- **Spirometrie** spočívá v měření plicní ventilace, získané hodnoty jsou významné při vedení umělé plicní ventilace a při diagnostice plicních onemocnění.
- Ventilační parametry se měří **spirometrem**.
- Měřené parametry dělíme na:
 - **Statické** – velikost alveolárního prostoru → informují o případných restričních poruchách.
 - **Dynamické** – záznam proudění vzduchu v dýchacích cestách → informují o obstrukčních poruchách.



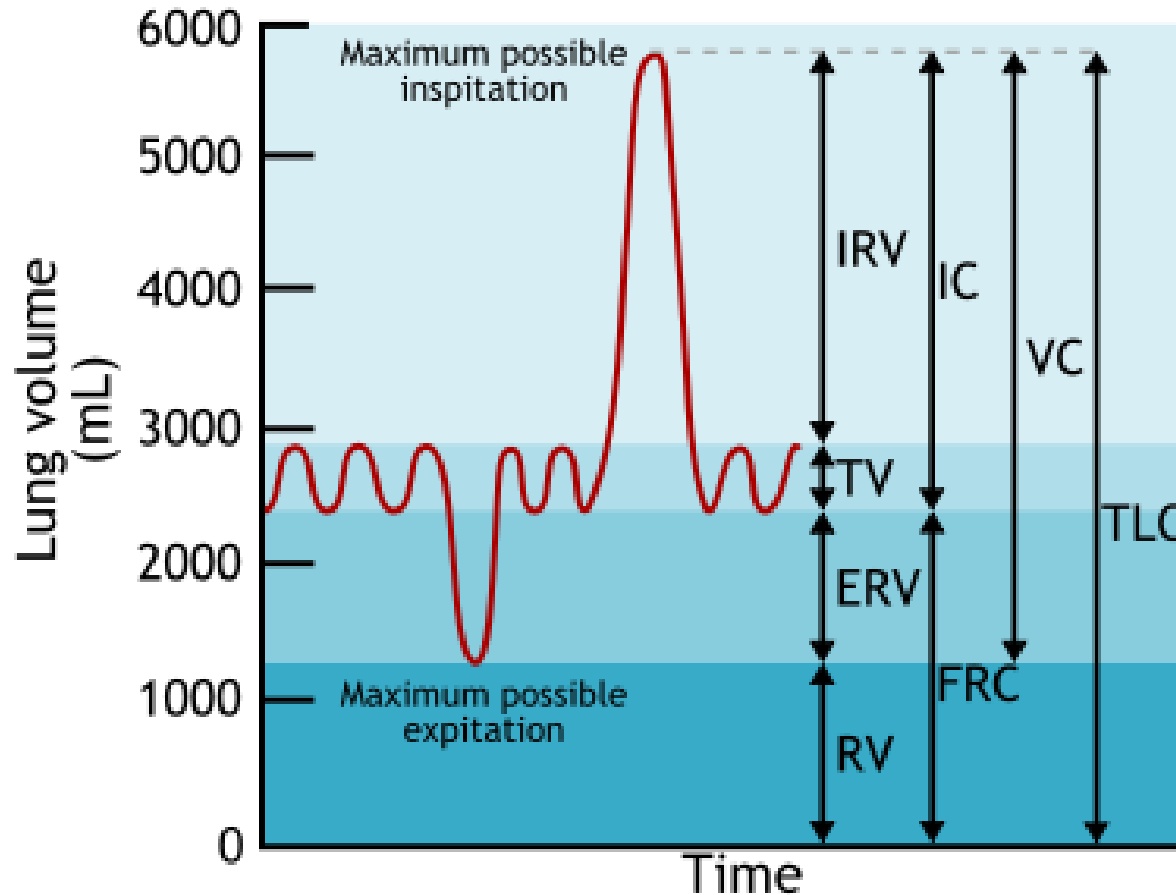
Statické objemy

- **Dechový objem (V_t)** je množství vzduchu, které přejde do plic při každém vdechu (nebo množství, které se vypudí při každém výdechu). **$V_t \sim 0,5 \text{ l}$** .
- **Inspirační rezervní objem (IRV)** je vzduch, který se vdechne při maximálním inspiračním úsilí nad dechový objem. **IRV $\sim 3 \text{ l}$** .
- **Expirační rezervní objem (ERV)** je objem vypuzený aktivním expiračním úsilím po pasivním výdechu. **ERV $\sim 1,2 \text{ l}$** .
- **Vitální kapacita (VC)** je největší množství vzduchu, které lze vydechnout po maximálním inspiračním úsilí a stanoví se často klinicky jako index plicní funkce. **VC $\sim 5 \text{ l}$** .

Dynamické objemy

- **Časová vitální kapacita (FEV 1):**
 - je část vitální kapacity vydechnutá v průběhu první vteřiny (také se nazývá rozepsaný výdech vitální kapacity nebo usilovný expirační objem za 1 s);
 - poskytuje cennou informaci při onemocněních, jako je například astma, při němž je následkem zúžení dýchacích cest zvýšený odpor dýchacích cest, vitální kapacita může být normální, ale časová vitální kapacita je výrazně snížena.
- **Maximální výdechový proud vzduchu (PEF) je 12 m/s.**
- **Minutová plicní ventilace – respirační minutový objem (MV):**
 - **6–8 litrů/min** (např. pro 6 l – 500 ml/dech × 12 dechů/minutu)
- **Maximální volní ventilace (MMV) je největší objem vzduchu, který lze dopravit do plic za jednu minutu volním úsilím.**
 - **MVV ~ až 200 litrů/minutu.**

OBJEM PLIC



Plicní objemy a kapacity:

TLC - celková kapacita plic
(total lung capacity)

VC - vitální kapacita

RV - reziduální objem
(volume)

IC - inspirační kapacita

FRC - funkční reziduální
kapacita

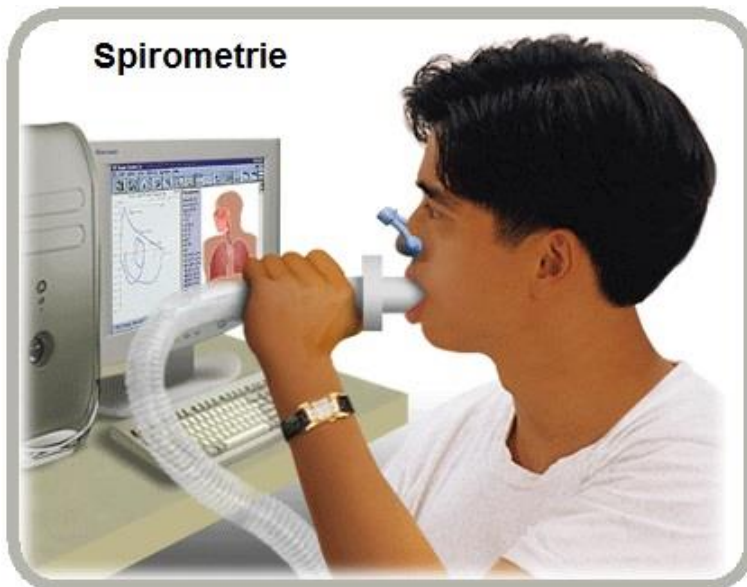
IRV - inspirační rezervní
objem

TV - dechový (tidal) objem

ERV - expirační rezervní
objem

SPIROMETR

- Slouží k přímému měření plicních objemů a kapacit.
- Pracují na principu analýzy rychlosti průtoku vzduchu a objemu, kalkulují integrací průtoku a času (jako plochu pod křivkou, kde na ose y je vynesena průtok a na ose x čas).
- Tento princip lze přirovnat k diferenciálním tlakoměrům, měřícím rozdíl před a za překážkou v dýchací hlavici, do které pacient dýchá.
- Následně dochází k digitalizaci a vyhodnocování dat a parametrů na počítači, který data převádí do spirometrické křivky



BODY PLETYSMOGRAFIE

- Pletysmografická metoda poskytuje informace o mechanických a elastických vlastnostech plic.
- Pletysmograf je vzduchotěsně uzavřená kabina, ve které se nachází vyšetřovaný, který dýchá vzduch zevnitř či zvenku kabiny, čímž se v kabině mění tlak a tyto změny jsou rovny dechovému objemu nebo alveolárnímu tlaku (měří se tlakový spád mezi alveoly a ústní dutinou a současně i průtok plynu dýchacími cestami).
- Registrací výše zmíněného získáváme tzv. **uzávěrovou křivku**, která se zobrazuje v souřadnicovém systému.
- Skon této křivky nám umožní výpočet parametru TGV.
- Nejčastěji objemově stálé pletysmografy (měří intratorokální množství vzduchu na konci klidného, normálního výdechu - TGV).
- Hlavní získané parametry jsou:
 - TLC, RV, FRC, TGV, Raw, Gaw, sRaw, sGaw, Pa, Pbox, FRC, RV,
 - TGV- nitrohruční objemy plynů na konci klidného výdechu.

PLETYSMOGRAFIE



Impulsní oscilometrie (IOS)

Více na: http://www.astma.3v.cz/seminar/2013/kacrova_IOS.pdf

- Dává informace o odporech v dechových cestách (centrálních i periferních).
- S úspěchem se dá využít u pacientů neschopných provést usilovné dechové manévry, které jsou potřebné u spirometrických vyšetření.

Rhinomanometrie

- Měření průchodnosti nosních průduchů

Vyšetření ústních tlaků

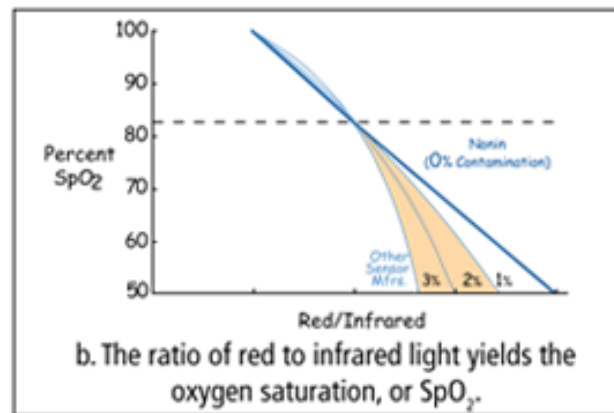
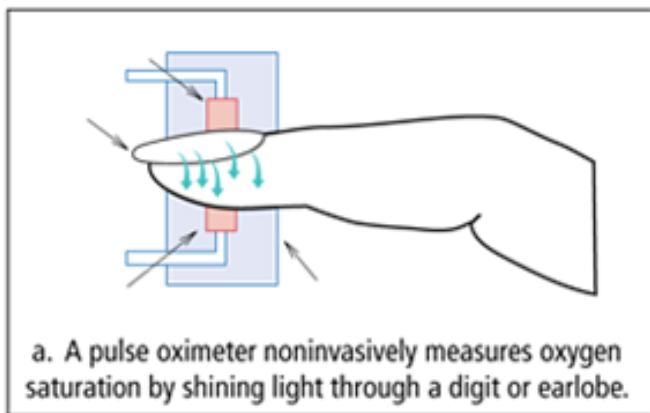
- Vyšetření síly dechových svalů při nádechu a výdechu nejen u plicních, ale i u neurologických onemocnění

Měření plicní difúze

- Pomáhá objasnit poruchy výměny plynů mezi plícemi a krví

Pulsní oxymetrie

- Je neinvazivní vyšetření, kterým měříme nasycení krve kyslíkem (saturaci hemoglobinu).
- Senzor pulzního oxymetru vyzařuje světlo dvou vlnových délek, které proniká tkání (většinou prstem ruky).
- Obě vlnové délky jsou odlišně absorbovány saturovaným a desaturovaným (okysličeným a neokysličeným) hemoglobinem. Přístroj vyhodnocuje kolik kterého světla bylo absorbováno a vypočítá saturaci kyslíkem.
- Spolu s tím je automaticky měřena i tepová frekvence.



FeNO

- FENO je vyšetření, kterým se zjišťuje stupeň alergického zánětu v průduškách.
- Je to jednoduché neinvazivní vyšetření, které pomáhá upřesnit pacientovu diagnózu a také sledovat pacienty, kteří jsou již pro průduškové onemocnění léčeni.
- Podle výsledku můžeme upravit (zvýšit, snížit nebo vysadit) pacientovu medikaci.
- Pacient podle pokynů sestry vdechne a plynule vydechne přes jednorázový náustek s filtrem do přístroje, který po analýze vydechnutého vzduchu určí výslednou hodnotu NO.
- Pro pacienty s podezřením na průduškové astma, s chronickým nebo akutním kašlem, dechovými obtížemi, pocitem tíhy na hrudi.

Bronchodilatační test

- Stanovující míru reverzibility bronchiální obstrukce (křivka průtok-objem, sekundová vitální kapacita) po podání bronchodilatancií (látka roztahující průdušky)
- U CHOPN je míra reverzibility malá či žádná, na rozdíl od asthma bronchiale.
- Základní vyšetření při dušnosti.

Bronchokonstrikční (bronchoprovokační) test

- Zjišťuje odpověď dýchacích cest na podnět konstrikující (zužující) průdušky.
- Nejpoužívanějším podnětem bývá fyzická zátěž (běh, jízda na kole), inhalace látky provokující průdušky
- Při podezření na astma bronchiale.

Umělá plicní ventilace

UMĚLÁ PLICNÍ VENTILACE (UPV)

- Je to způsob dýchání, kdy mechanický přístroj plně nebo částečně zajišťuje průtok plynů dýchacím systémem.
- Používá se ke krátkodobé nebo dlouhodobé podpoře nem., u kterých došlo k závažné poruše ventilační nebo oxygenační funkce respir. systému nebo taková porucha aktuálně hrozí.
- **Cíle UPV - fyziologické:**
 - Snížení práce dýchacích svalů (dostatečné dodání O₂)
 - Ovlivnění velikosti plicního objemu (učinit dýchání co nejvíc fyziologické)
 - Podpora výměny plynu v plicích (podpora alveolární ventilace, podpora arteriální oxygenace)
- **Cíle UPV - klinické:**
 - Dosažení optimálních parametrů oxygenace a ventilace
 - Omezení nežádoucích účinku UPV
 - Zvrat hypoxemie, akutní respirační acidózy, dechové tísně
 - Snížení myokardiální nebo systémové O₂potřeby

VENTILÁTORY

- **ICU (intensive care unit):**
 - Ventilátory pro intenzivní péči
 - Vysoce promyšlené elektronicky řízené servoventilátory s velkým výběrem ventilačních režimů a výbavou pro měření plicní mechaniky
- **Transportní ventilátory:**
 - Většinou tlakově závislé
 - Elektronické
 - S omezeným množstvím ventilačních režimů a minimální výbavou.
- **Personal ventilátory:**
 - Pro „home care“
 - Většinou vybaveny jedním režimem a alarmy.



DĚLENÍ VENTILAČNÍCH REŽIMŮ

Dle stupně ventilační podpory

- **Plná ventilační podpora** - režim pokrývá veškerou dechovou práci nutnou k zajištění vyloučení CO₂ a plně kontrolují inspirační fázi dechového cyklu tzv. CMV (controlled mandatory ventilation) -řízená (zástupová) ventilace
- **Částečná ventilační podpora** - k zajištění adekvátní eliminace CO₂ musí N vykonat část dechové práce

Dle synchronie s dechovou aktivitou nemocného

- **Synchronní** – aktivita ventilátoru je synchronizována s dechovou aktivitou(nádechem), který umožní nemocnému prosadit svou spontánní dechovou aktivitu.
 - Předností je lepší tolerance UPV a je zajištěna tzv. spouštěním-triggerováním.
- **Asynchronní** – bez ohledu na fázi dechového cyklu nemocného.

Synchronní ventilační režimy

- **Řízené** - nemocný bez dechové aktivity- průběh inspiria je zcela definován ventilátorem -CMV
- **Asistované** – nemocný vyvolá aktivitu ventilátoru a je spuštěn dech, který je zcela definován ventilátorem A/CMV (při absenci dechové aktivity nem. zajistí řízenou ventilaci a při dech. aktivitě asistovanou)
- **SIMV** - kombinace spontánních dechů s nastaveným počtem zástupových dechů(pac dýchá spontánně, ale s nedostatečnou minutovou ventilací)
- **Spontánní podporované dechy** - ventilátor podporuje inspirační úsilí nemocného, ale průběh inspirační fáze není kontrolován ventilátorem.
- **Spontánní nepodporované dechy** - indikace k extubaci (podpora je na minimum)

VYSOKOFREKVENČNÍ VENTILACE

- Používá při ventilaci dechové objemy, které jsou srovnatelné nebo menší než velikost mrtvého prostoru.
- Mechanismy výměny plynů jsou odlišné:
- **Vysokofrekvenční ventilace přerušovaným přetlakem:**
 - Frekvence 1-1,7Hz(60-100cyklů/min),Vt 3-4ml/kg,I:E 1:3
- **Vysokofrekvenční trysková ventilace:**
 - frekvence 100- 150(600)cyklů/min.,problém ohřátí a vlhčení.
- **Ultravysokofrekvenční trysková ventilace:**
 - frekvence 4-8Hz,zvlhčování přisávané směsi.
- **Vysokofrekvenční oscilační ventilace:**
 - frekvence 4Hz plyn je oscilován(střídavé oslabování a opětovné zesilování) membránou oscilátoru ,je možné zvlhčení...

- **Část pneumatická:**
 - Mixér, rezervoár, rozvody, řídicí ventily, zdroj pohonu, pohonné zařízení, chlopně, zařízení pro modulaci expirace
- **Část elektronická (řídící jednotka):**
 - Mechanická, částečně elektronická, mikroprocesor, elektronická čidla (P, F)
- **Pacientský okruh:**
 - Hadice, filtry, Y-kus, expirační chlopeč, kondenzační nádoby, zvlhčovač, nebulizátor
- **Uživatelské rozhraní:**
 - Část ovládací pro nastavení ventilačních režimů a parametrů
 - Část monitorovací a zobrazovací
 - Část alarmová

PŘÍKLADY VENTILÁTORŮ



- **I. generace** – mechanická ŘJ (Chirolog 1, transportní Dräger Oxylog 1000)
- **II. generace** – částečně elektronická ŘJ (většina soudobých anesteziologických ventilátorů) použití ŘJ umožňuje kontrolu činnosti přístroje jednoduchými alarmy
- **III. generace** – mikroprocesory umožňují elektronickou zpětnovazebnou regulaci činnosti řídících ventilů na základě údajů snímaných ventilátorem (Puritan Bennet 7200, Dräger Evita 2)
- **IV. generace** – multimikroprocesorové ventilátory-konstrukční řešení umožňuje řízení více proměnných a realizaci tzv. hybridních režimů (Dräger, Hamilton, Siemens, Puritan Bennet)

Extrakorporální membránová oxygenace (EMCO)

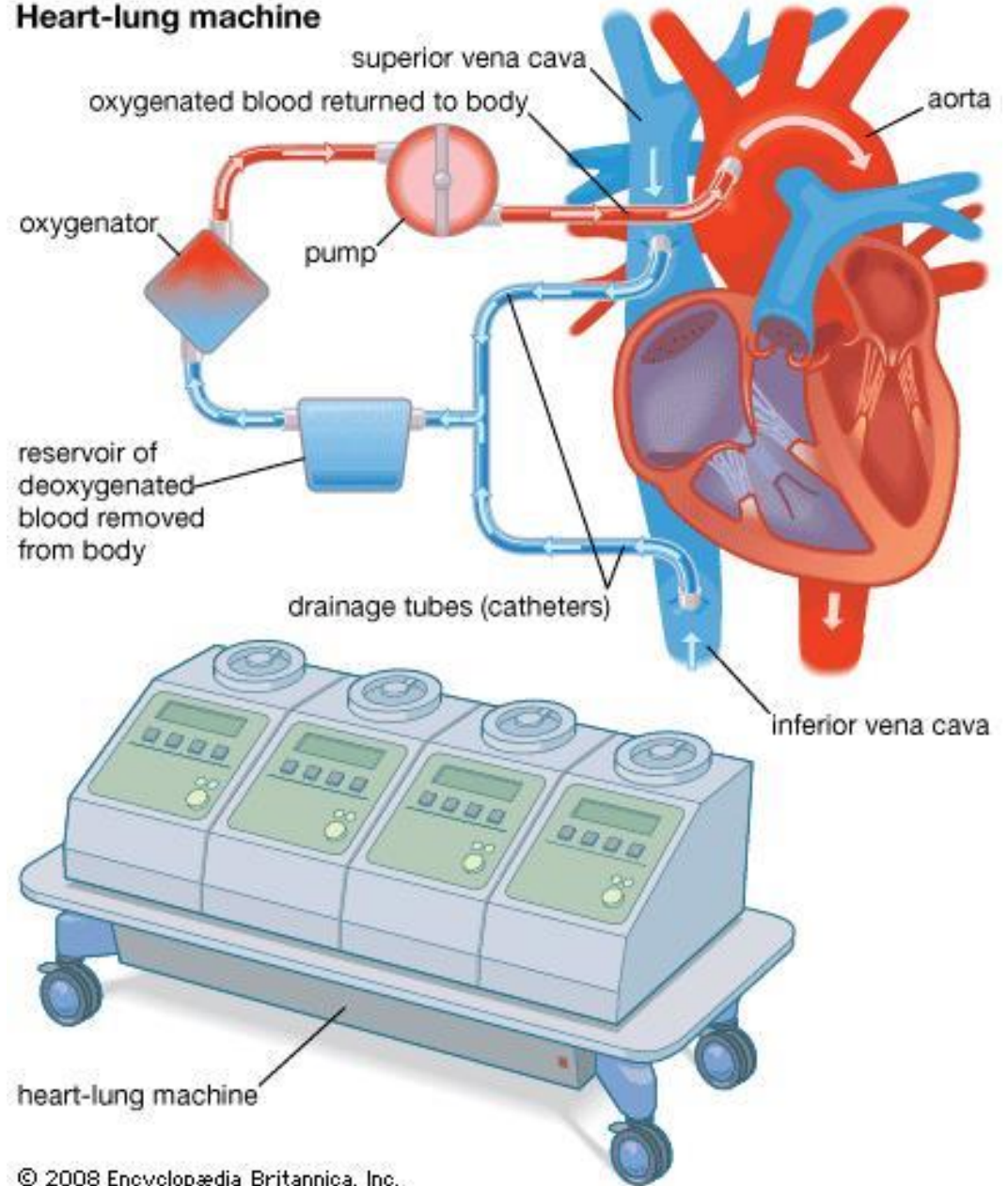
EXTRAKORPORÁLNÍ MEMBRÁNOVÁ OXYGENACE (EMCO)

- Metoda využívaná v intenzivní medicíně, která umožňuje dočasně nahradit funkci plic a srdce.
- Jedná se o systém podobný mimotělnímu oběhu, kdy pomocí jednoho katetru je ze žilního systému odebírána krev, která je následně hnána přes **oxygenátor** a pumpována zpět do těla do žilního nebo arteriálního systému cestou druhého katetru.
- Podle toho rozlišujeme ECMO venovenózní nebo venoarteriální, kdy působí zároveň i jako srdeční podpora.
- Na poli kardiologie se ECMO používá např. u pacientů s AIM, arytmiickou bouří či plicní embolií.
- V intenzivní medicíně se ECMO používá při ARDS a poruchách ventilace (např. při pandemii chřipky H1N1).
- Metoda poskytuje čas k řešení daného problému.

EXTRAKORPORÁLNÍ MEMBRÁNOVÁ OXYGENACE (EMCO)



Heart-lung machine



Anesthesiologické přístroje

ANESTESIOLOGICKÝ PŘÍSTROJ

- Slouží k podávání celkové inhalační anestezie a skládá se ze zdroje medicinálních plynů, dávkovacího zařízení, směšovače, odpařovače, dýchacího systému a přídatných zařízení.
- Nosnou anestetickou směs plynů tvoří především kyslík a oxid dusný, případně medicinální vzduch.
- **Medicinální plyny** jsou vedeny do **dávkovacího zařízení**, které umožňuje přesně nadefinovat celkové množství nosné směsi a zároveň poměrné zastoupení jednotlivých plynů.
- Nadávkovaná nosná dýchací směs je vedena do **směšovače** – zařízení, kde se dokonale promísí, a to buď prostým turbulentním prouděním, nebo speciálním směšovacím zařízením.
- Výsledná homogenní nosná směs je přiváděna do **odpařovače**, kde se obohacuje o páry volatilních (prchavých, těkavých) anestetik.
- Hotová **směs nosných plynů a anestetik** je vedena do **dýchacího systému** spojujícího anestetický přístroj a **dýchací cesty pacienta**.
- Jeho uspořádání může být různé podle použitého anest. systému.

DĚLENÍ ANESTEZIOLOGICKÝCH SYSTÉMŮ

- Z technického hlediska se anesteziologické systémy dělí na:
- **Otevřené** – nosnou směsí pro inhalační anestetikum je okolní vzduch a dýchací cesty pacienta jsou trvale v kontaktu s atmosférou prostředí.
- **Polootevřené** – inhalační anestetikum je transportováno směsí anesteziologických plynů jednocestným systémem, přičemž čerstvé plyny jsou striktně odděleny od vydechovaných prostřednictvím ventilu;
- **Polozavřené** – dýchací systém může být jednocestný nebo uspořádaný do anesteziologického okruhu, dochází k částečnému zpětnému vdechování vydechovaných plynů, takže musí být zařazen pohlcovač CO₂;
- **Zavřené** – dýchací systém je uspořádán do anesteziologického okruhu, směs plynů je (po absorpci CO₂ v celém rozsahu reinhalována), dodávka čerstvých plynů odpovídá metabolické spotřebě pacientem, používá se zřídka

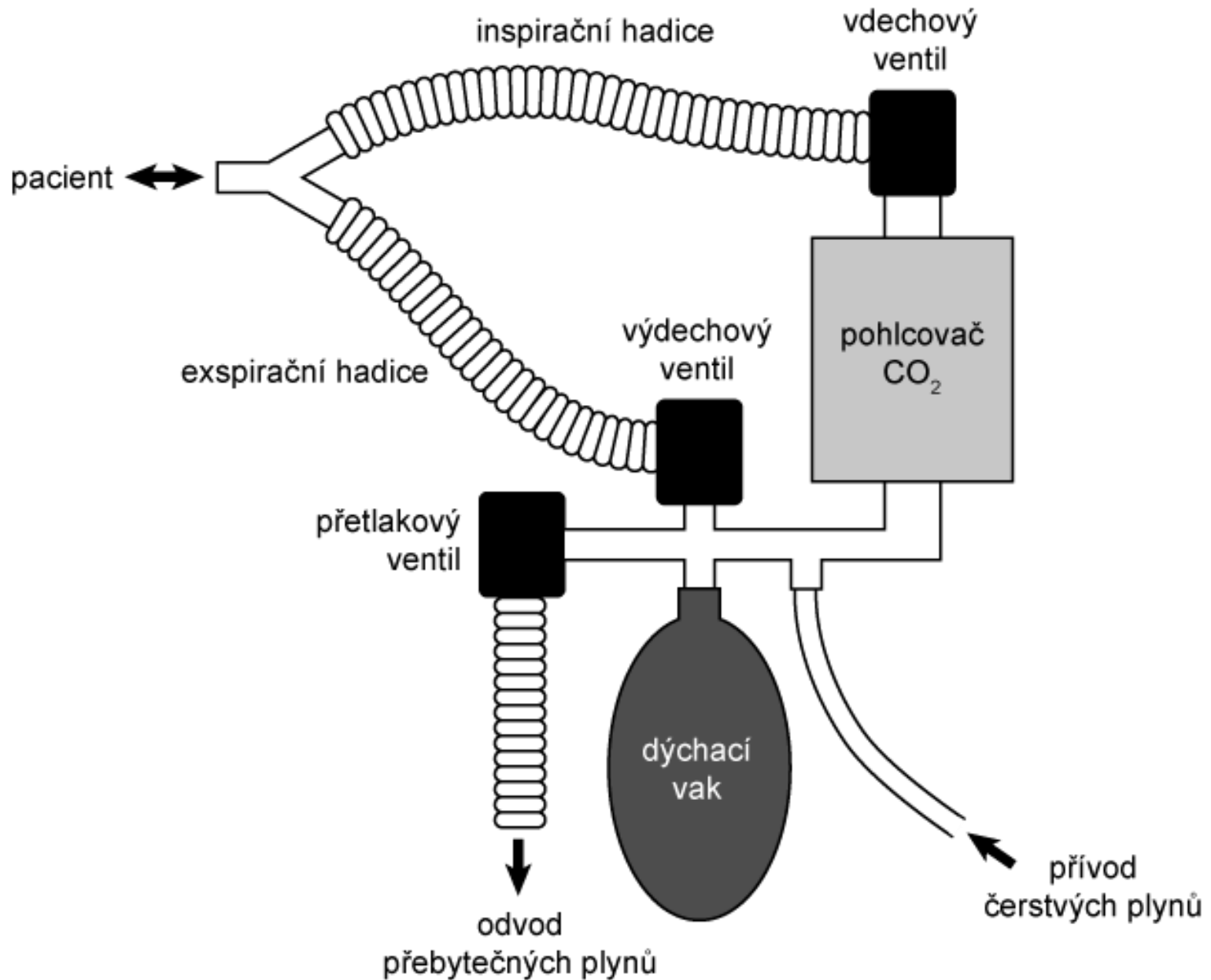
DĚLENÍ ANESTEZIOLOGICKÝCH SYSTÉMŮ

- **Dle zpětného vdechování** se anesteziologické systémy dělí na systémy:
 - **bez zpětného vdechování,**
 - **s částečným zpětným vdechováním** – příkon čerstvých plynů je vyšší než jejich spotřeba,
 - **s úplným zpětným vdechováním** – příkon čerstvých plynů odpovídá spotřebě pacientem.
- **Podle směru proudění plynů** lze dále anesteziologické systémy dělit na:
 - **jednocestné systémy** – jednou hadicí jsou přiváděny čerstvé plyny a druhou odváděn vydechovaný vzduch pacienta,
 - **anesteziologické (dýchací) okruhy.**

ANESTEZIOLOGICKÝ OKRUH

- Anesteziologický okruh je systém do kruhu uspořádaných hadic, v němž je zapojen pohlcovač CO₂ a směr proudění plynů určují ventily.
- Rozlišuje se část **inspirační** a **expirační**.
- Takové uspořádání umožňuje částečnou nebo úplnou reinhalaci vydechovaného vzduchu, čímž se snižuje spotřeba anestetik a ztráta vodních par a tepla.
- Anesteziologickým okruhem může být podávána anestezie s nízkým příkonem čerstvých plynů (polozavřený systém s vysokým stupněm zpětného vdechování):
 - **low-flow anestezie** – příkon čerstvých plynů 1 l/min, stále výrazně převyšuje spotřebu pacientem;
 - **minimal-flow anestezie** – příkon čerstvých plynů 0,5 l/min, blíží se skutečné spotřebě pacientem.
- Přejít z vedení anestezie s nízkým příkonem plynů se může uskutečnit až po dosažení dostatečné hloubky celkové anestezie.

ANESTEZIOLOGICKÝ OKRUH



ANESTESIOLOGICKÉ PŘÍSTROJE



Vyšetření sluchu

AUDIOMETRIE

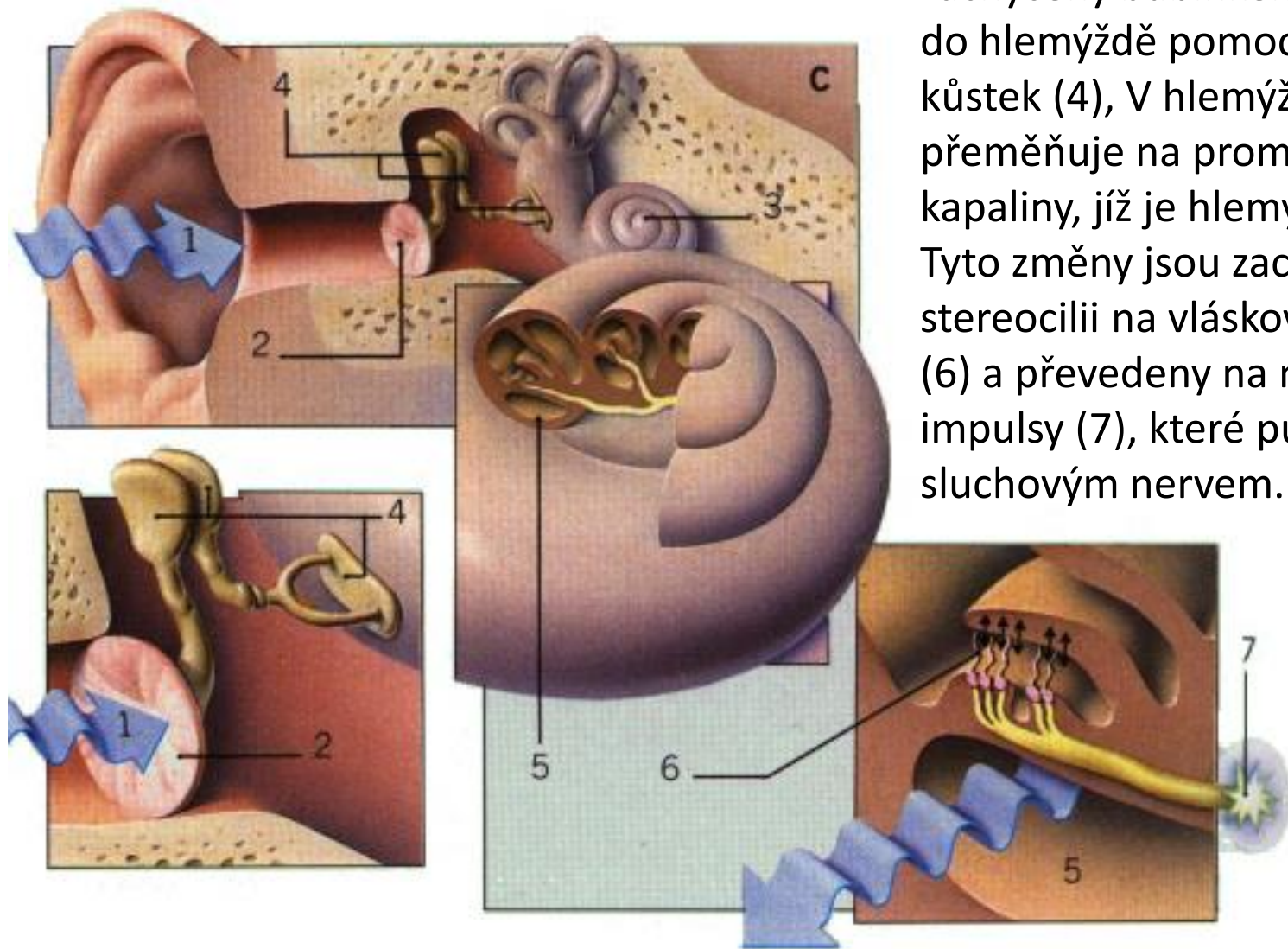
- Vyšetření sluchu patří k běžným lékařským úkonům.
- U větších dětí a dospělých – pomocí řeči, ladiček a konvenční audiometrie.
- U malých dětí zvukovými hračkami.
- V některých českých porodnicích se provádí screening sluchu novorozenců pomocí vyšetření otoakustických emisí.
- U obou skupin – tympanometrie, objektivní audiometrie, otoakustické emise.



"Ted' mi řeknete, jestli něco uslyšíte."

- Při vstupu do ucha uvedou zvukové vlny (tlakové rozdíly mezi po sobě následujícími vrcholy a doly) do pohybu ušní bubínek, což je ploška asi 50 mm².
- Na vnitřní stranu bubínku naléhají tři sluchové kůstky, které zvuk zesilují (amplifikují) a předávají ho do hlemýždě ve vnitřním uchu, který je naplněn kapalinou.
- Hlemýžď je v podstatě zužující se trubička svinutá do spirály. Přicházející zvuk způsobí změny v tlaku kapaliny v hlemýždi; při vyšším tlaku se dotýká takzvaná tektoriální membrána vláskovitých výčnělků na vláskových buňkách vnitřního ucha.
- Buňky nesoucí tyto vlásky zaznamenávají tlak tektoriální membrány, přičemž se otvírají membránové kanály a vysílá se nervový impuls do mozku.
- V mozku se tyto impulsy zaznamenávají jako zvuk čím více impulsů do mozku dorazí v dané časové jednotce, tím silnější je zvuk.

LIDSKÝ SLUCH



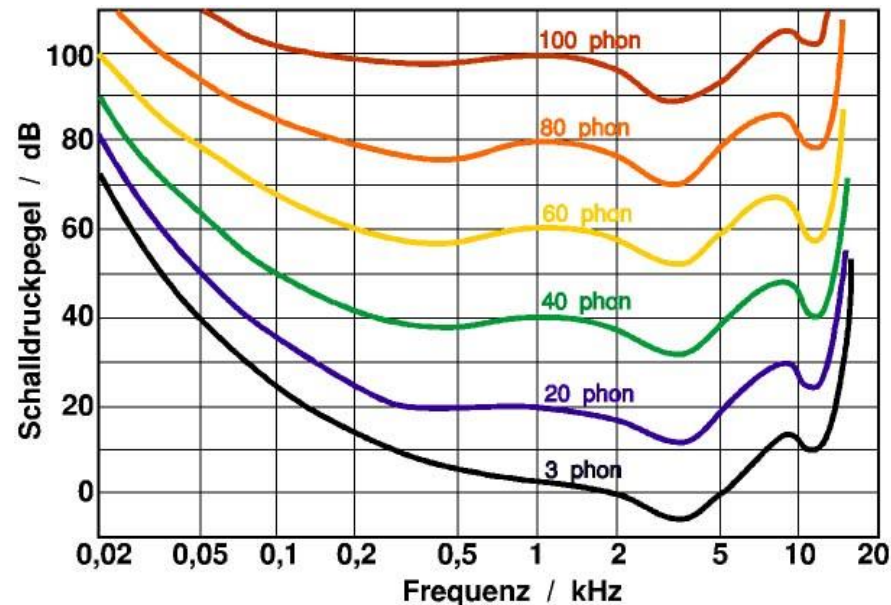
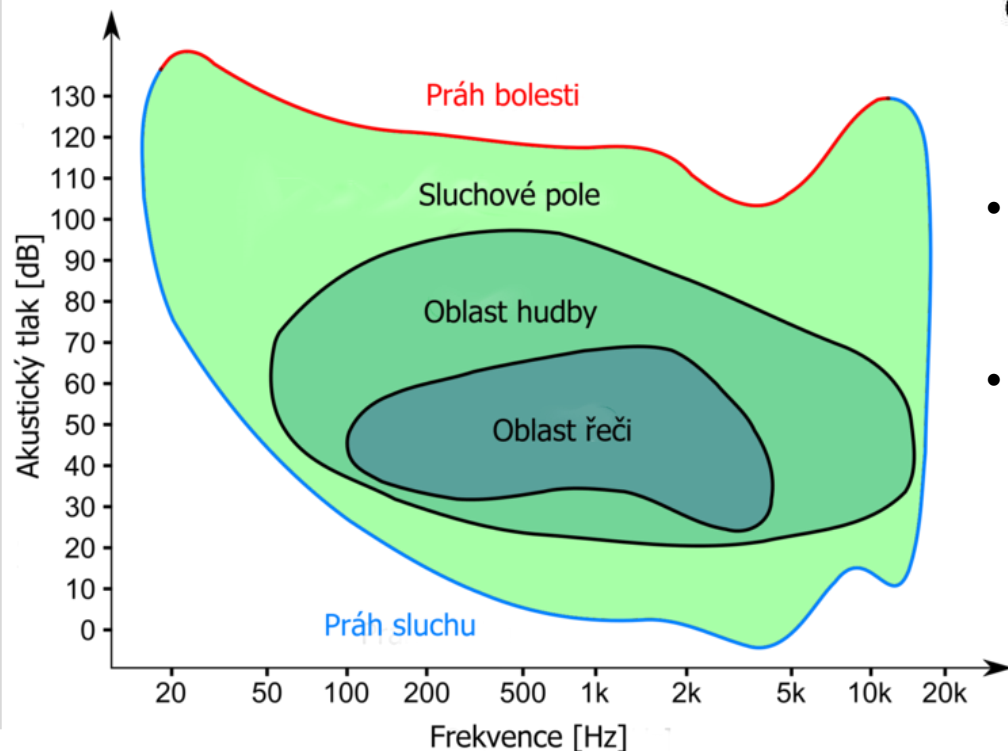
Zvukové vlny vstupují do ucha, jsou zachyceny bubínkem (2) a předány do hlemýžďe pomocí sluchových kůstek (4). V hlemýždi (5) se zvuk přeměňuje na proměnlivý tlak kapaliny, již je hlemýžď vyplněn. Tyto změny jsou zachyceny stereocilii na vláskových buňkách (6) a převedeny na nervové impulsy (7), které putují do mozku sluchovým nervem.

SLUCHOVÝ ROZSAH

- Lidské ucho je neuvěřitelné citlivé, protože je schopno zachytit široké frekvenční pásmo od nízkých tónů při 20 Hz až do pištění při 20 kHz, což představuje rozsah více než osmi oktáv.
- Intenzita je mírou energie, kterou zvuková vlna přenáší.
- Velmi hlasitý zvuk, vydávaný například při startu rakety, obsahuje bilionkrát více energie než bzučení komára.
- Decibelová (dB) stupnice slouží k určování hlasitosti.
- Nulová hodnota na této stupnici určuje práh slyšitelnosti; přitom každé desetinásobné zvýšení hlasitosti je vyjádřeno přidáním 10 dB na této stupnici.
- Jestliže bzučící komár vydává zvuk o 10 dB, start rakety dosahuje okolo 170 dB.
- Zatímco intenzitu zvuku lze objektivně měřit a vyjádřit v decibelech, hlasitost je pojmem více subjektivním a závisí na smyslech posluchače.

SLUCHOVÝ ROZSAH

- Hladinou hlasitosti je nazývána subjektivní hlasitost, která je vnímána sluchem.
- Hladina hlasitosti je definována tak, že hlasitost **1 fónu** je při kmitočtu **1 kHz** stejně velká jako jednotka hladiny zvuku **1 dB**.
- Pro zvuky ostatních kmitočtů jsou hladiny hlasitosti definovány subjektivním porovnáváním s hladinou hlasitosti referenčního tónu



- Práh sluchu je úroveň hlasitosti, pod kterou není lidské ucho schopno zaznamenat jakýkoli zvuk
- Práh sluchu je závislý na stavu sluchového aparátu daného člověka.

- Omezená schopnost sluchu se nazývá nedoslýchavost, úplná ztráta sluchu je hluchota.
- Poškození sluchu může být vrozené nebo získané v důsledku nemoci, operace, působení nadměrného hluku atd.
- **Podle místa poškození sluchového ústrojí rozlišujeme poruchy:**
 - **centrální** – poškození je na úrovni II.–V. neuronu sluchové dráhy; nečastější příčinou je trauma nebo tumor;
 - **periferní** – poškození je na úrovni zevního ucha až jader sluchového nervu;
 - **převodní** – překážka v zevním nebo středním uchu; může se jednat o mazovou zátku nebo zánět v zevním zvukovodu, perforaci bubínku, akutní či chronický zánět středního ucha, katar Eustachovy trubice, otosklerózu;
 - **percepční** – poškození vnitřního ucha nebo sluchového nervu;
 - **kochleární** – poškození hlemýždě; etiologicky se může jednat o presbyakuzi, socioakuzi, Ménièreovu chorobu, ischemické nebo toxické poškození vnitřního ucha;
 - **retrokokleární** – poškození sluchového nervu a jeho jader; nejčastěji se jedná o zánět, trauma či tumor (vestibulární schwannom).

Metody vyšetření sluchu

DĚLENÍ FUNKČNÍHO VYŠETŘENÍ SLUCHU

- **Vyšetření pomocí řeči**
- **Vyšetření ladičkami**
 - Důležité k odlišení převodní a percepční nedoslýchavosti
 - Weberova zkouška (W), Rinneho zkouška (R), Schwabachova zkouška (Sch)
- **Tónová audiometrie**
- **Audiometrie řeči**
- **Nadprahová audiometrie**
 - Pro rozlišení poruchy ve vláskových buněk nebo v n. VIII..
- **Otoakustické emise:**
 - Objektivní vyšetření sluchu novorozenců
- **Objektivní audiometrie**
- **Tympanometrie**
- ***Vyšetření při podezření na simulaci - 😊***

VYŠETŘENÍ POMOCÍ ŘEČI

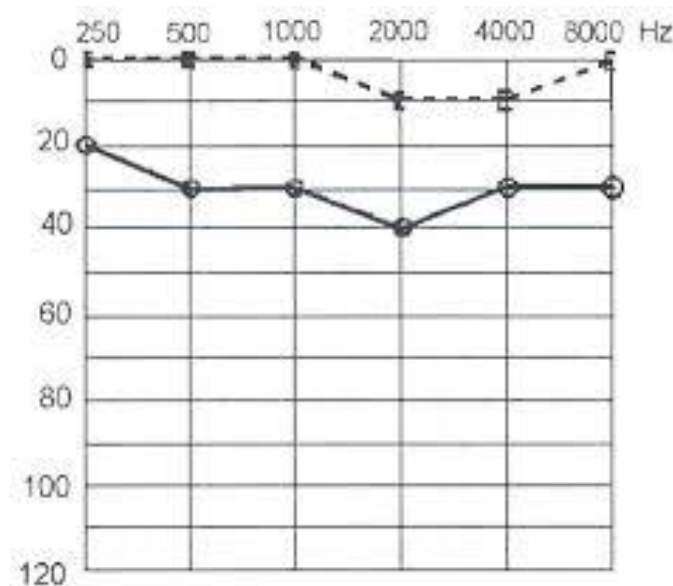
- Provádí se plným hlasem – vox magna (V), nebo šepotem – vox sibilans (vs).
- Používají se slova, která obsahují nízké, střední a vysoké formanty:
 - **hluboké** – slova s „u“ – hůl, půl, auto, ucho;
 - **střední** – slova s „a“ a „o“ – voda, kabát, tabák, zahrada, okno;
 - **vysoké** – slova s „i“, „e“ a se sykavkami – měsíc, tisíc, číslice.
- Provádíme monoaurálně, druhé ucho je zakryté.
- Vyšetřovaný sedí vyšetřovaným uchem k lékaři, pacient by se neměl na lékaře dívat.
- **Hodnocení:**
 - **normální sluch** – více než 10 m pro hlasitou řeč, a více než 6 m pro šepot;
 - **zhoršení vysokých slov** – soudíme na percepční nedoslýchavost (v záznamu značíme „i“);
 - **zhoršení u středních a hlubokých hlásek** značíme „a“, „u“ – převodní nedoslýchavost.

TÓNOVÁ AUDIOMETRIE

- Provádí se přístrojem, který generuje tóny o určitém kmitočtu (Hz) a intenzitě (dB)
- Provádí v rozsahu 125 Hz do 10 kHz, od -10 dB do 100 dB.
- Má za cíl vyhledat sluchový práh – nejnižší intenzitu při dané frekvenci, kdy vyšetřovaný tón slyší.

- **Hodnocení**

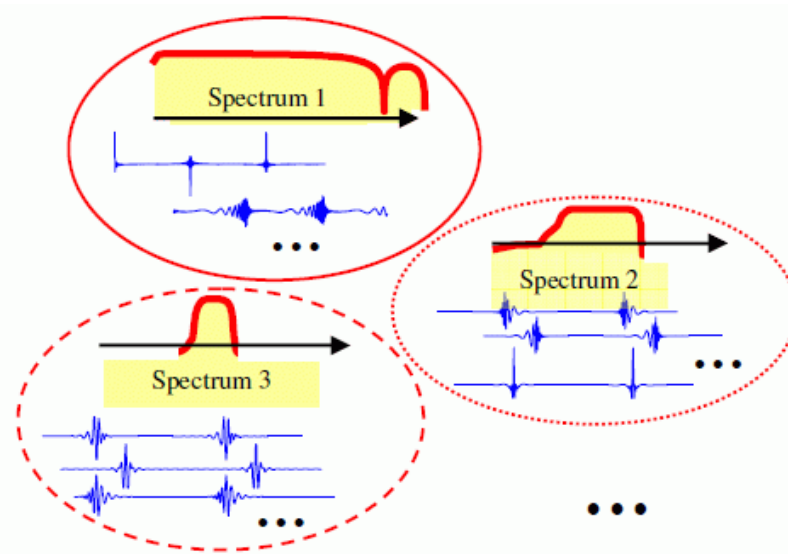
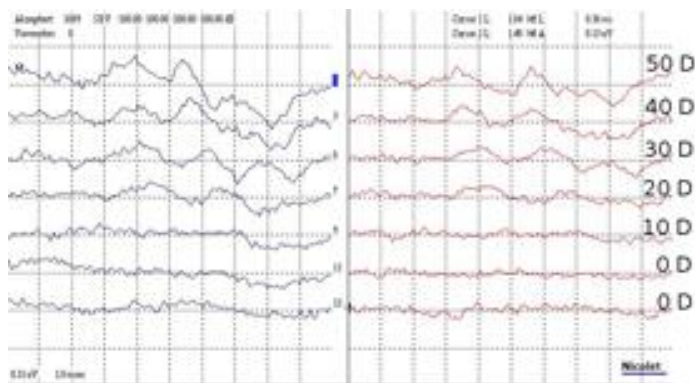
- Výsledkem je audiogram
- Normální je sluch do 15 dB ztrát,
- **percepční porucha** – pokles bude jak složky kostní tak vzduchové, větší pokles ve vyšších tónech,
- **převodní porucha** – pokles bude u vzdušného vedení, kostní bude normální,
- **smíšená** – kombinace.



- Význam pro stanovení účelnosti nošení sluchadel.
- Používáme slovní sestavy o 10 slovech s vyvážením slov se středními, vysokými a nízkými formantami.
- Přehrávají se pacientovi v různé intenzitě a on je opakuje.
- Zanáší se počet správných odpovědí v závislosti na intenzitě.
- **Hodnocení:**
 - **převodové poruchy** – křivka si uchovává esovitý tvar, je ale posunuta do vyšších intenzit.
 - **percepční nedoslýchavost** se projevuje diskriminací řeči – nižší rozlišovací skóre.
 - Nemocný slyší, ale nerozumí a zvyšováním intenzity se to obvykle nevylepší.

OBJEKTIVNÍ AUDIOMETRIE

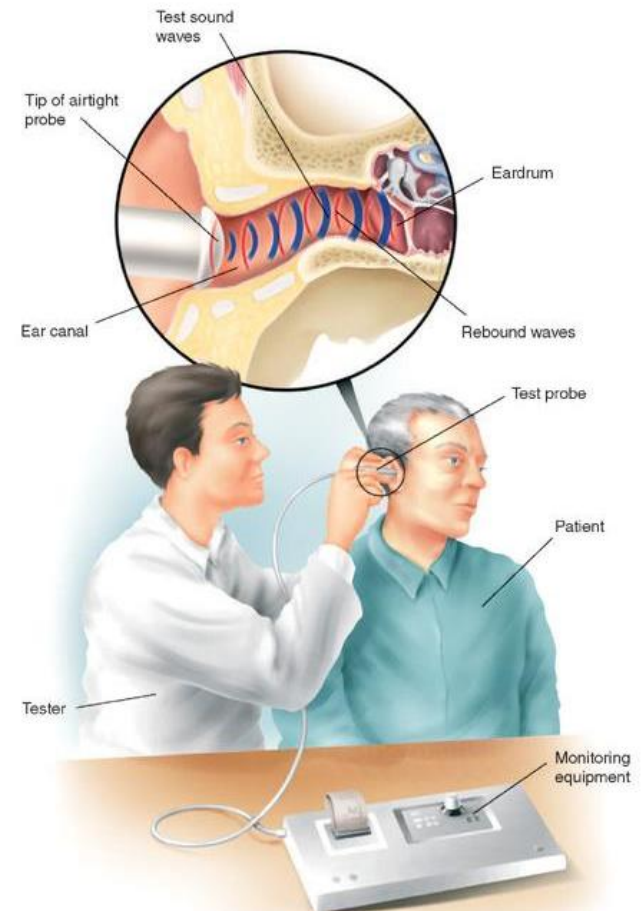
- Většina předchozích metod vyžaduje spolupráci pacienta (je tedy subjektivní).
- Objektivní audiometrie se uplatňuje u malých dětí, duševně labilních, pro volní zábrany.
- Metoda je založena na principu vyhodnocování akčních potenciálů.
- Podle toho, kde ty potenciály snímáme (záleží to na časovém odstupu po impulsu – kam až to stačí doběhnout) rozlišujeme:
 - ECPG – elektrokocholeografie;
 - BERA – zkouška akusticky evokovaných potenciálů;
 - CERA – korová audiometrie.
- Vyšetření je časově náročné.



- Většina středoušních problémů vzniká zvýšením tuhosti středouší, které se projevuje mimo jiné i tím, že se ze středoušní dutiny odráží více zvuku zpět.
- Normálně je tlak vzduchu ve zvukovodu stejný jako atmosférický tlak a za normálních podmínek tlak vzduchu ve středouší zhruba stejný jako tlak atmosférický, protože periodicky se otevírající Eustachova trubice spojuje středoušní dutinu s horními dýchacími cestami a tlaky tak vyrovnává.
- U zdravých jedinců je maximum energie přeneseno tehdy, je-li okolní tlak vzduchu roven tlaku ve středním uchu.
- **Tympanometrie** je objektivní vyšetřovací metoda k testování funkce středního ucha a mobility bubínku a kůstek středního ucha změnou tlaku vzduchu v ušním kanálku.
- Metoda měří přímo mechanické a akustické vlastnosti bubínku a nepřímo tím měříme vlastnosti převodního systému pomocí odrazu zvuku (V podstatě měříme komplianci (poddajnost) bubínku).

PRINCIP TYMPANOMETRIE

- Tympanometrická sonda se zavede do zvukovodu.
- Tón o frekvenci 226Hz je tympanometrem generován přímo do kanálu vnějšího ucha.
- Zvuk zde rozechvívá bubínek a vzniklé vibrace jsou dále přenášeny do středního ucha a postupně vedou až k uvědomění si slyšeného tónu.
- Přístroj mění tlak ve středoušní dutině a generuje čistý tón a přitom měří odpověď bubínku.
- Přístroj měří odražený zvuk od bubínku a vyjadřuje ho jako admitanci nebo compliance (poddajnost)
- Tyto hodnoty v závislosti na tlaku ve zvukovodu zakresluje jako graf zvaný tympanogram.



Konec