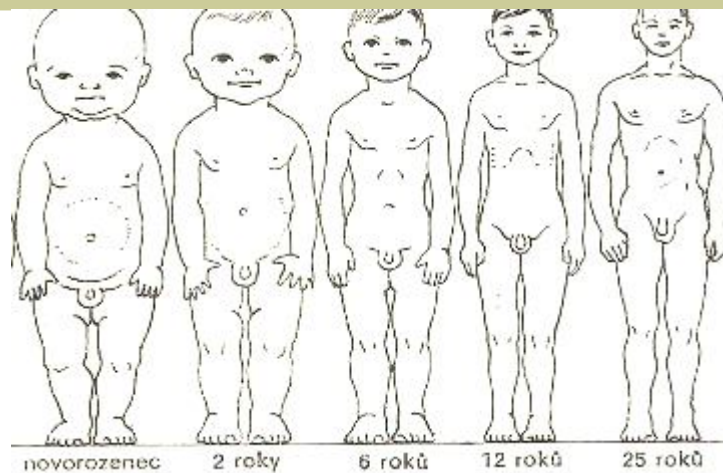


***Kardiopulmonální
resuscitace a anatomické
odlišnosti u dětí***

pro PSS ARIP a intenzivní péče o dospělé

Mgr. J. Fendrychová, Ph.D.

Anatomické odlišnosti dětského věku

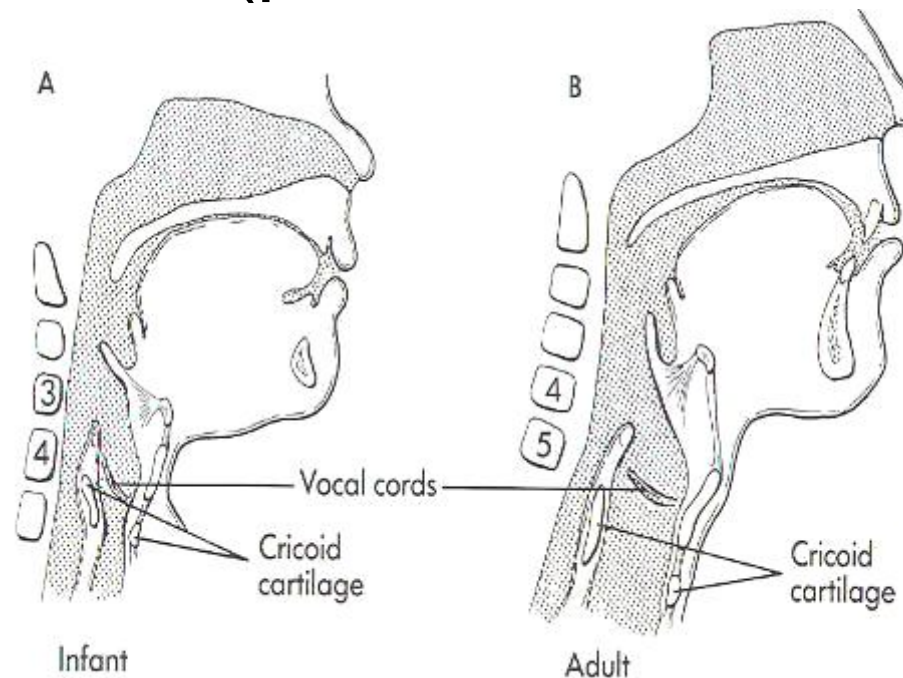


Odlišnosti v dýchacím systému

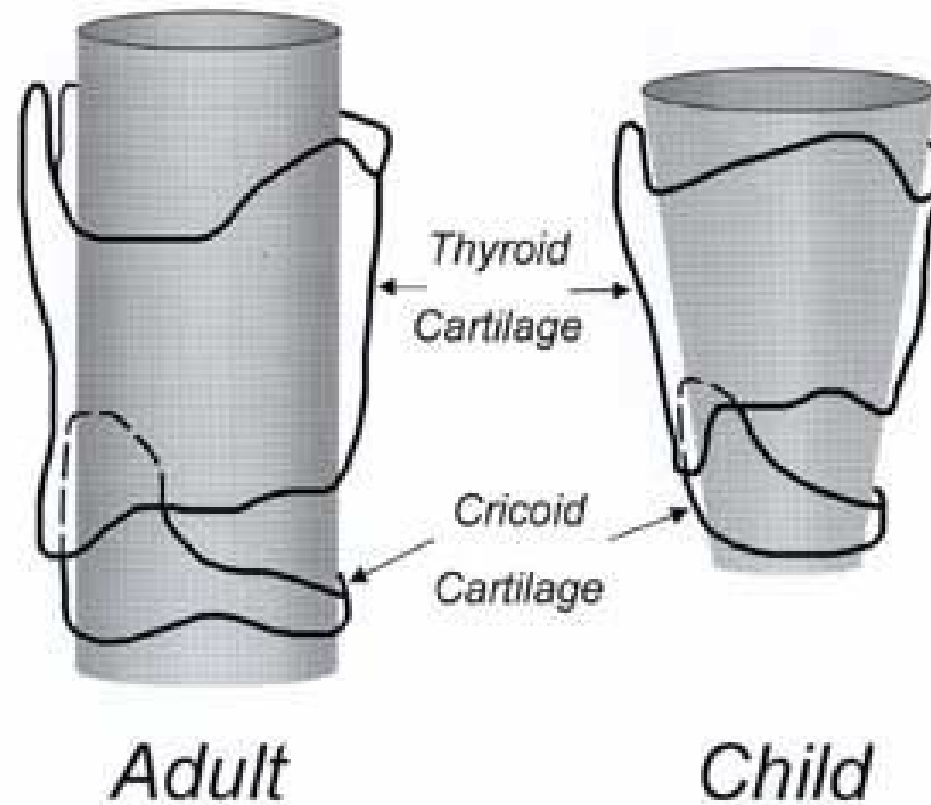
- Úzké nosní průduchy (choany).
- Neúplně osifikované tvrdé patro u novorozenců a kojenců.
- Nízko uložené měkké patro.
- Relativně velký jazyk.
- Vysoko uložený larynx (děti C3- C4, dospělí C5-C6).

pokračování

- Dýchací cesty úzké, nejužší je subglotický prostor (prstenčitá chrupavka)



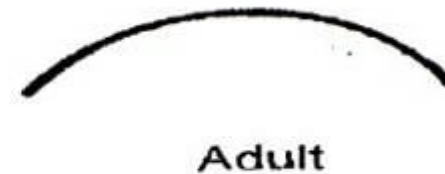
Larynx - hrtan



pokračování



- Relativně dlouhá a měkká epiglotis („U“ tvar) u novorozenců.

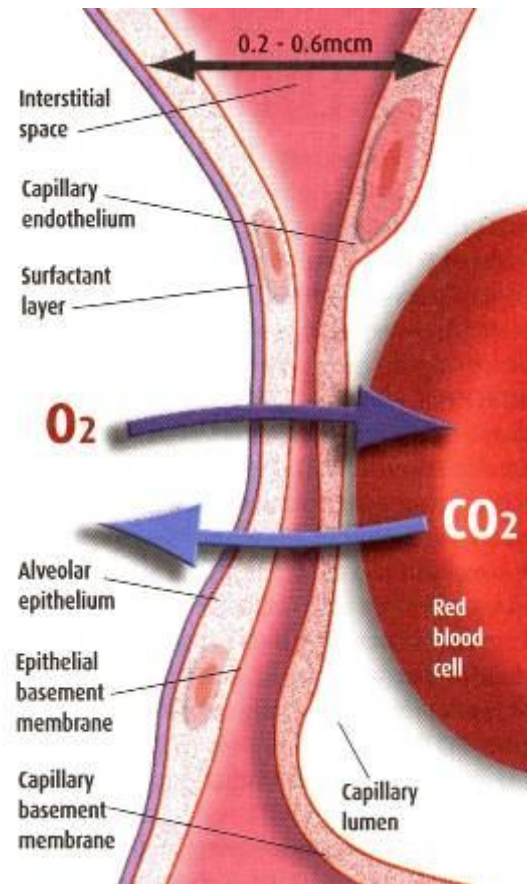


- Úzký průsvit trachey i bronchů (nezralé měkké chrupavky mohou kolabovat).

pokračování

- Množství plicních sklípků neustále narůstá.
- Výměna plynů je omezena menším počtem plicních sklípků a širší alveolokapilární membránou.
- Plíce začínají dýchat až po porodu, plicní tekutina se vstřebává a je odváděna cévním a lymfatickým řečištěm.

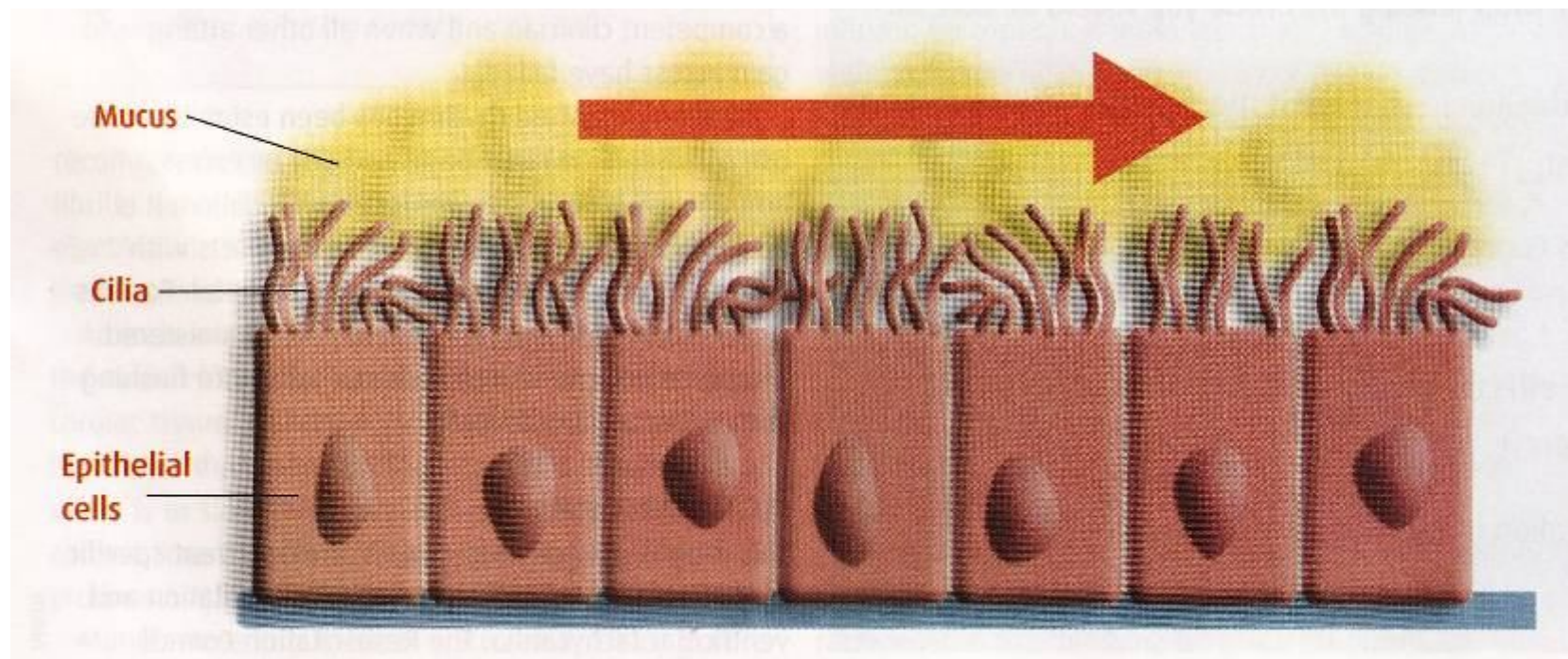
Alveolokapilární membrána



pokračování

- Novorozenci a kojenci produkují méně respiračního hlenu, který působí jako čistící médium → jsou náchylnější k respiračním infekcím.
- Mají také méně vyvinuté hladké svalstvo, které vystýlá DC → proto nedochází tak často k bronchospazmům.

Samoočišťování dýchacích cest



pokračování

- Novorozenci a koj. dýchají převážně nosem, frekvence je rychlejší.
- Stěna hrudníku je elastická.
- Uložení žeber vodorovné → břišní typ dýchání.

Dechová frekvence

- Novorozenec 40 – 60 dechů/min.
- Batole 24 – 40 dechů/min.
- Předškolák 22 – 34 dechů/min.
- Školák 18 – 30 dechů/min.
- Adolescent 12 – 16 dechů/min.

Odlišnosti v kardiiovaskulárním systému

- Po porodu dochází k přestavbě fetálního krevního oběhu v dospělý → uzávěr d. venosus Arantii, foramen ovale, d. arteriosus Botalli.
- Systém je zdravější než u dospělých.
- Děti mají méně svalové hmoty.

pokračování

- Vyšší metabolismus, větší potřebu kyslíku.
- Větší množství cirkulující krve vzhledem k hmotnosti.
- Větší schopnost kompenzace.

Srdeční frekvence

- Novorozenec 100 - 160 tepů/min.
- Kojenec 100 - 120 tepů/min.
- Batole 80 - 100 tepů/min.
- Předškolák 70 – 90 tepů/min.
- Školák 60 – 80 tepů/min.
- Adolescent 60 – 90 tepů/min.

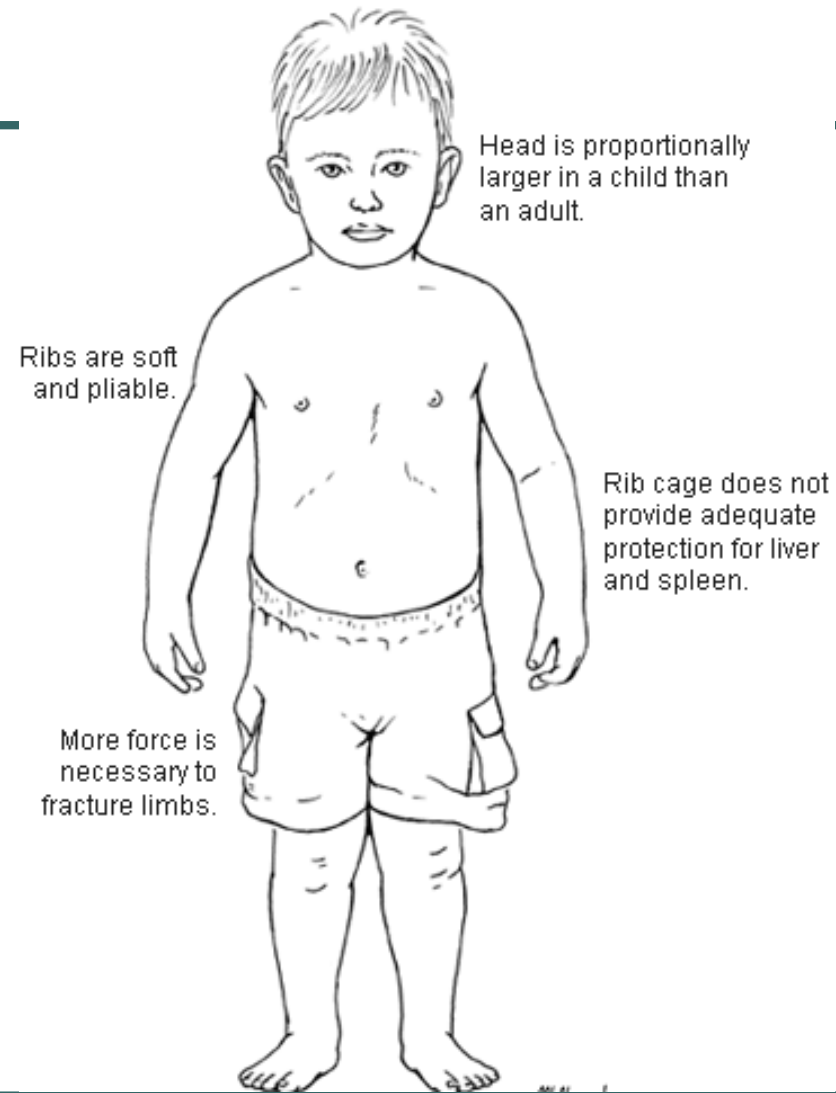
Krevní tlak

- Novorozenec 60-90/20-60 mmHg
- Kojenec 87-100/50-60 mmHg
- Batole 95-105/53-66 mmHg
- Školák 95-110/57-70 mmHg
- Adolescent 110-128/66-80 mmHg

pokračování

- Srdeční sval dítěte má menší množství kontraktilní tkáně (30 % versus 60 % v dospělosti), proto nemá schopnost se stáhnout takovou silou a nemá rezervní kapacitu.
- Nemůže zvýšit svůj tepový objem, proto zvyšuje svoji frekvenci, aby zajistilo zvýšení srdečního výdeje.

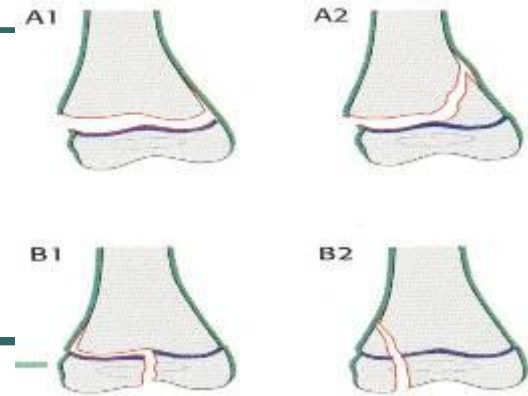
Odlišnosti v kosterně svalovém systému



pokračování

- Kosterní systém není zcela osifikovaný, má epifýzy a periost hustší a produkuje svalky rychleji než u dospělého.
- Nižší obsah minerálů a větší poréznost zvyšuje sílu kostí.
- Kosterní růst je nejrychlejší v kojeneckém věku a v dospívání.
- Dětské kosti jsou pružnější, ohebnější a před prasknutím se deformují.

pokračování



- Krevní zásobení je u dětí bohatší, proto se kosti rychleji uzdravují.
- Periost je silný a osteogenetická aktivita vysoká.
- Epifyzeální zlomenina může narušit růst kosti.
- Rychlý růst kostry dětí může způsobit, že deformity jsou mnohem závažnější.

Odlišnosti v tělesném složení a bazální potřebě tekutin

- Čím menší dítě, tím větší podíl tělesných tekutin na tělesné hmotnosti (85% nov., 60% dospělý):
 - ♣ novorozenec – 150 ml/kg/den,
 - ♣ kojeneček – 100 ml/kg/den,
 - ♣ batole – 80 ml/kg/den,
 - ♣ v 10 letech – 65 ml/kg/den,
 - ♣ dospělý – 45 ml/kg/den.

Odlišnosti v imunitním systému

- Imunitní systém je funkční.
- Po setkání s antigeny ze zevního prostředí se aktivuje a tvoří vlastní Ig všech tříd.
- Transplacentárně se přenášejí pouze IgG a postupně v průběhu prvních měsíců mizí (nejnižší v cca 3. - 6. měs.).

Odlišnosti v hematologickém systému

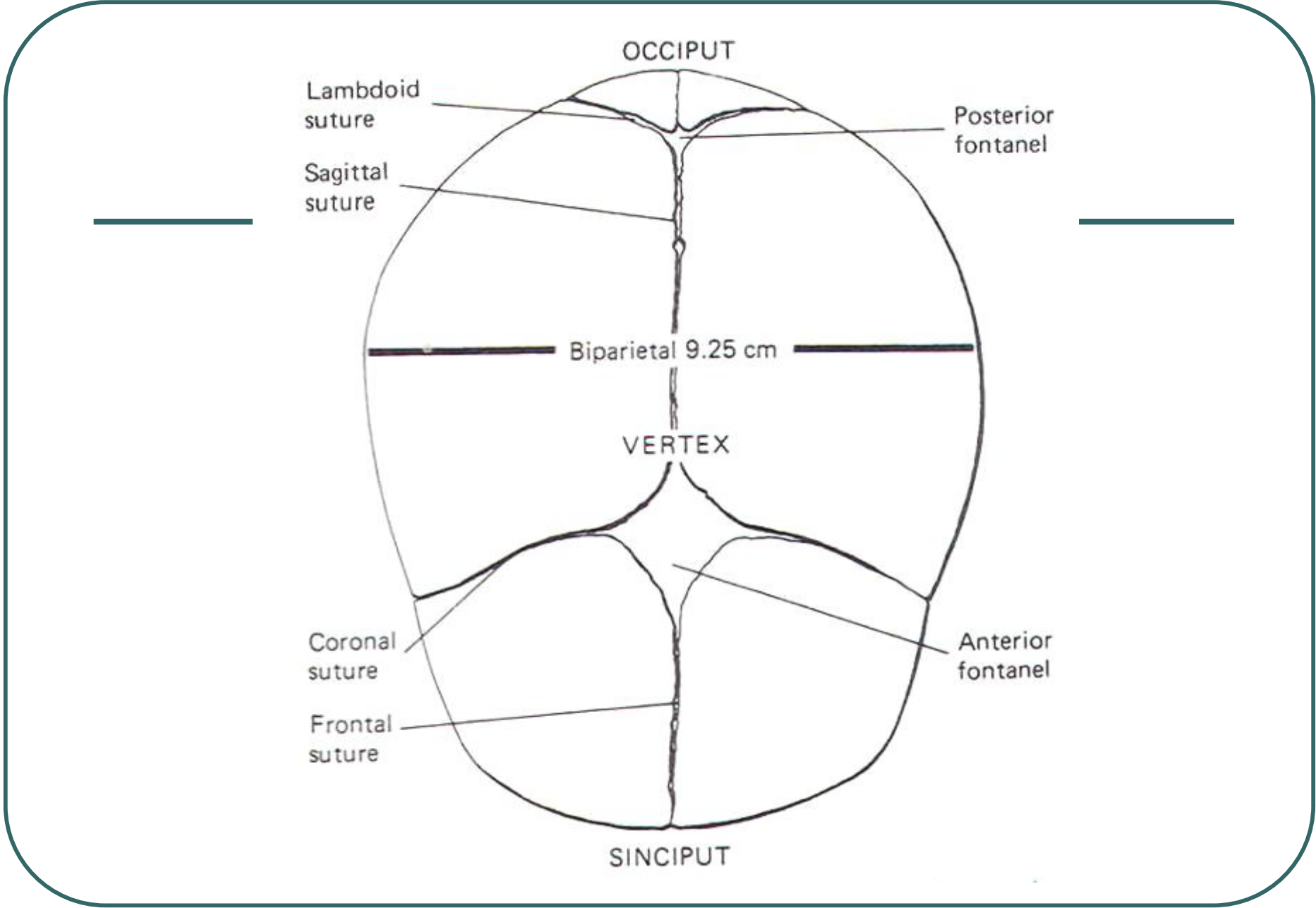
- Polyglobulie s makrocyty a vysokým hemoglobinem.
- V prvním měsíci dochází k hemolýze fetálních ery → fyziologická žloutenka.
- Leukocytóza 15 - 30 000 po narození.
- Koagulační faktory jsou sice aktivní, ale dostatečně až po několika týdnech.

Objem cirkulující krve

- Novorozenci 85 – 90 ml/kg
- Kojenci 75 – 80 ml/kg
- Školáci 70 – 75 ml/kg
- Dospělí 65 – 70 ml/kg

Odlišnosti v CNS

- Velká fontanela se uzavírá mezi 12. – 24. měsícem.
- Dokončuje se myelinizace nervových drah.
- Dozrává centrum termoregulace.
- Objem MM je u novorozenců 5 - 10 ml/kg a obsahuje více bílkovin.
- V osmi letech již dosahuje hodnot dospělých – cca 150 – 180 ml.



Odlišnosti v močovém systému

- Ledviny jsou uloženy velmi nízko, bez tukového polštáře.
- Růstem ledvin se rozšiřuje kůra ledvin, v počtu glomerulů nejsou rozdíly.
- Nezralost ledvin zpomaluje detoxikaci a vylučování, čímž se např. prodlužuje doba působení léků.

pokračování

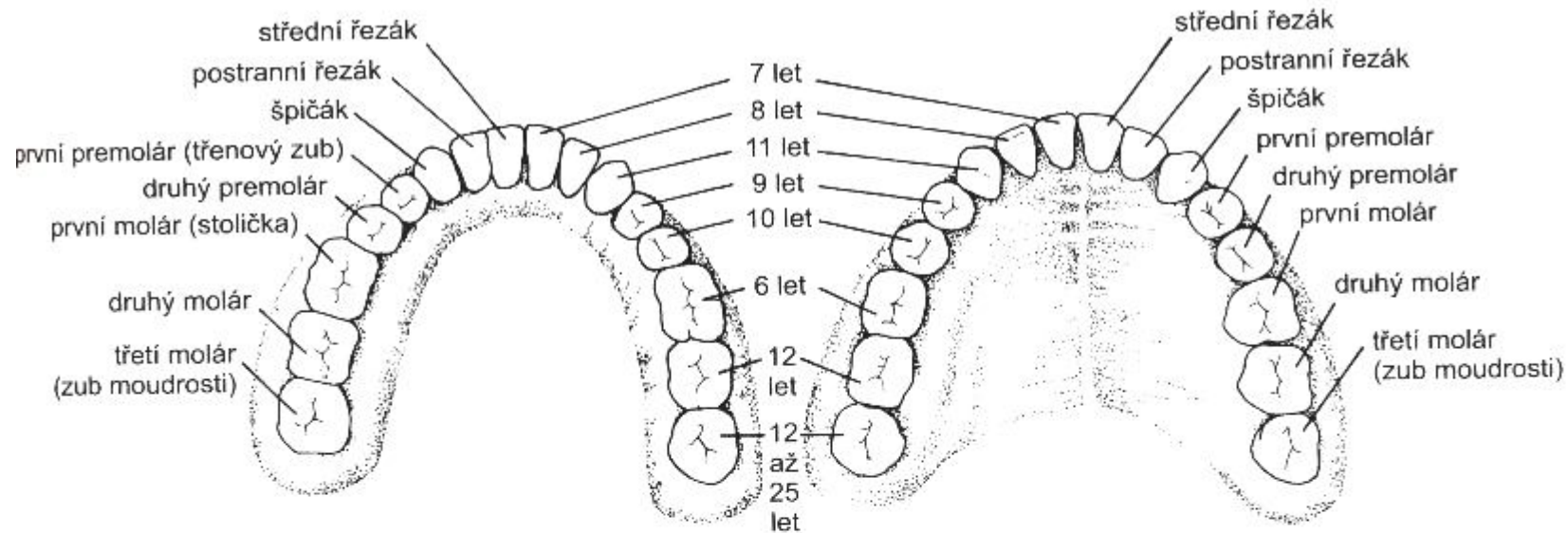
- Objem močového měchýře je malý (u nov. 7 ml).
- Větší denní příjem a výdej tekutin a nižší koncentrační schopnost ledvin způsobuje rychlejší vylučování.

Odlišnosti v GIT

- V prvních dnech života vážne syntéza vitamínu K (*M. haemorrhagicus neonatorum*).
- Motilita GIT je u novorozenců výrazně nižší.
- Častý je gastroezofageální reflux.
- Hltan je krátký - 4 cm (12 cm u dospělého), je uložen níže než u dospělých.

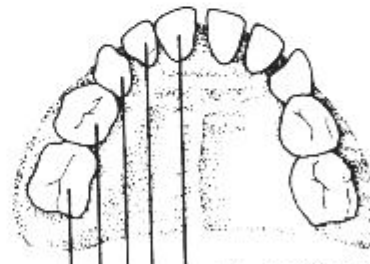
pokračování

- Jícen je dlouhý 11 – 16 cm (40 cm u dospělého).
- Dočasný chrup se prořezává v 6. – 8. měsíci; ve 22. – 24. měsíci je ukončen (20 zubů).
- Trvalý chrup v 7. – 8. roce (32 zubů); dokončen v dospělosti.



střední řezák: 8–10 měsíců
 postranní řezák: 8–10 měsíců
 špičák: 18–20 měsíců
 první molár: 12–14 měsíců
 druhý molár: 28–32 měsíců

dolní



střední řezák: 6–8 měsíců
 postranní řezák: 12–14 měsíců
 špičák: 18–20 měsíců
 první molár: 12–14 měsíců
 druhý molár: 28–32 měsíců

horní

pokračování

- Novorozenecký žaludek pojme cca 7 ml tekuté potravy, ale každý měsíc se zvětší o 20 ml, pH = 1,2 – 3,6.
- Léky, které vyžadují k absorpci jako médium žaludeční šťávy (fenobarbital) se do 2 let vstřebávají neúplně.



pokračování

- Tenké střevo je u nov. 34 – 46 cm, u dospělého až 5 m.
- Játra jsou u nov. velká –150 g = 5% hmotnosti.
- Detoxikační funkce jater je u nov. nedostatečná.
- Do 4 let věku se léky odbourávají pomaleji než u dospělých.

pokračování

- Často podávané léky mohou dosáhnout rychleji toxické hladiny a způsobit předávkování (paracetamol).
- Do 1 roku je snížena přítomnost pankreatických enzymů - vstřebávání některých léků je na nich závislé.

pokračování

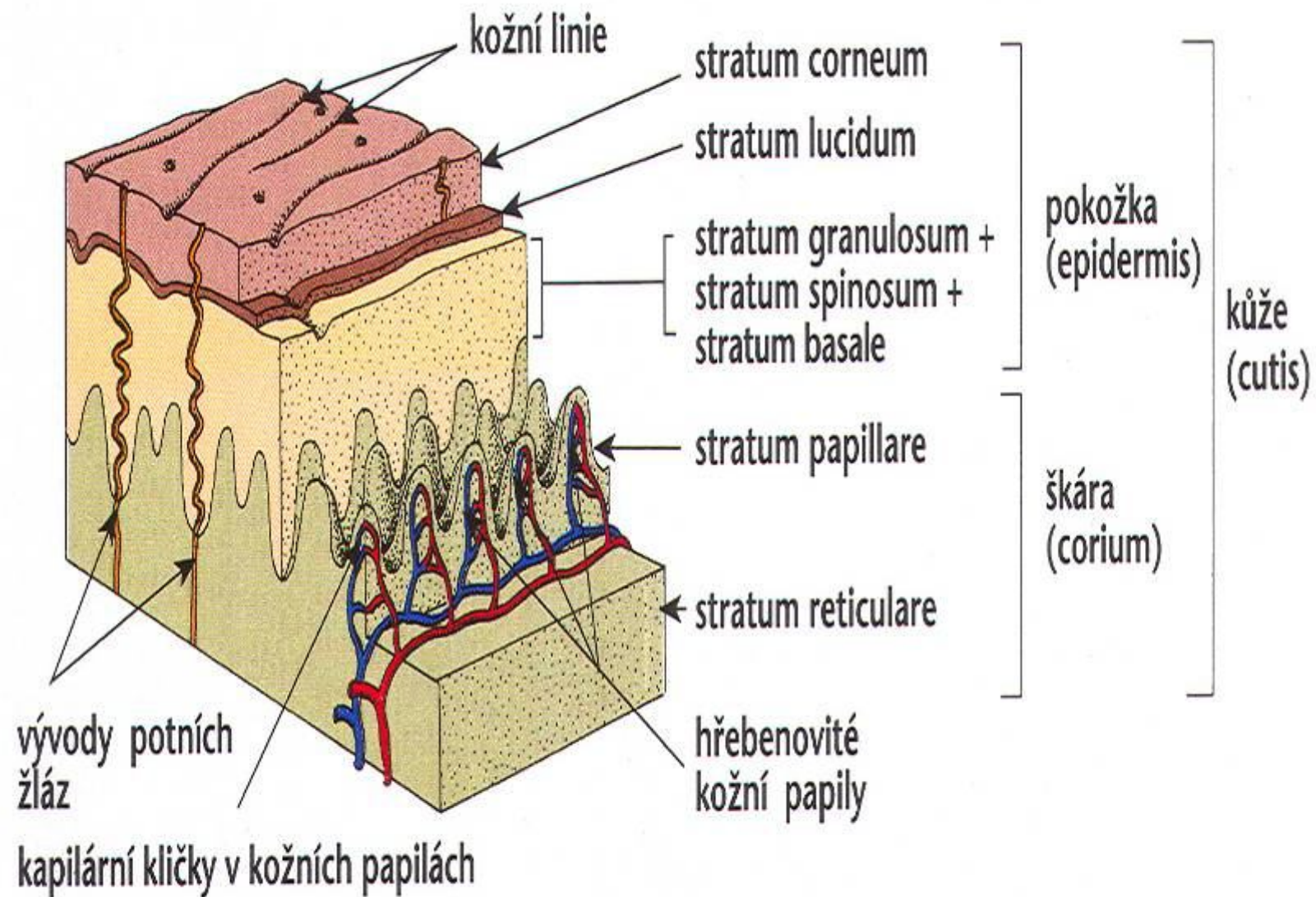
- Do 5 let prochází strava GIT rychleji než u dospělých - lék tak projde rychleji, než se stačí vstřebat.

Rozdíly v kožním systému

- Novorozenci mají tenké stratum corneum (u ELBW chybí) – zvýšené vstřebávání.
- Ve škáře je méně elastických a kolagenních vláken – nepevné spojení.
- Větší plocha kožního povrchu a používání pampers plen zvyšuje množství absorbovaného léku.

pokračování

- Kožní žlázy jsou vyvinuté, ale začínají vyměšovat později (3. – 5. den).
- Terciální ochlupení se vyvíjí až v pubertě.



Základní neodkladná resuscitace u dětí

Cílem je okysličení mozku.

Kdy resuscitaci zahajujeme

- Pokud dítě nereaguje na oslovení a zevní podněty a nedýchá normálně (gaspung není překážkou zahájení resuscitace).
- Není třeba pátrat po hmatném pulzu.
- V případě pochybností rozhodně resuscitujeme (zevní masáž stlačováním hrudníku tepajícímu srdci neškodí).

Resuscitaci nezahajujeme

- Při jistých známkách smrti (posmrtné skvrny, ztuhlost, studená kůže, mrtvolná hniloba).
- V terminální fázi neléčitelného onemocnění.
- Při extrémně závažných poraněních neslučitelných se životem.

Resuscitaci ukončíme

- Při úspěšném obnovení oběhu, dýchání, spontánních pohybů, kašle, apod.
- Nevede-li resuscitační úsilí k obnovení vitálních funkcí po vyčerpání všech možností (v kompetenci lékaře).
- Při vyčerpání záchránců.

Kdy volat pomoc ZZS

- Při dvou záchráncích jeden resuscituje a druhý volá.
- Při jednom záchránci se nejprve 1 minutu resuscituje a potom se volá.
- Výjimku tvoří náhlý kolaps dítěte, kdy jde zřejmě o poruchu srdeční činnosti způsobenou arytmií → nutná defibrilace → nejprve volat!

Rozdělení dětského věku pro resuscitaci

- Novorozenec 0 - 28 dnů.
- Kojenec 28 dnů – 1 rok.
- Dítě 1 rok – puberta (věk, váha, sekundární pohlavní znaky).
- Puberta je fyziologické ukončení dětského věku – jestliže záchránce uzná, že postižený je dítě, bude pokračovat podle dětského guidelineu.

Základní neodkladná resuscitace

- Zajistit bezpečí pro sebe a pro dítě.
- Zjistit stav vědomí/reakce dítěte.
- Zkontrolovat zda dítě dýchá.
- Zkontrolovat cirkulaci/pulz.

Zjistit stav vědomí/reakce dítěte

- Jemnou stimulací a oslovením „Co je s tebou?“, „Jsi v pořádku?“, „Slyšíš mě?“
- Nikdy netřást novorozencem, kojencem nebo při podezření na poranění páteře (po skoku do vody, pádu z výšky, apod.).
- Bolestivou stimulaci je třeba provést centrálně (na trapézovém svalu, ušním lalůčku).

Když dítě na stimulaci reaguje

- Ponechat v poloze, ve které jsme ho našli, pokud ho poloha neohrožuje.
- Kontrolovat stav a poskytnout pomoc, pokud ji bude potřebovat.

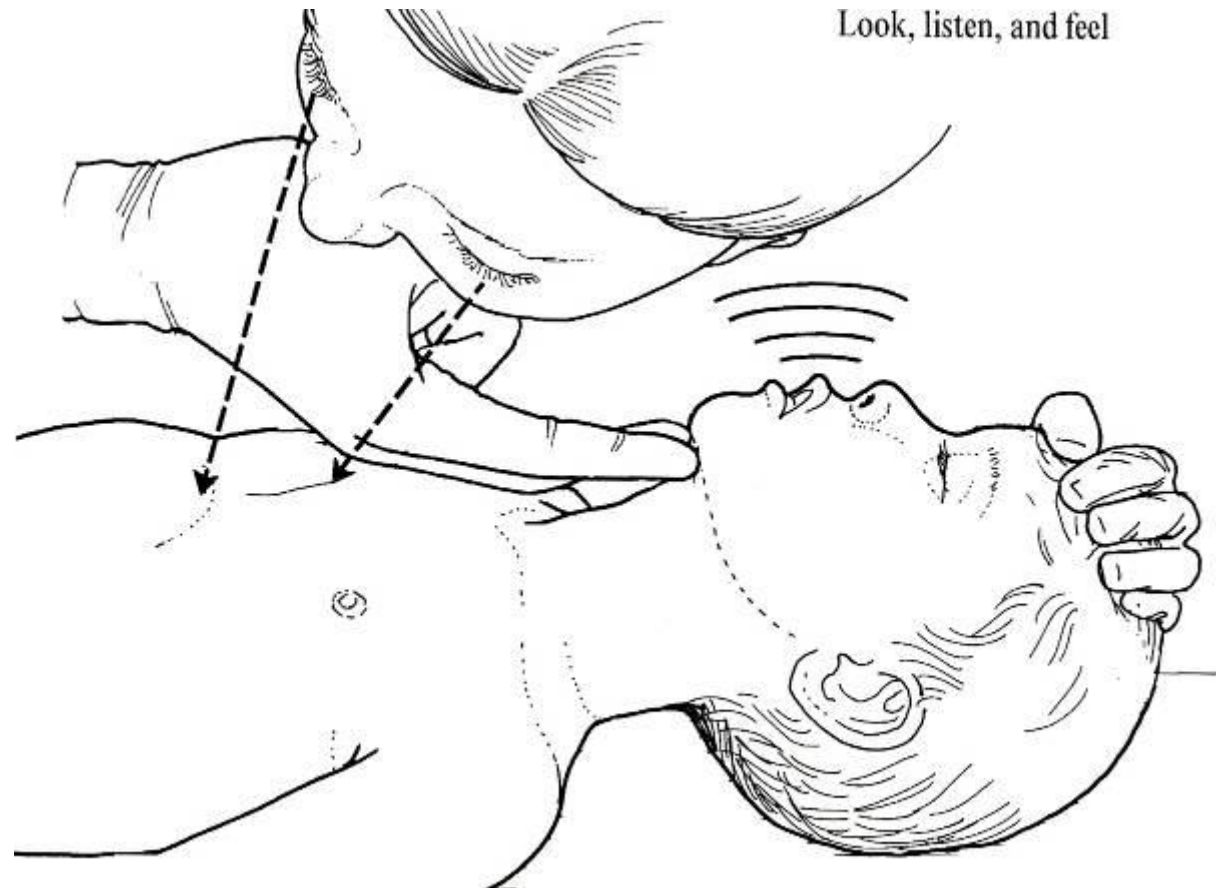
Pokud dítě nereaguje

- Přivolejte si pomoc (kohokoliv).
- Otočte dítě opatrně na záda.
- Uvolněte mu dýchací cesty tlakem na čelo a tahem za bradu.
- Pokud nemůžete zaklonit hlavu, vytáhněte alespoň dolní čelist.

Zkontrolovat zda dítě dýchá

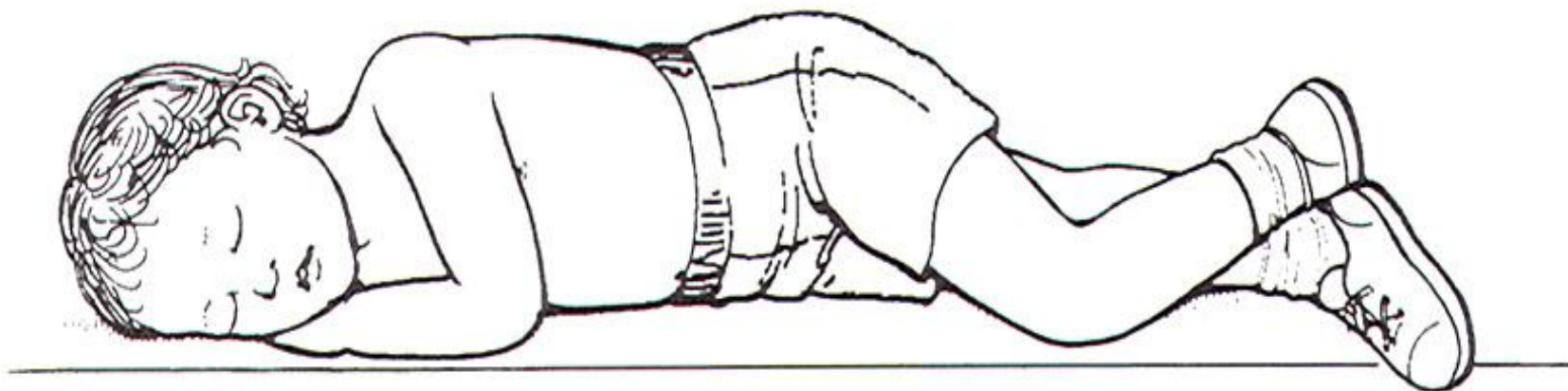
- Držet dítěti otevřená ústa a přiložit k nim svou tvář.
- Pociťovat teplý proud vzduchu na své tváři.
- Poslouchat jednotlivé výdechy.
- Sledovat pohyby hrudníku.
- Ne déle jak 10 sec.

Kontrola dýchání



Když dítě dýchá

- Uložit jej do polohy na boku



Zotavovací poloha



Když dítě nedýchá

- Pečlivě odstranit viditelnou obstrukci.
- Nevytírat dutinu ústní naslepo.
- Aplikovat 5 úvodních vdechů (1,0 – 1,5 sec).
- Přitom sledovat jakoukoliv odpověď na zákrok – polknutí, kašel, pohyb, změnu barvy – dostaneme informaci o stavu cirkulace.



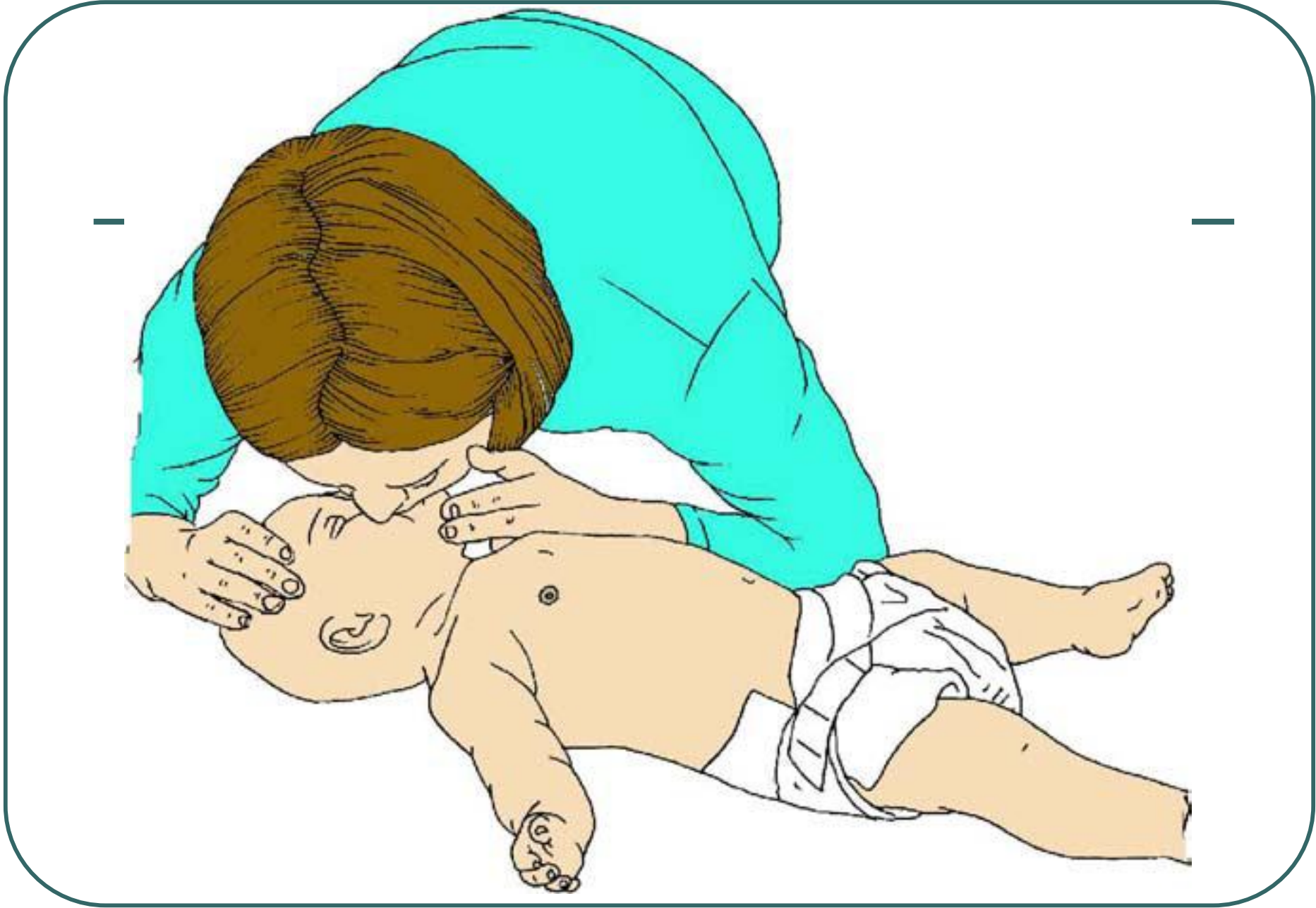
Když nedýchá kojenec

- Uložit jeho hlavu do neutrální polohy



pokračování

- Předsunout dolní čelist.
- Dýchat objemem odpovídajícím věku dítěte - hyperventilace je škodlivá.
- Pohyby hrudníku by měly být pouze středního rozsahu.





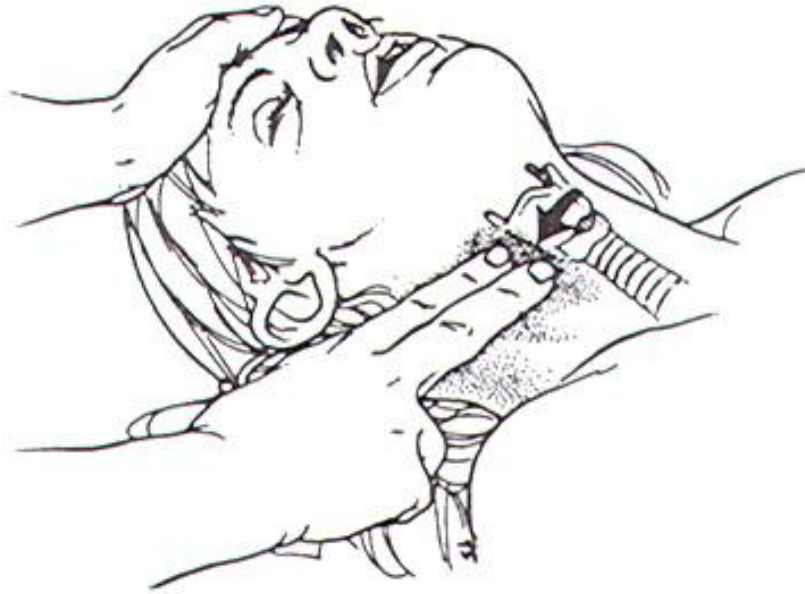
©ERC

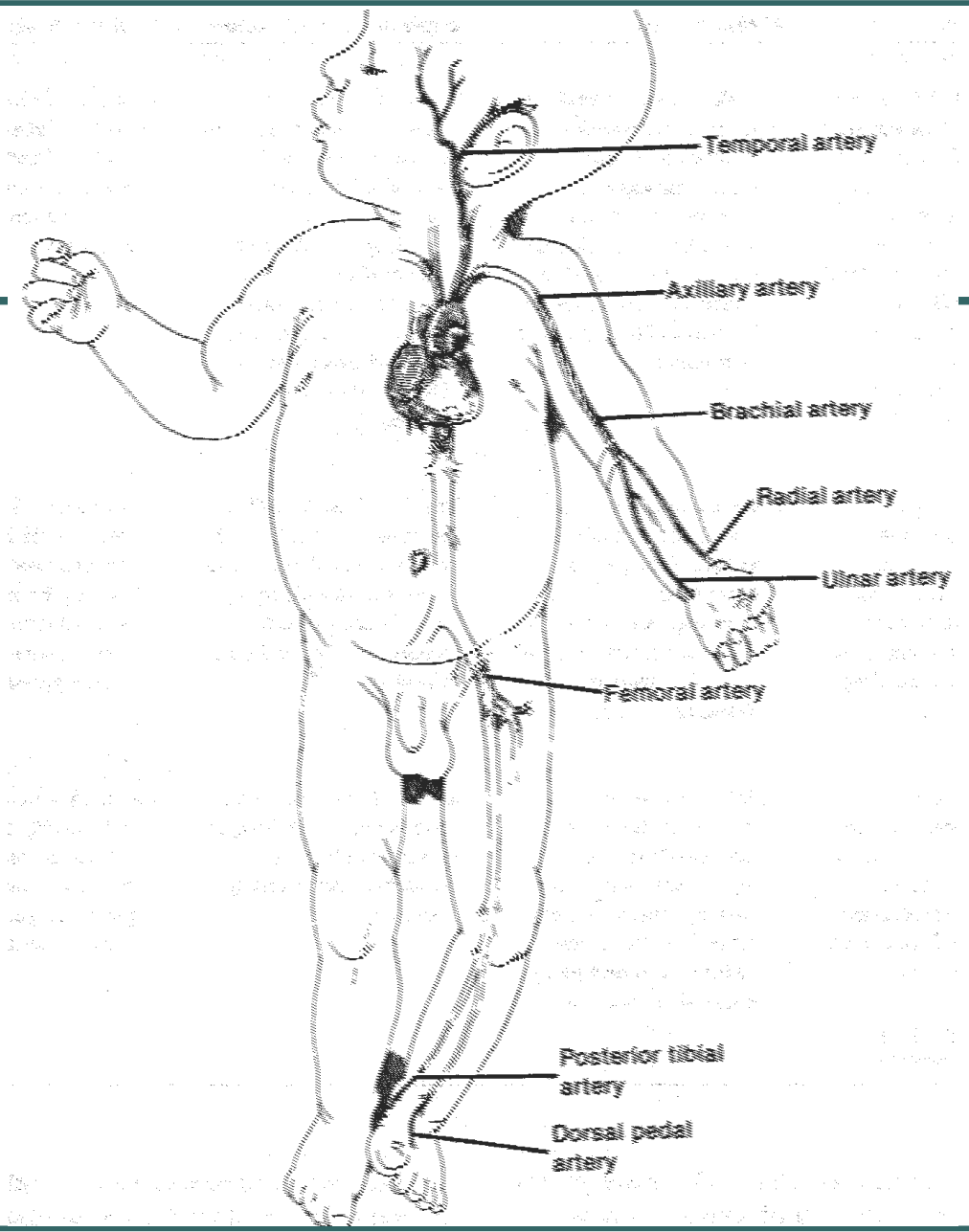
Pokud se hrudník nezvedá

- Odstraňte z úst viditelnou obstrukci.
- Ujistěte se, že má dítě hlavu i bradu ve správné poloze.
- Pokud se na pátý pokus nepodaří dítě prodýchnout, začněte s kompresemi hrudníku.

Zkontrolujte cirkulaci

- Zhodnoťte barvu kůže a stav dítěte (pohyby, kašel, dýchání, zrudnění).
- Zhodnoťte pulz:
 - u novorozence na arterii femoralis,
 - do 1 roku na arterii brachialis,
 - od 1 roku na arterii carotis.
- Nehodnoťte déle jak 10 sec.



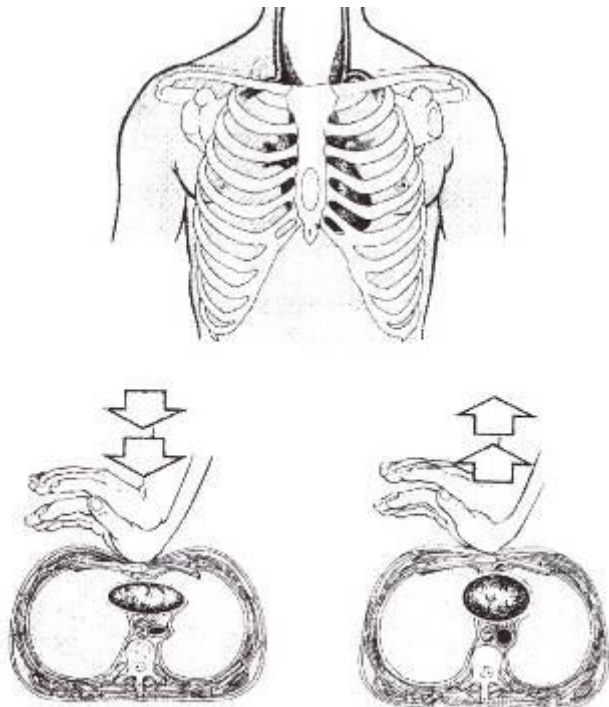


Když jsou známky oběhu

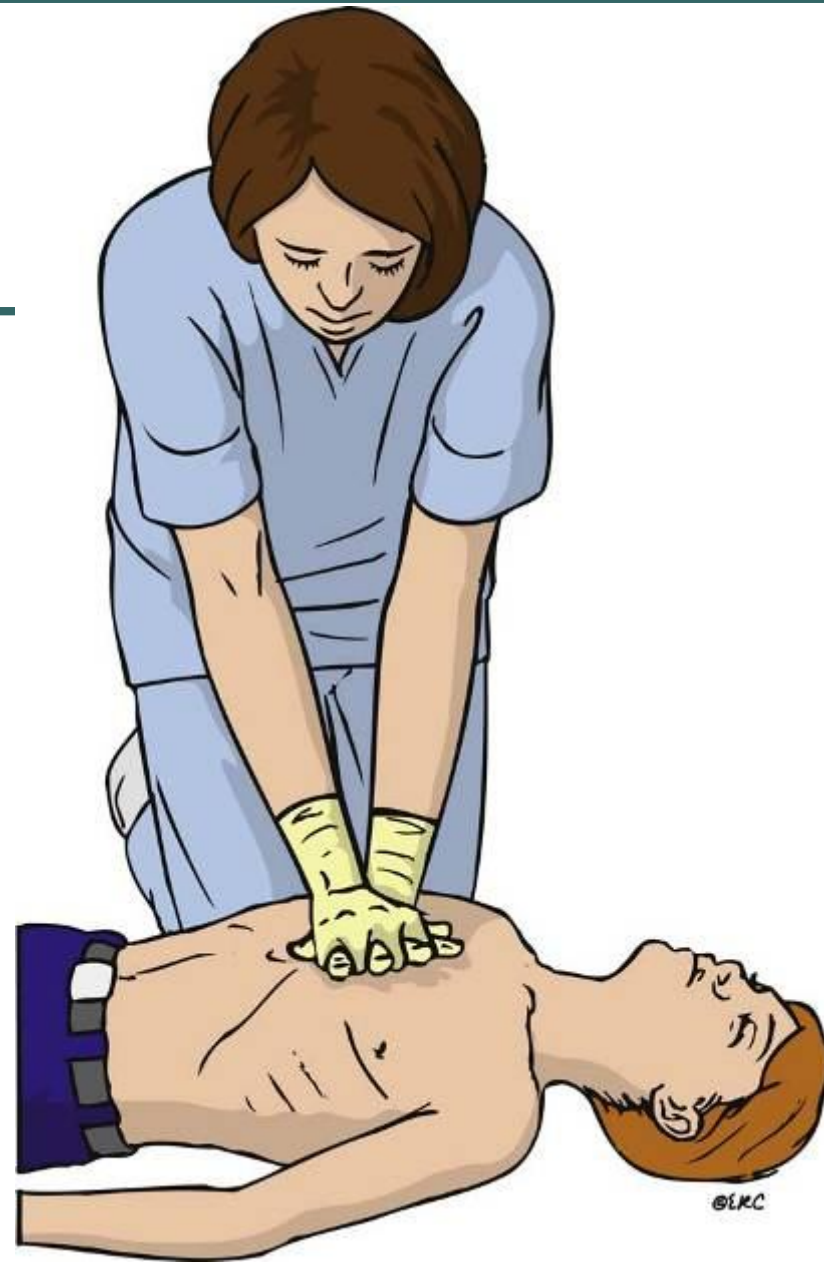
- Pokračovat v resuscitaci dýchání, dokud dítě nezačne dýchat samo.
- Pokud zůstává v bezvědomí, uložit jej do polohy na boku.

Když nejsou známky oběhu

- Začněte s kompresemi v **dolní polovině sterna** do 1/3 hloubky hrudníku rychlostí **alespoň 100/min, ne rychleji než 120/min.**





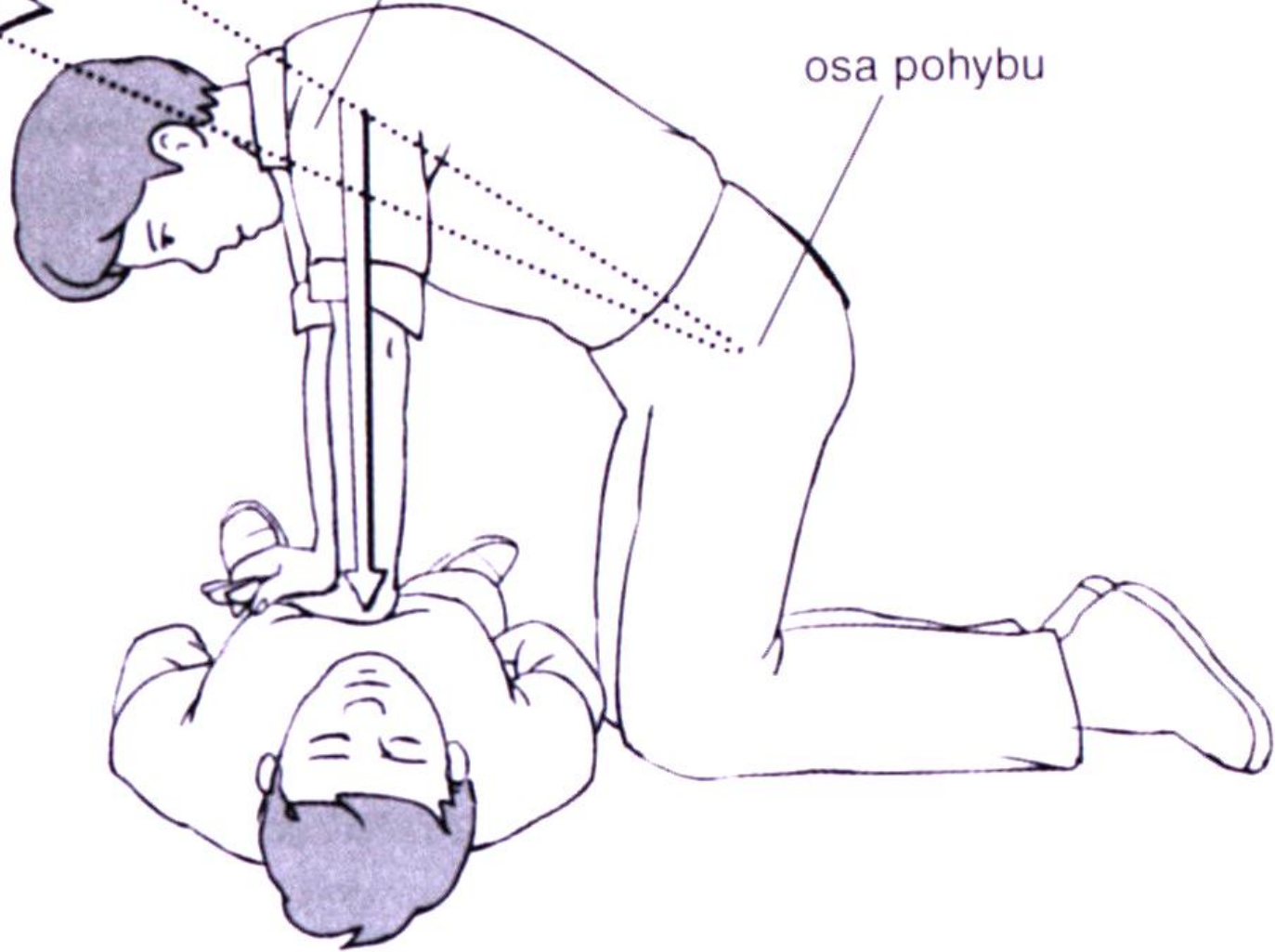


povolit

4-5 cm

stlačit

osa pohybu



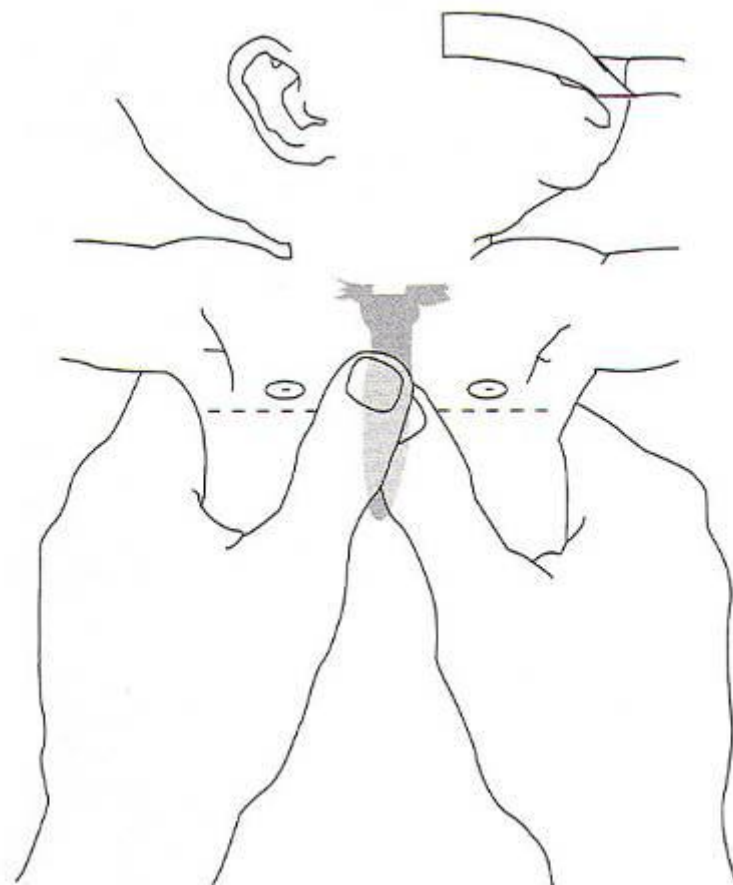
Komprese hrudníku u kojence



Xiphoid process

Sternum

Kompresie hrudníku u novorozence



Počet kompresí a ventilací

Věk	Stlačení sterny	Umělé dechy
Novorozenci	90	30
Kojenci	100	20
Děti	100	12 - 20

Poměr kompresí k ventilacím

Věk	Poměr stlačení sternu k umělým dechům
Novorozenci	3 : 1
Kojenci	profesionálové: 15 : 2 laici: 30 : 2
Děti	profesionálové: 15 : 2 laici: 30 : 2

Pokračovat v resuscitaci dokud:

- Dítě nezačne samo dýchat, hýbat se.
- Nepřijede kvalifikovaná pomoc.

Rozšířená neodkladná resuscitace u dětí

Cílem je kardiopulmonální stabilizace
a normalizace kyslíkového transportu.

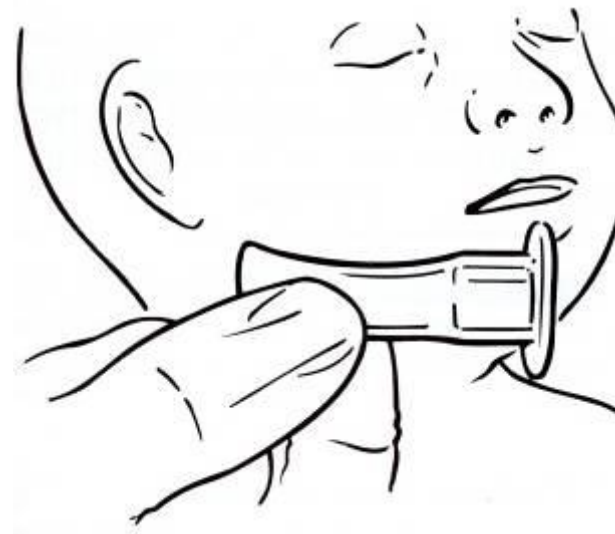
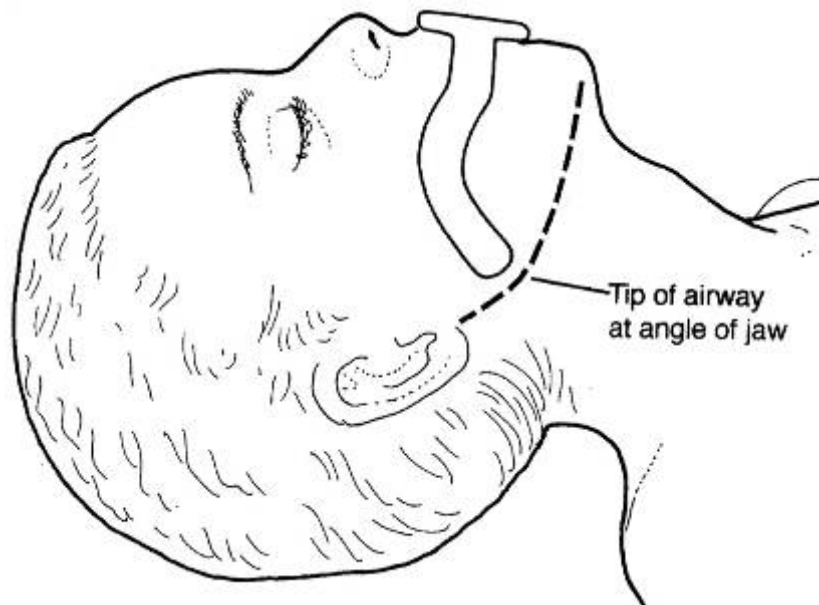
Zajištění dýchacích cest

- Ústní nebo nosní vzduchovod.
- Laryngeální maska.
- Koniopunkce, koniotomie.
- Endotracheální intubace.

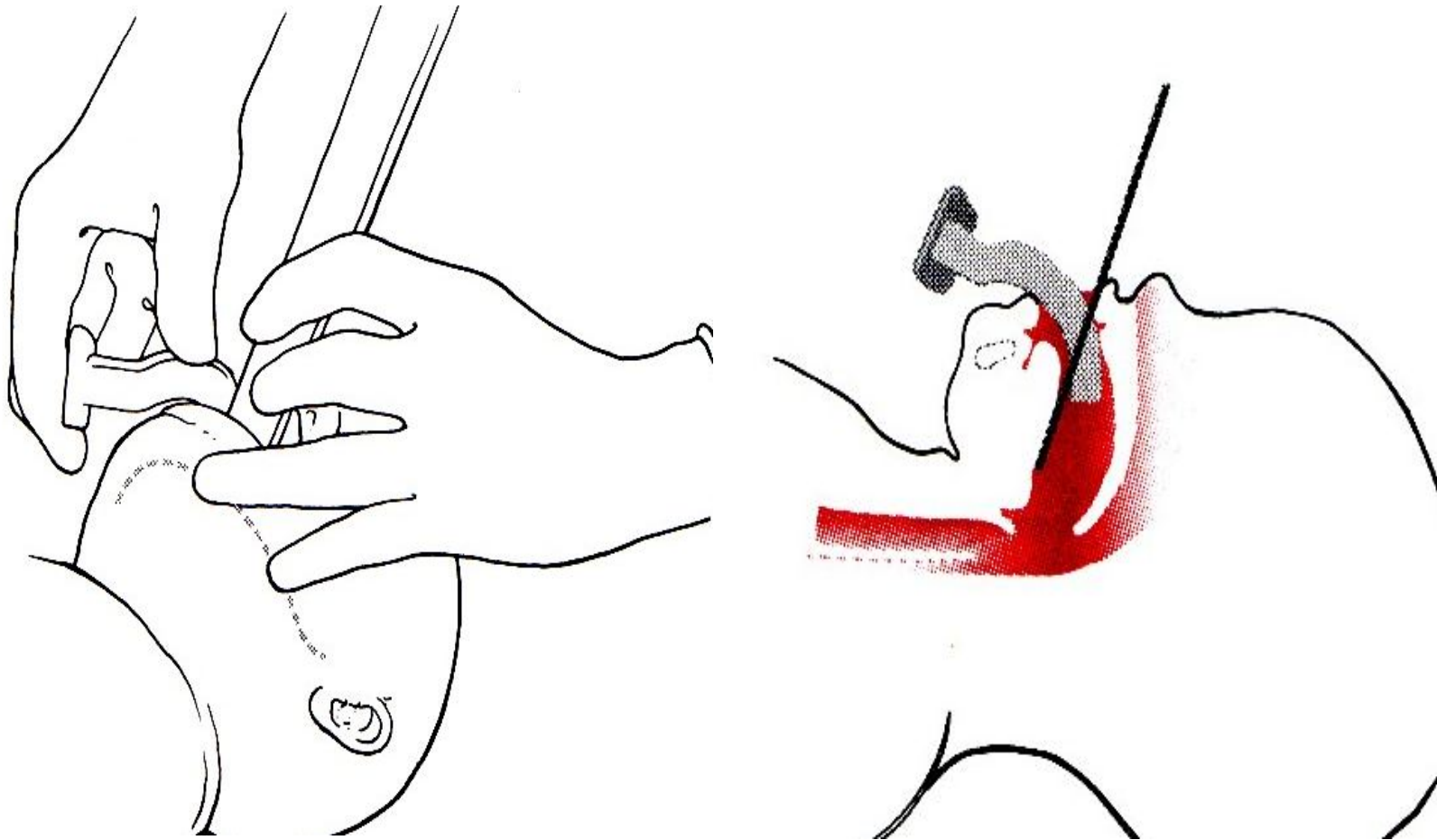
Ústní vzduchovod



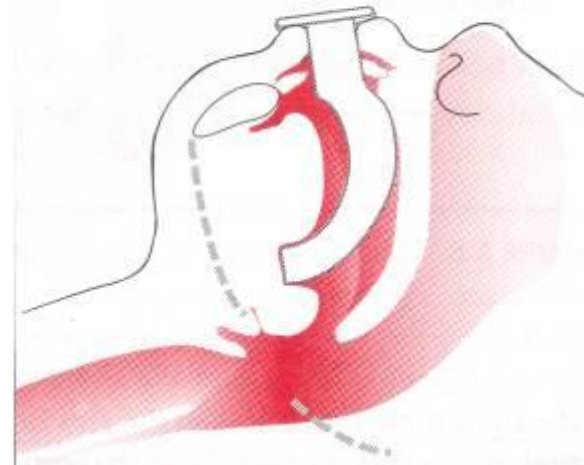
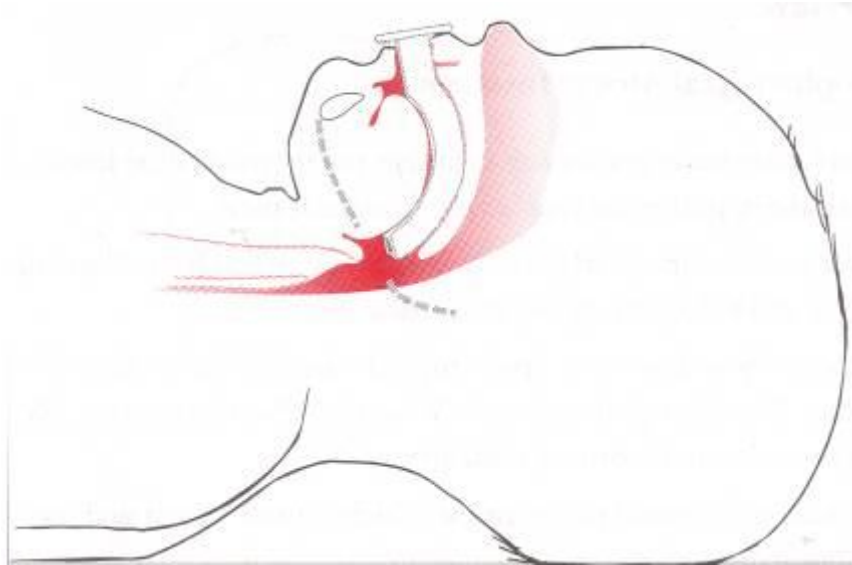
Odměření velikosti vzduchovodu



Zavádění ústního vzduchovodu



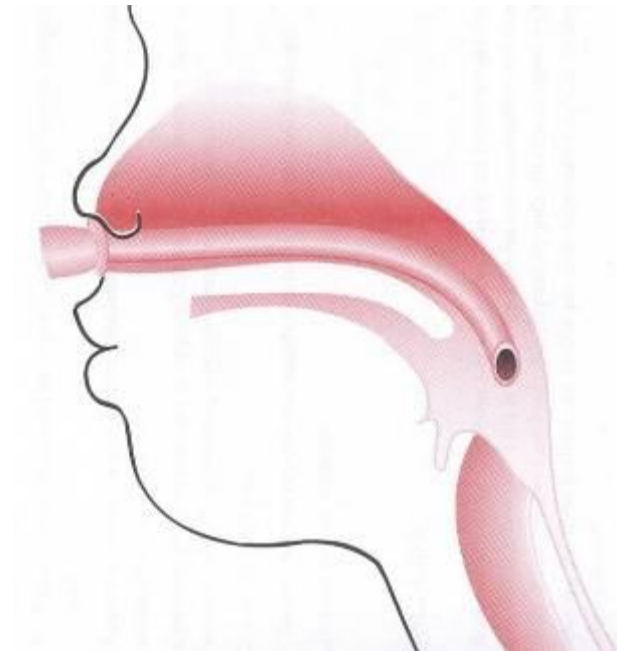
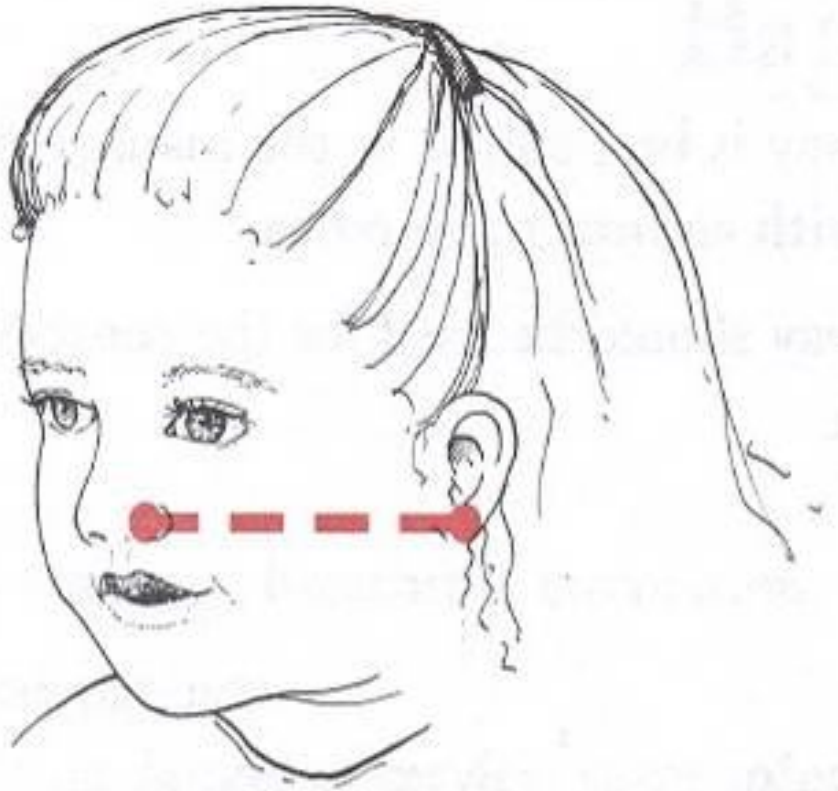
Správná velikost vzduchovodu



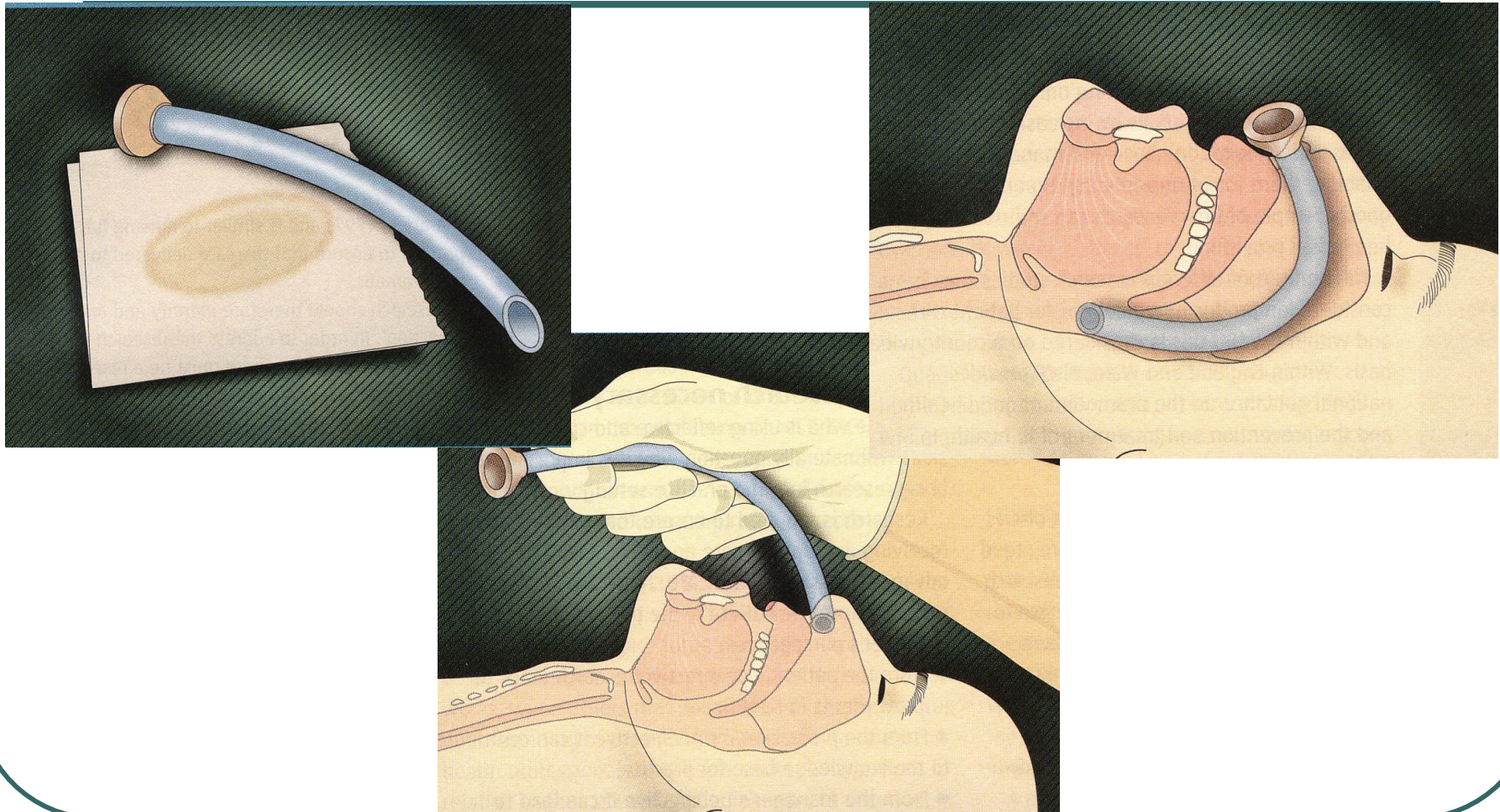
Použití ústního vzduchovodu

- U dětí v bezvědomí, které nemají výbavný polykací reflex.
- Volit správnou velikost.
- Zavádět pod vizuální kontrolou, neotáčet v dutině ústní.

Zavádění nosního vzduchovodu



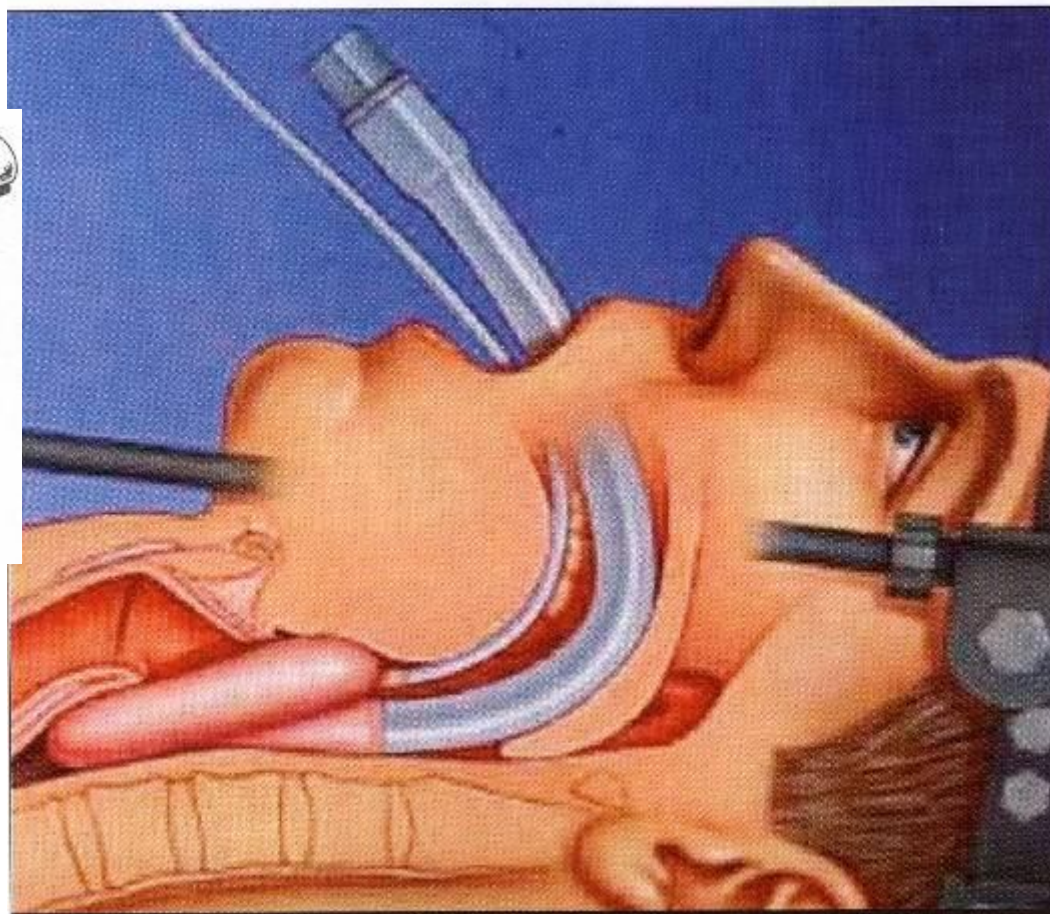
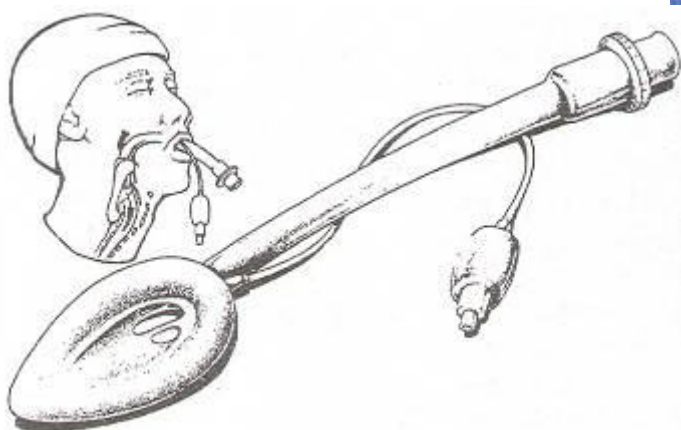
Zavádění nosního vzduchovodu



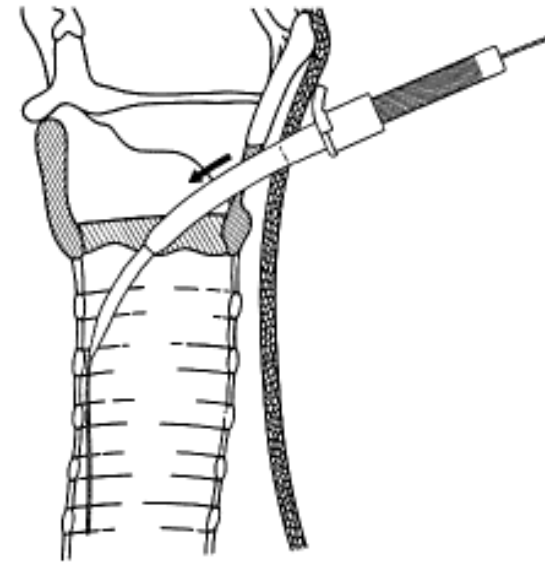
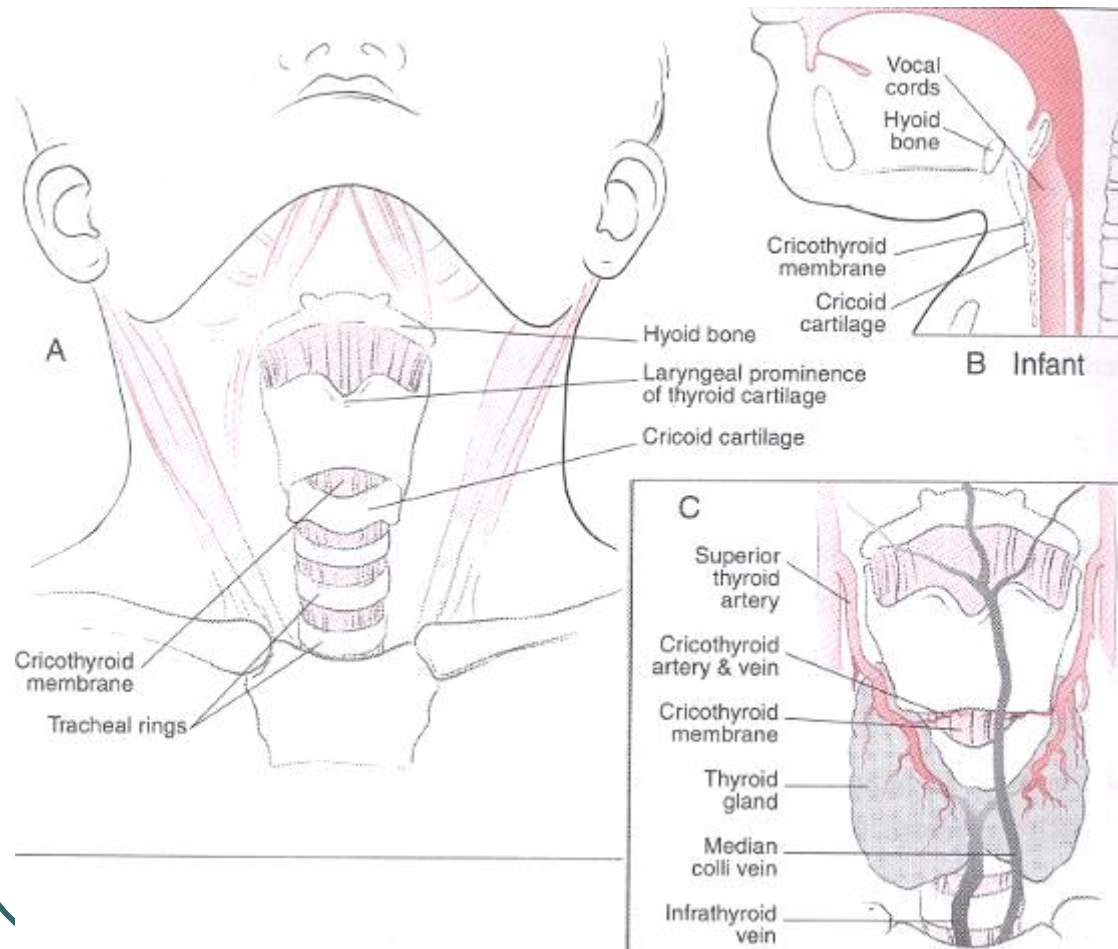
Použití nosního vzduchovodu

- Vhodnější pro děti při vědomí.
- Nepoužívat u koagulopatií a při zlomeninách spodiny lebni.
- Oba vzduchovody nezabrání aspiracím.

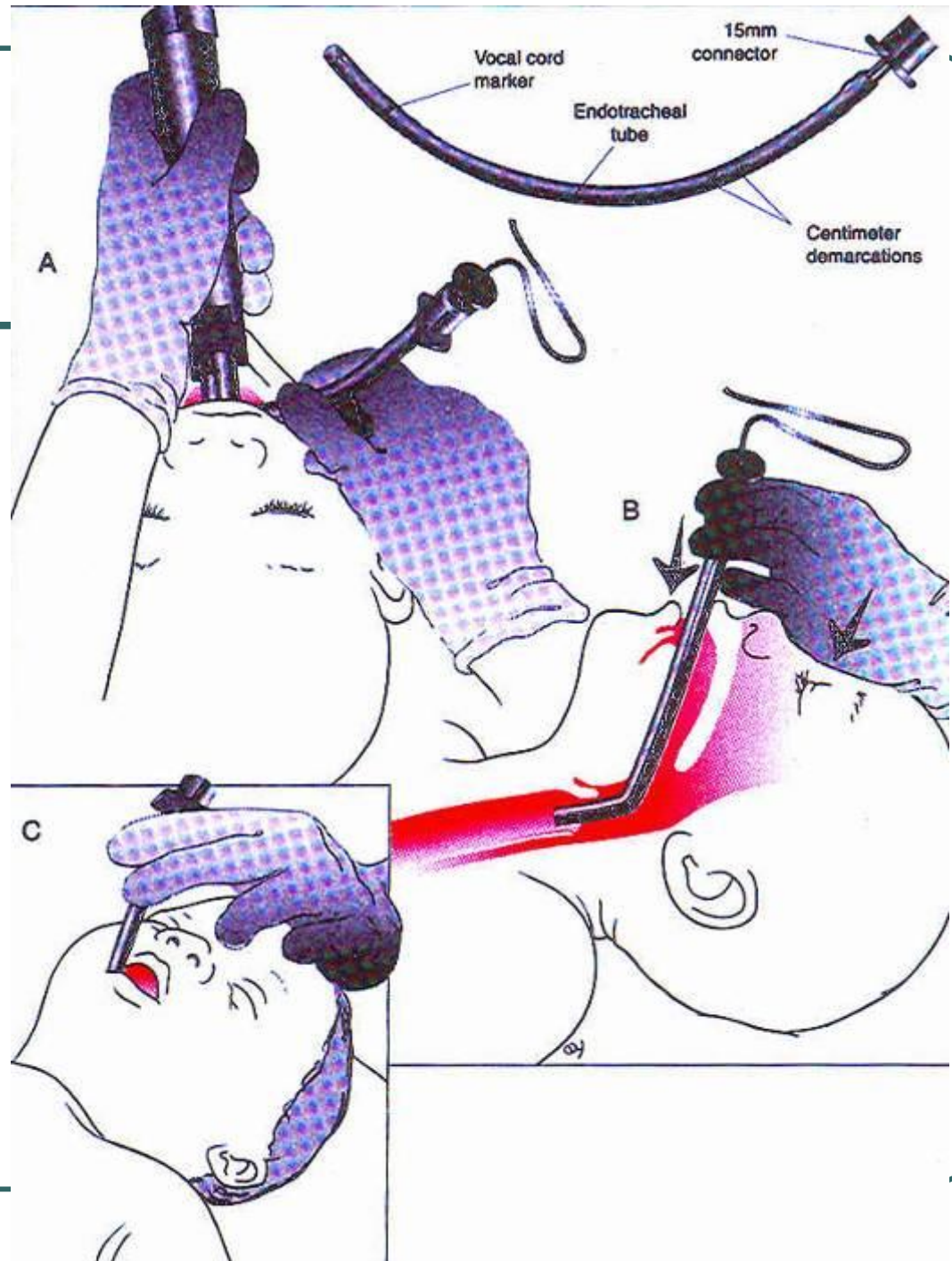
Zavádění laryngeální masky



Koniopunkce



Intubace



Zajištění dýchání

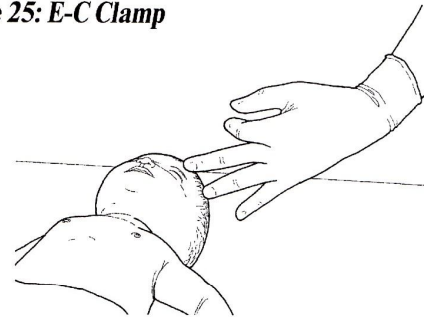
- Podat kyslík v co největší koncentrací, aby se dosáhlo alespoň 95 % saturace.
- U novorozenců se použití kyslíku při resuscitaci nedoporučuje.
- Hyperventilace zvyšuje nitrohruční tlak a snižuje cerebrální a koronární perfúzi, proto se nemá používat.

Příkládání masky



a. Hand displaying E-C shape

Figure 25: E-C Clamp



b. E formed with small, ring, and middle fingers; C formed with index finger and thumb

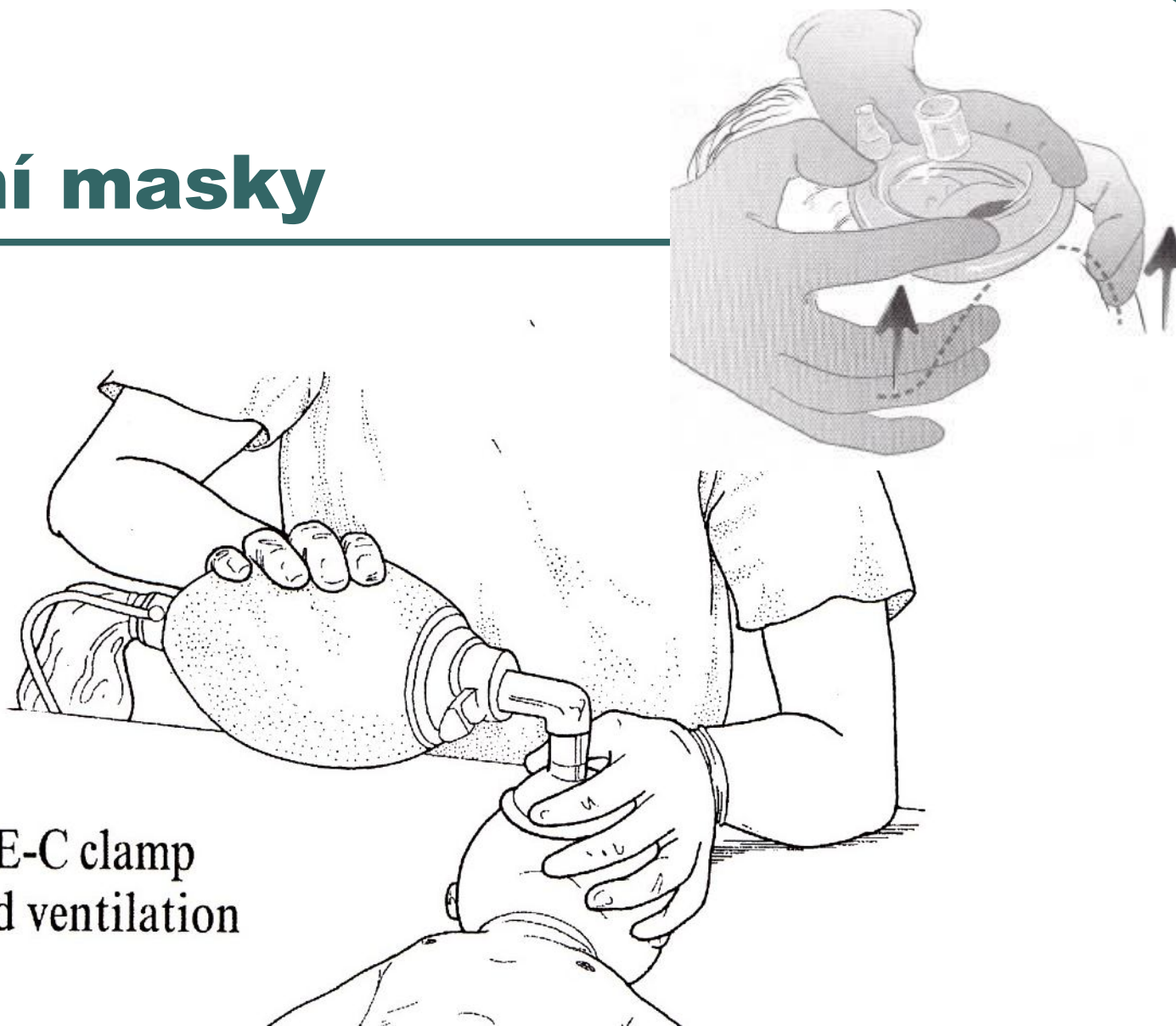


c. E fingers resting on bony ridge of jaw



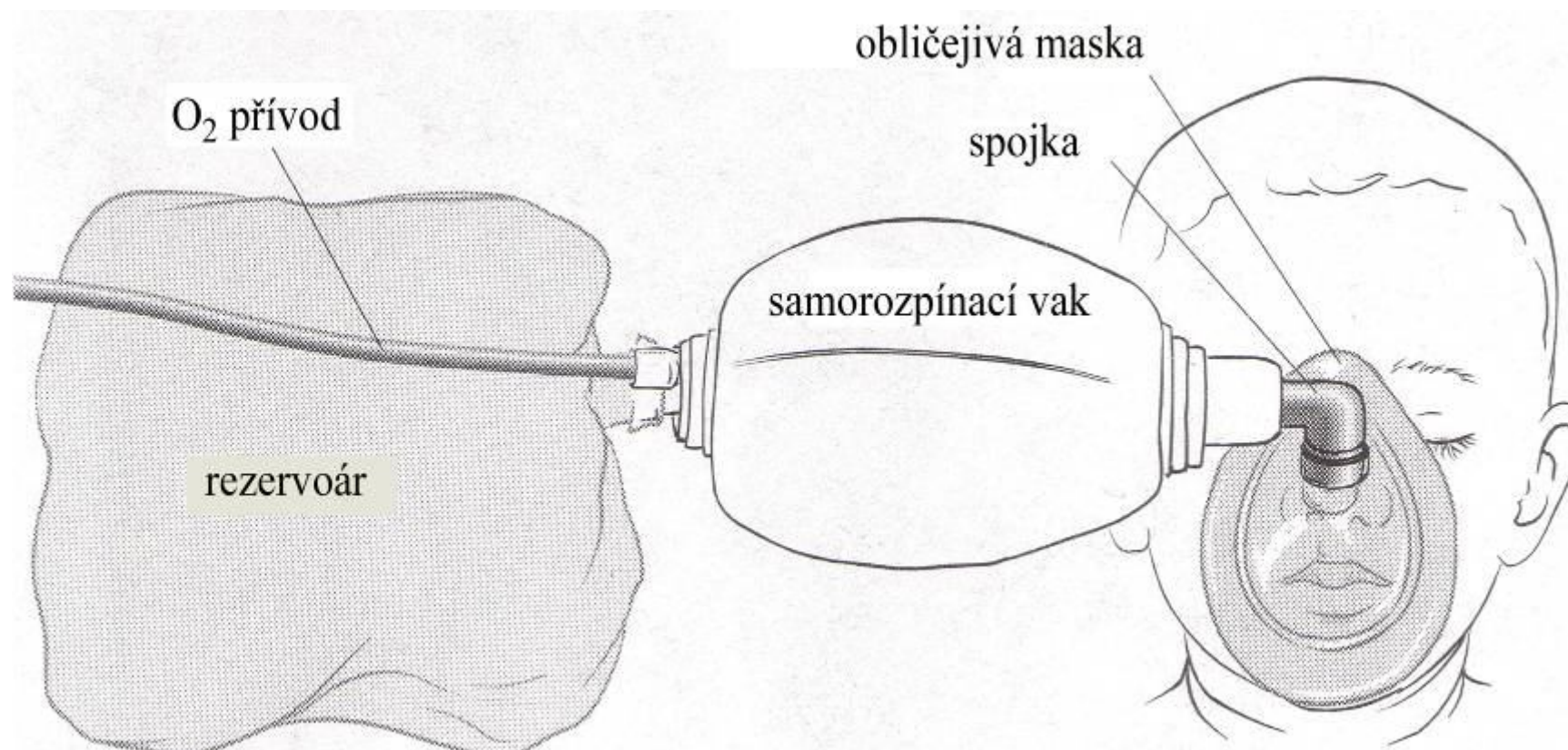
d. C fingers positioned to hold mask

Držení masky



e. Proper E-C clamp
for assisted ventilation

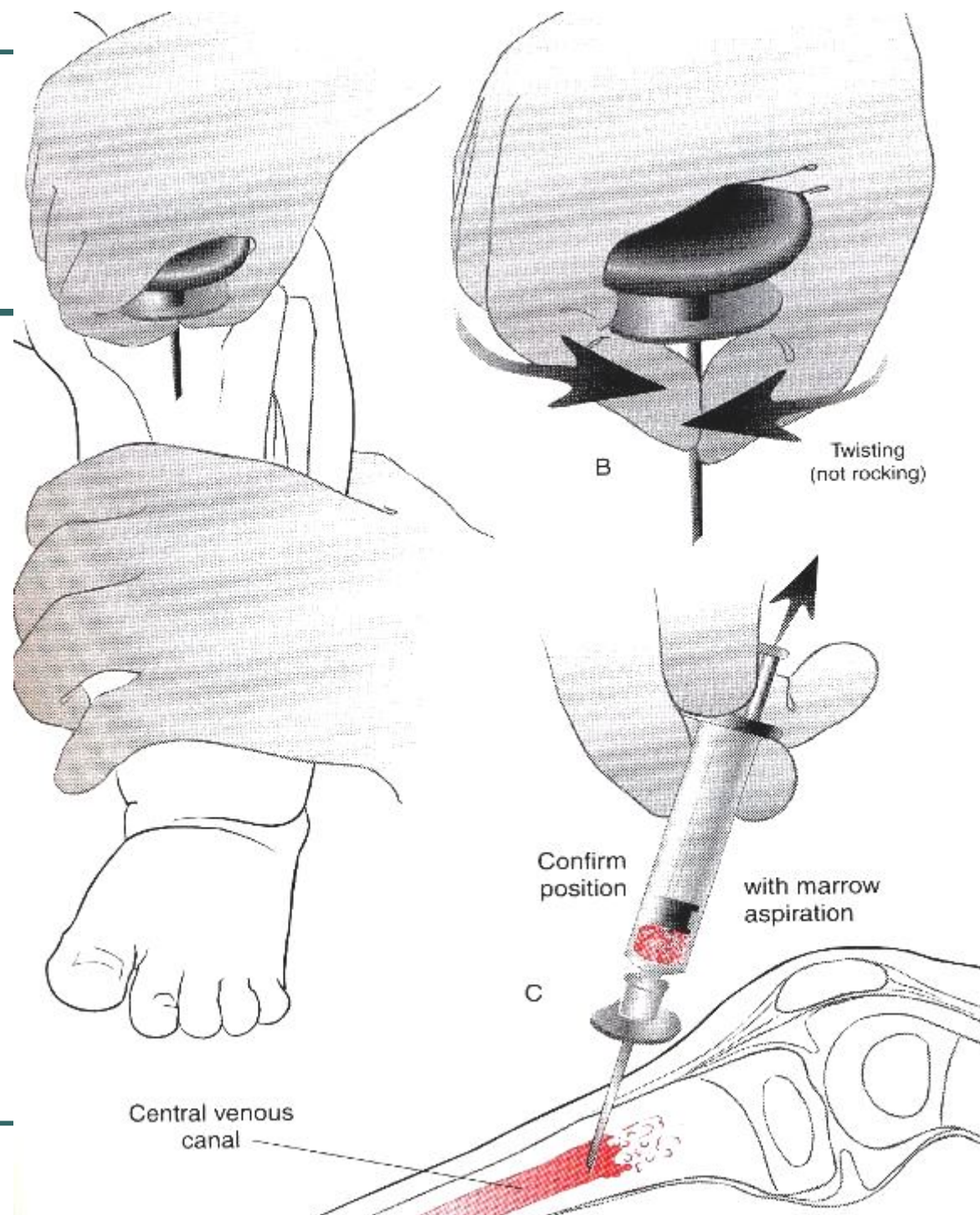
Prodýchávání vakem



Zajištění oběhu

- Zajistit monitoraci pulzním oxymetrem.
- Zajistit **periferní** i.v. vstup pro aplikaci léků a roztoků.
- Pokud nelze na **do 1 min** zajistit cévní přístup, je třeba volit **intraoseální** (IO).
- Poté je možné zajistit **centrální** i.v. vstup.

Intraoseální aplikace



Fixace IO jehly

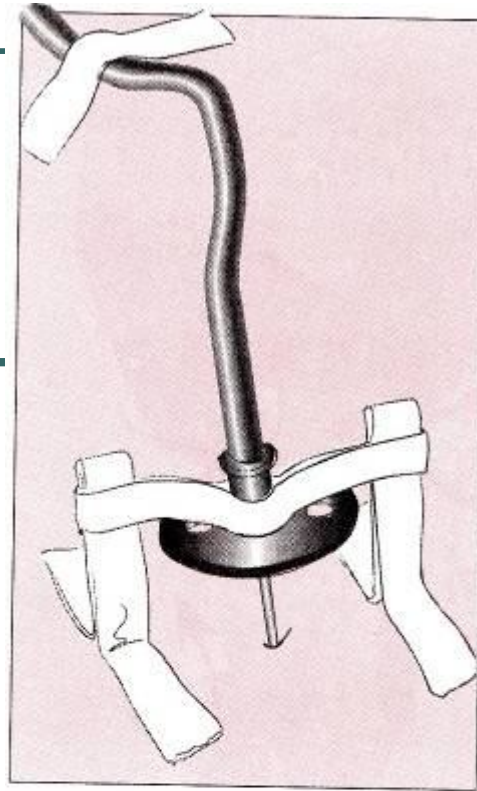
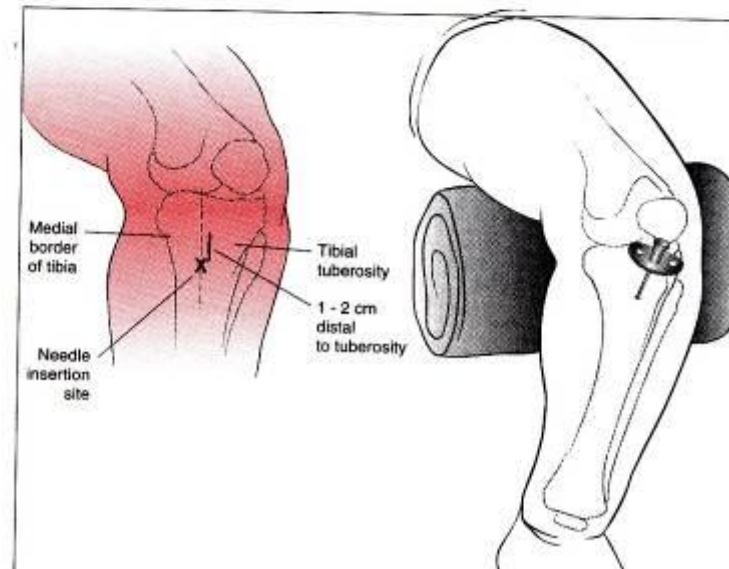


FIGURE 9.3 Securing an IO line.



Další přístup

- Tracheální přístup pro podání adrenalinu není dále doporučován.
- Pokud není zbytí, může se adrenalin podat v dávce 50 - 100 µg/kg.

Léky a roztoky

- Adrenalin (Epinephrine) působí vasokonstrikci, zvyšuje diastolický tlak, stimuluje spontánní kontrakce myokardu, zvyšuje frekvenci → **10 µg/kg** i.v., i.o., opakovat po **3 - 5 minutách**. **Maximální dávka je 1 mg.**
- Vysoké dávky adrenalinu vedou k hypertenzi a tachykardii.

pokračování

- Adenosine (Adenocor) působí rychlou atrioventrikulární blokádu a vede ke zpomalení přenosu vzruchu AV uzlem, následně pak k obnovení normálního sinusového rytmu.
- Podává se formou rychlého i.v. bolusu 0.375 – 0.25 mg/kg (v průběhu 2 s).

pokračování

- Atropin snižuje sekreci v respiračním ústrojí, upravuje frekvenci tepu a arteriální tlak.
- U starších dětí se aplikují dávky 10 - 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tělesné hmotnosti.
- V terapeutických dávkách (0,4 až 0,6 mg) může vyvolat přechodnou bradykardii jako důsledek dráždění vagového nervu.

pokračování

- Natrium hydrogencarbonicum (bikarbonát)
8,4 %, 4,2 % → 1 mmol/kg ředit fyziologickým roztokem, podat po úspěšné resuscitaci nebo u ventilovaného dítěte při prokázané metabolické acidóze.

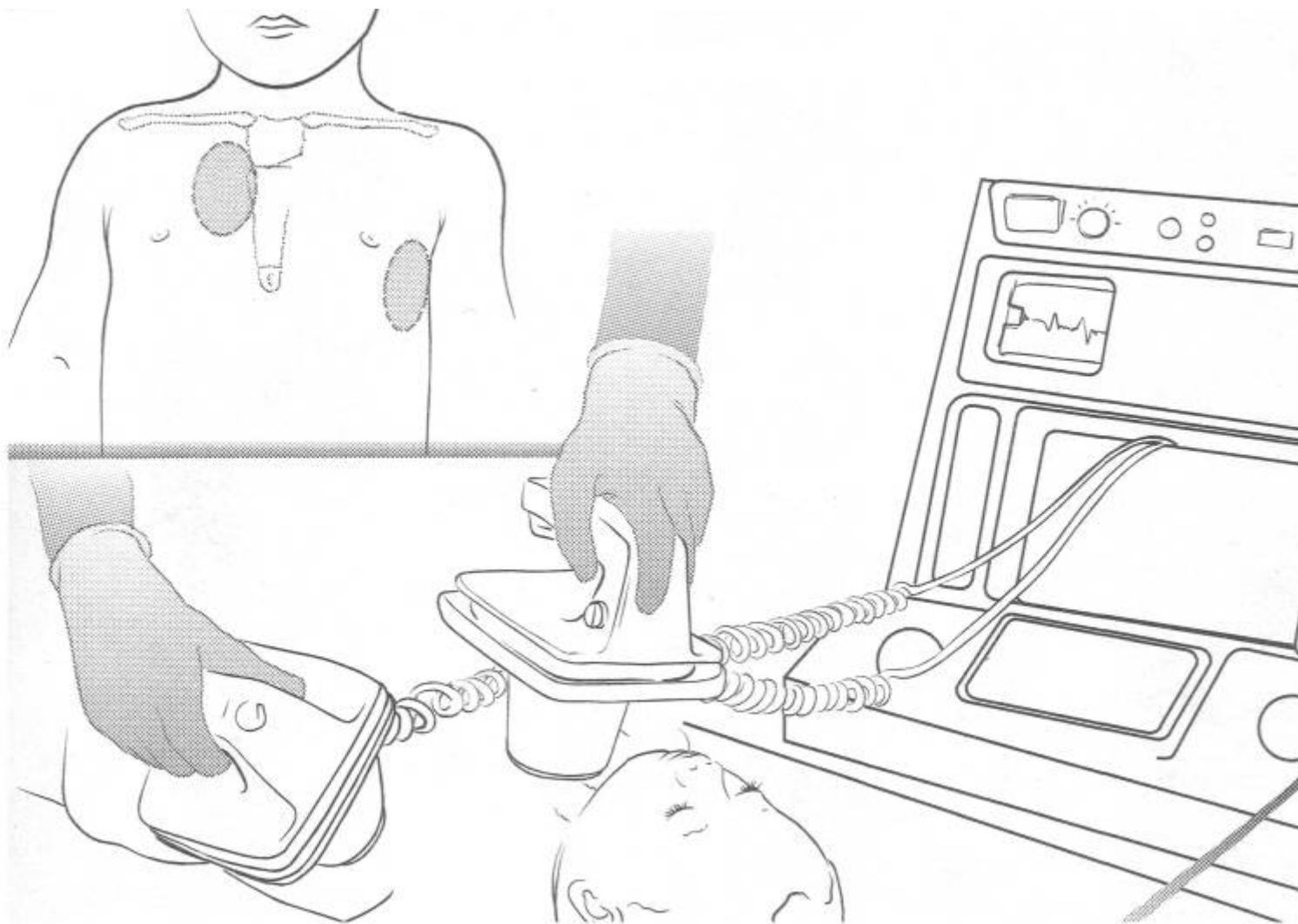
pokračování

- Volumexpanzi volit při známkách šoku → bolus 20 ml/kg isotonického krystaloidu i při normálním tlaku.

Defibrilace

- Automatická (s omezením na 50 – 75 J) → u dětí od 1 roku.
- Manuální → do nabití přístroje je třeba provádět komprese hrudníku!
- Velikost elektrod podle věku - \varnothing 4,5 cm pro děti do 10 kg; \varnothing 8 – 12 cm pro děti starší 1 roku a hmotnost větší jak 10 kg.
- Raději bifázický výboj!

Defibrilace – 4 J/kg a nezvyšovat!



AED



Pozor!

- Minimalizujte prodlení od poslední komprese hrudníku do prvního el. výboje!
- 5 – 10s prodlení snižuje šanci na úspěšnou defibrilaci!
- Po el. výboji opět zahajte komprese hrudníku!
- Po 2 min zkontrolujte srdeční akci na monitoru!

pokračování

- Pokud není akce, aplikujte 2. el. výboj!
- Provádějte komprese další 2 min a pokud opět není akce aplikujte 3. el. výboj!
- Podejte adrenalin 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ a Amiodarone 5 mg/kg!

Rozdíly v resuscitaci u dětí

- Nejprve se resuscituje (1 min.), potom se volá (pokud nejde o primární srdeční zástavu).
- Začíná se dýcháním (pokud nejde o primární srdeční zástavu).
- Dechový objem je menší (u nov. 6 - 8 ml/kg).

pokračování

- Fibrilace komor je u dětí vzácná - neprovádí se prekordiální úder.
- Hypoxémie se rozvíjí rychleji díky vyšší úrovni metabolismu.
- Kardiopumpa až od 8 let.
- Lucas u dospělých.



Literatura:

Evropská rada pro resuscitaci. Kapesní vydání doporučených postupů v resuscitaci 2005. Praha: Česká rada pro resuscitaci, 2006. 196 s. ISBN 80-239-7676-1

Fajt, M. Dušení při postižení v oblasti horních dýchacích cest u dětí. *Pediatric pro praxi* č. 1/2004

Fedor, M. a kol. Intenzivní péče v pediatrii. Martin: Osveta, 2006

Fendrychová, J., Klimovič, M. Péče o kriticky nemocné dítě. Brno: NCO NZO, 2005

Hrodek, O., Vavřinec, J. *Pediatric*. 1. vydání. Praha: Galén, 2003

Kolektiv autorů. *Anesteziologie a resuscitace*. 5. Díl. Praha: Nadace AIM, 1998.

Srnský, P. *První pomoc u dětí*. Praha: Grada Publishing, 2007. 111 s. ISBN 978-80-247-1824-8