Проф д-р Елизабета Зисовска

Кардиореспираторна физиологија

Периоди во животот

- **Антенатален**

- **Интрапартален**
  - Перинатален
  - Ран неонатален

- **Постнатален**
    - Ран неонатален
    - Доцен неонатален
    - Доенечки
    - Мало дете
    - Предучилишно дете
    - Училишно дете
    - Пубертет
    - Адолесценција

Перинатален период

- Фетален период (22-40 г.н.)
- Ран неонатален период (0-6 дена)

Неонатален период

- Ран неонатален период (0-6 дена)
- Доцен неонатален период (7-28 дена)

Доенечки период

- **Неонатален период (0-28 дена)**
- **Постнеонатален период (28-365 дена)**

Дефиниции на СЗО

- За новородено дете се смета секое она кое е носено најмалку полни 22 гестациски недели, или ако не е можно да се процени гестациската возраст, тогаш се зема предвид родилната маса која треба да изнесува најмалку 500 грама.
- Живородено е она дете кое е носено 22 гестациски недели и/или тежи 500 и повеќе грама и покажува барем еден знак на живот од следните: срцева акција, респираторни движења, треперење на волевите (напречно-пругастите) мускули или пулсација на папочните крвни садови.

- Прво и основно разбирање на спецификите во анатомијата и физиологијата на новороденчето е дека тоа ниту е „мал возрасен човек”, ниту пак „мало дете”.
- Повеќе органи и системи имаат единствени, уникатни специфики кај новороденчето, а познавањето на нивната анатомија и физиологија е од интерес за реанимацијата, водењето на анестезијата, и администрирањето на терапија.
- Сите органи и органски системи претрпуваат еден период на прилагодување, но од функционален аспект, најмногу промени трпат респираторниот систем, кардиоваскуларниот систем, терморегулацијата, имунолошкиот и ензимскиот систем.

Прво вдишување и пресекување на папочната врвца

- Почеток на самостоен живот-прекин на умбиликалната циркулација
- Промени во респираторниот систем
- Промени во кардиоваскуларниот систем
- Сопствена терморегулација

- Изложеност на терморецепторите во кожата и горните дишни патишта

Респираторен систем

- За да можат белите дробови да ја преземат својата функција, треба во рок од неколку секунди до неколку минути течноста од белите дробови да биде исфрлена, додека поголемиот дел од течноста ќе остане во околниот интерстициумот, алвеолите трајно да се исполнат со воздух, од кој еден дел треба да остане во алвеолите и после максимален експириум, протокот на крв низ белите дробови треба да се зголеми за 6-10 пати.
- Центарот за дишење мора да ја превземе својата функција на стимулација на респираторниот циклус (круг на вдишување и издишување), како што се вели „од прв до последен здив”. Тоа го постигнува откако ќе биде поттикнат од надворешните стимули

Белодробна течност

- кон интерстицијално ткиво и лимфа
- дејство на земјината гравитација
- притисок од родилните патишта
- катехоламини
- кортикостероиди

Матурационите случувања (созревање) на респираторниот систем

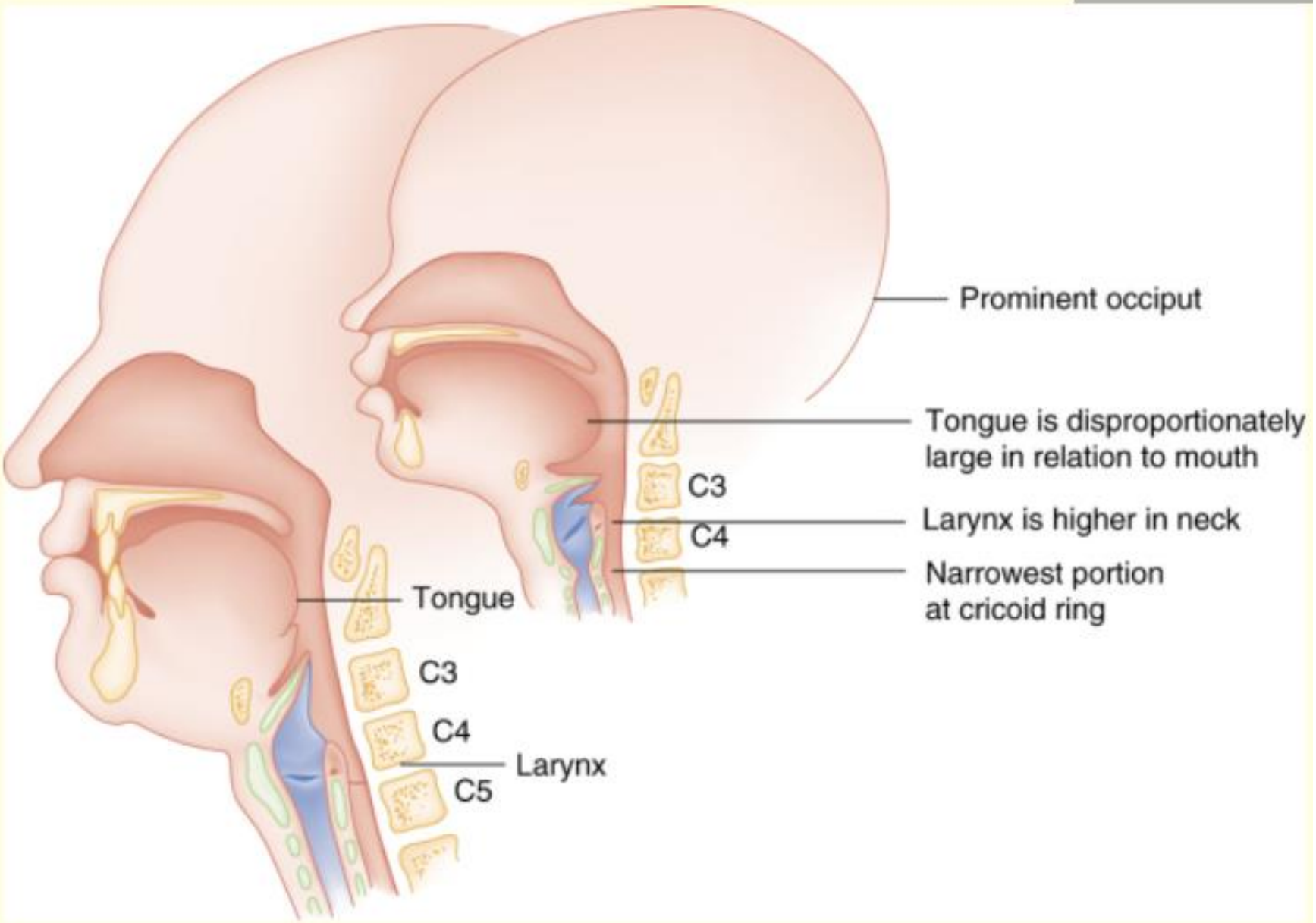
- Структурен развој на белите дробови (ембриогенеза)
- Зреење на сурфактант системот и експанзија на воздушните простори
- Зреење на невромускулниот систем (респираторни мускули и центар за дишење)

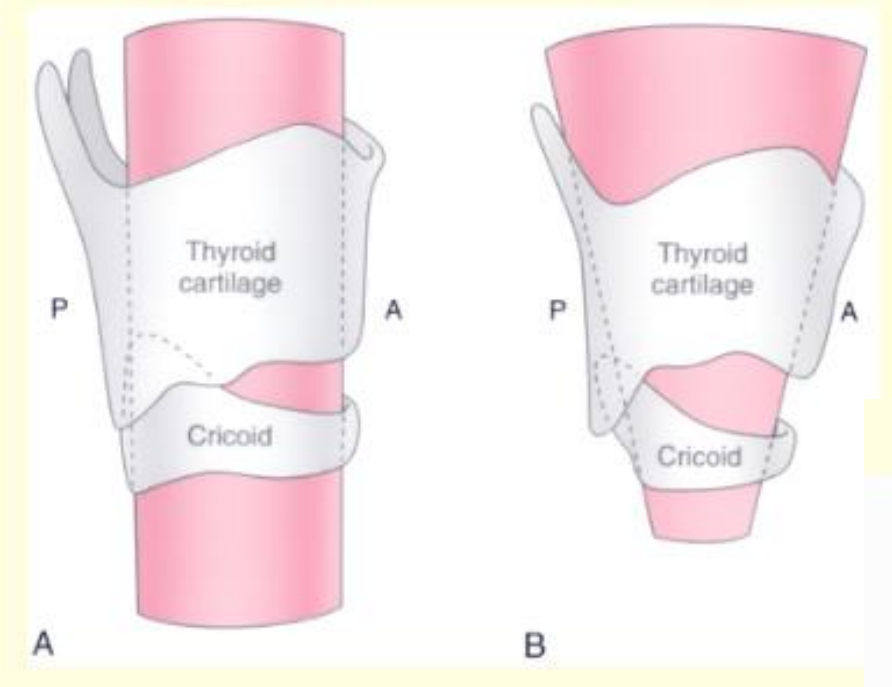
фази

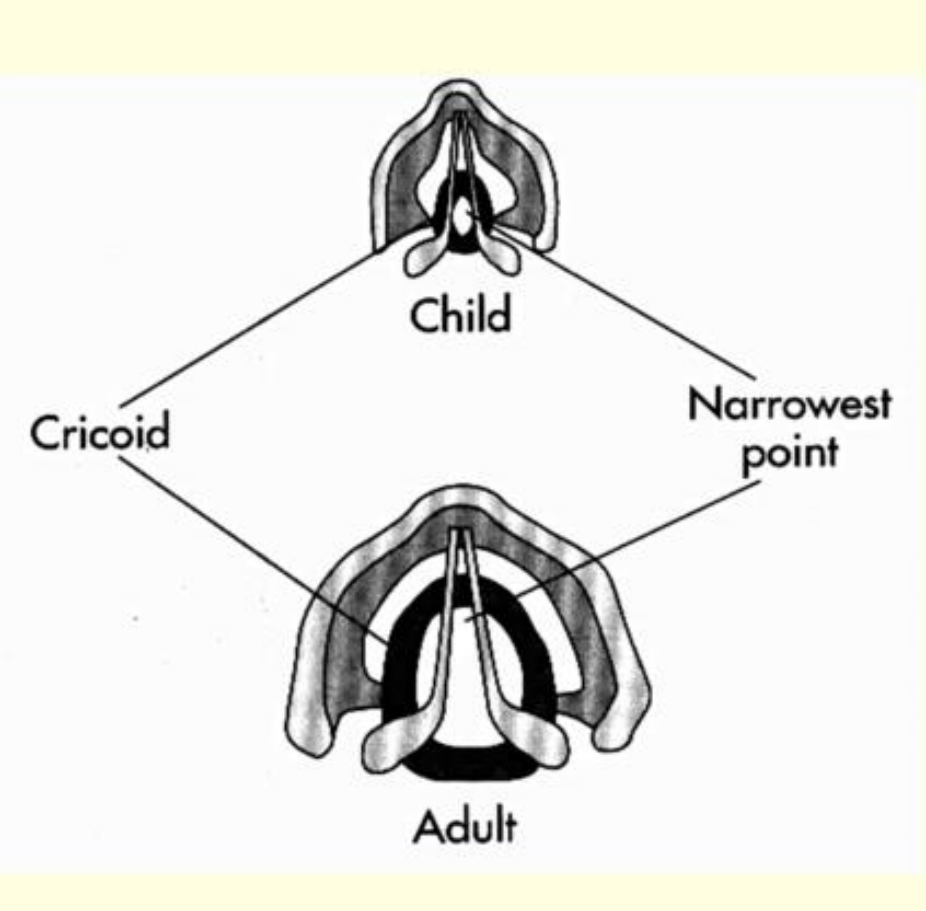
Ембрионска
Псевдоглан-
дуларна
Каналику-
ларна
сакуларна
алвеоларна
6 г.н.
16 г.н.
28 г.н.
36 г.н
раѓање

Анатомски карактеристики (разлики)

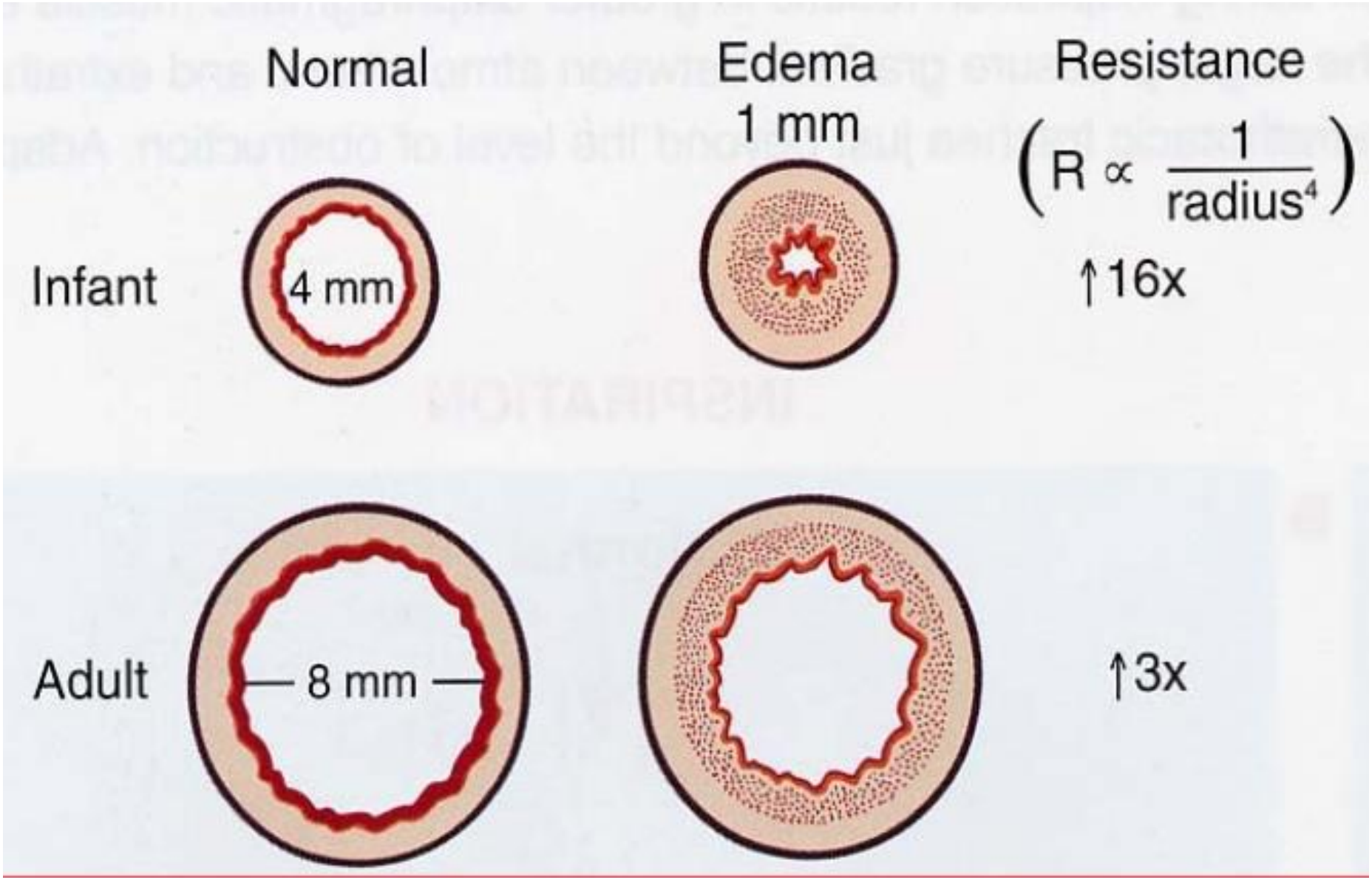
- новородените деца повеќе дишат низ нос, а носниците се потесни отколку во друга возраст;
- тесен лумен на горните дишни патишта; новороденото дете има голема глава (1/4 од трупот) со краток и широк врат и краток граден кош;
- послаб тонус на m.genioglossus;
- ларинксот е поставен нагоре и напред;
- епиглотисот е високо, во ниво на првиот вратен прешлен, а по 6 месеци возраст се наоѓа на ниво на третиот вратен прешлен, што е од значење при интубирање и анестезија при операции;
- трахеата е долга 4-5 cm, дијаметарот изнесува 4-6 mm, и е потесна отколку подоцна;


Prominent occiput
Tongue is disproportionately large in relation to mouth
C3
C4
Larynx is higher in neck
Narrowest portion at cricoid ring
Tongue
C3
C4
Larynx
C5


Thyroid cartilage
P
A
Cricoid
A
Thyroid cartilage
P
A
Cricoid
B


Child
Cricoid
Narrowest point
Adult

- постои оток на слузницата, што го редуцира проодот на воздухот дури и до 60%, а тоа го зголемува отпорот при интубација и до 16 пати;
- ребрата се хоризонтално поставени, послаба е интеркосталната мускулатура;
- главен респираторен мускул е дијафрагмата, која има отежната функција при дишењето, затоа што е помлитава, некогаш несинхронизирана, а од друга страна новороденчето е најчесто во лежечка состојба што го отежнува движењето, со послаба нервно-мускулна контрола;
- дишењето е абдоминално;
- рбетниот столб ги нема двете кривини,(торакалната и лумбалната), при што во лежечка положба се отежнува повеќе инспирумот отколку експириумот


Normal
Edema
1 mm
Resistance
$\left(R \propto \frac{1}{\text{radius}^4}\right)$
Infant
4 mm
↑16x
Adult
8 mm
↑3x

Функционални карактеристики

- два до три пати е поголема алвеоларната вентилација, со зголемен минутен волумен (МВ изнесува 200-250 ml/kg)
- фреквенцијата на дишењето изнесува околу 40/мин, дозволено во првите дена најмногу до 60/мин, и оваа повисока фреквенција дополнително го оптоварува неговиот организам, кој има слаби респираторни резерви;
- Зголемен отпор на инфлација (намален волумен при инспириум, послабо растегливо белодробно ткиво поради поголемата количина на сврзно ткиво, односно намален еластицитет);

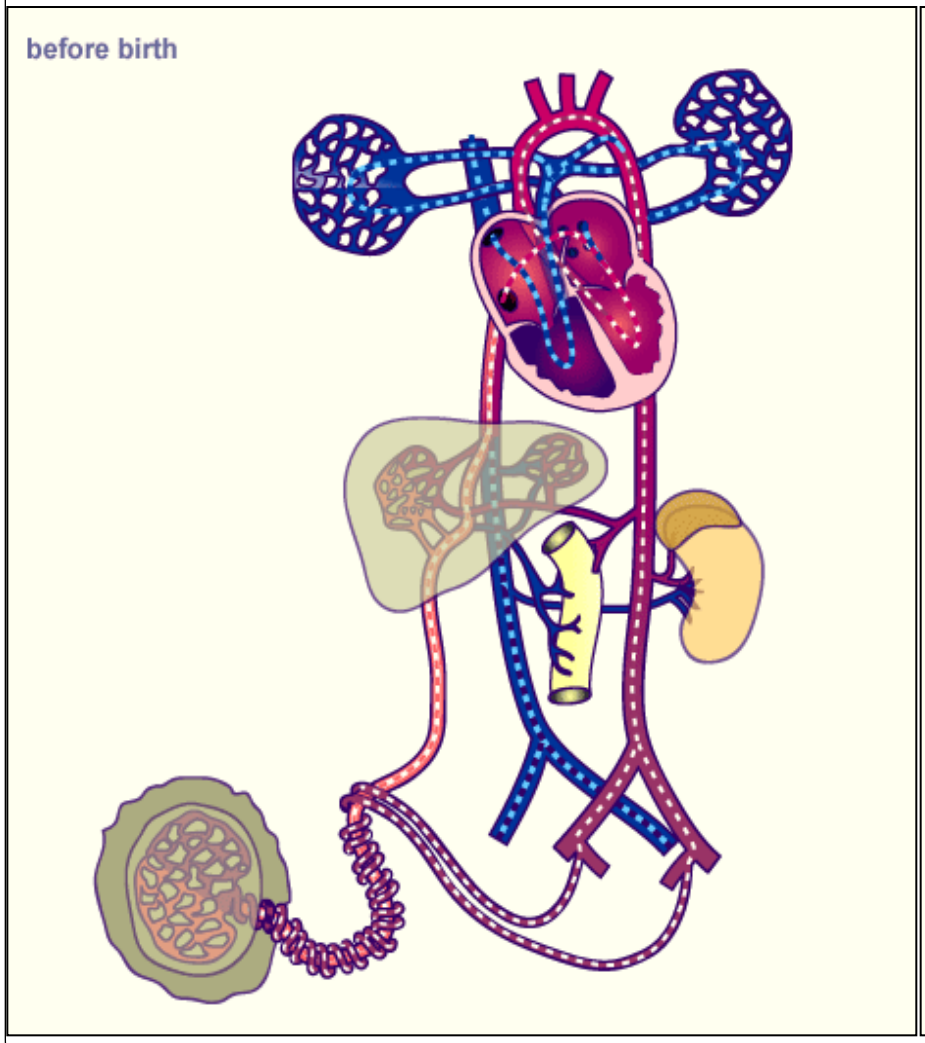
- зголемен отпор на поминувањето на воздух низ дишните патишта поради тесниот лумен, и овој отпор изнесува 45% од тоталниот отпор; вкупниот белодробен отпор изнесува 25 cm H_2O/l/cm, односно е 5 пати поголем од поголеми деца
- Комплијанса 6 ml/cm H_2O (5 поголема)
- Консумпција на кислород 7 ml/kg/min (2 пати поголема отколку кај поголеми деца)
- Фреквенција на дишењето 40-60/min
- Слаби респираторни резерви
- Зголемување на протокот на крвта низ белите дробови за 6-9 пати (повеќе кај недоносените деца)
- Незрелост на центрите за дишење во мозокот да ја преземат функција

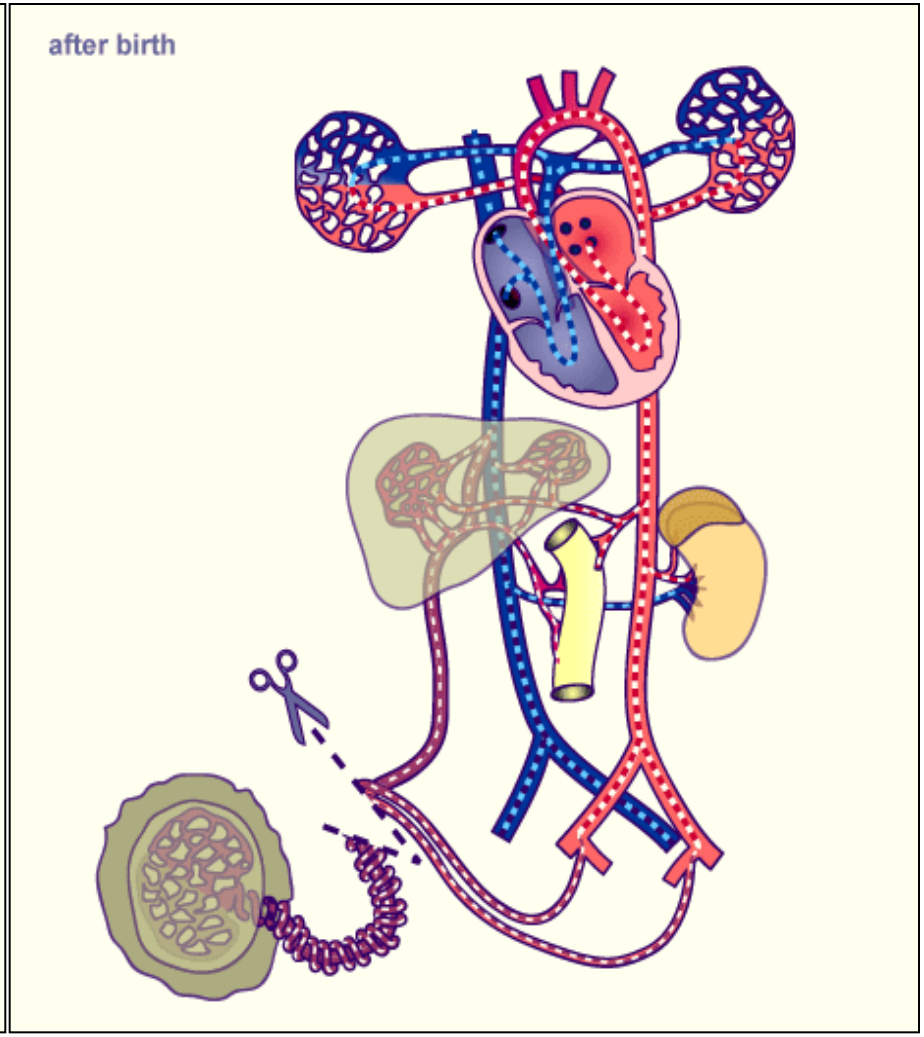
- Процесот на алвеолизација продолжува уште 7-8 години после раѓањето, што е основата на анатомските и физиолошките карактеристики на секоја возраст

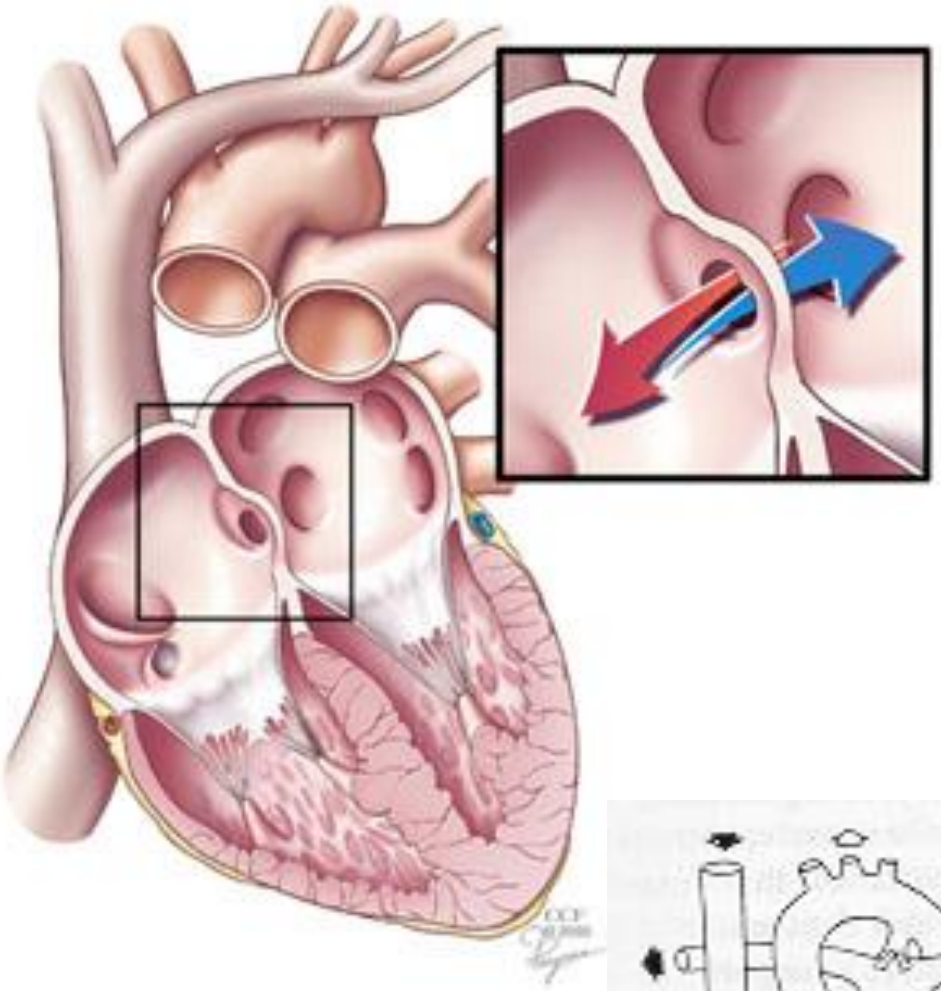
- На раѓање има 20-50 милиони алвеоли кај доносено дете, а околу 300 милиони на 8-годишна возраст

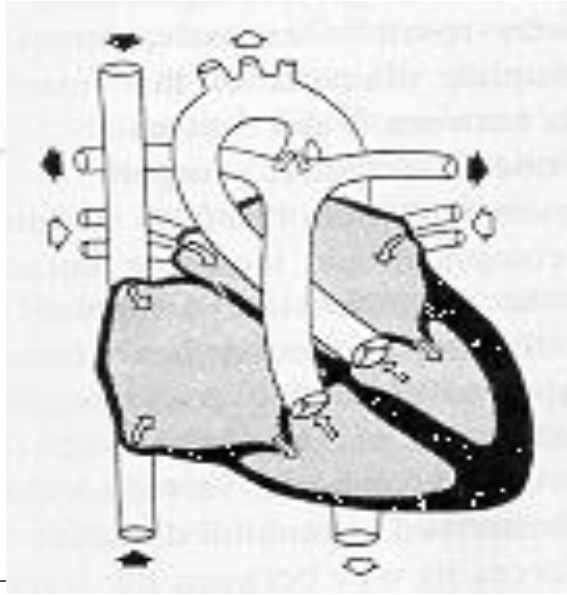
- Порастот на бројот на алвеолите овозможува зголемување на алвеоларната респираторна површина од 2,8 $м^2$ на раѓањето до 32 $м^2$ на 8-госишна возраст, и кај возрасен 75 $м^2$

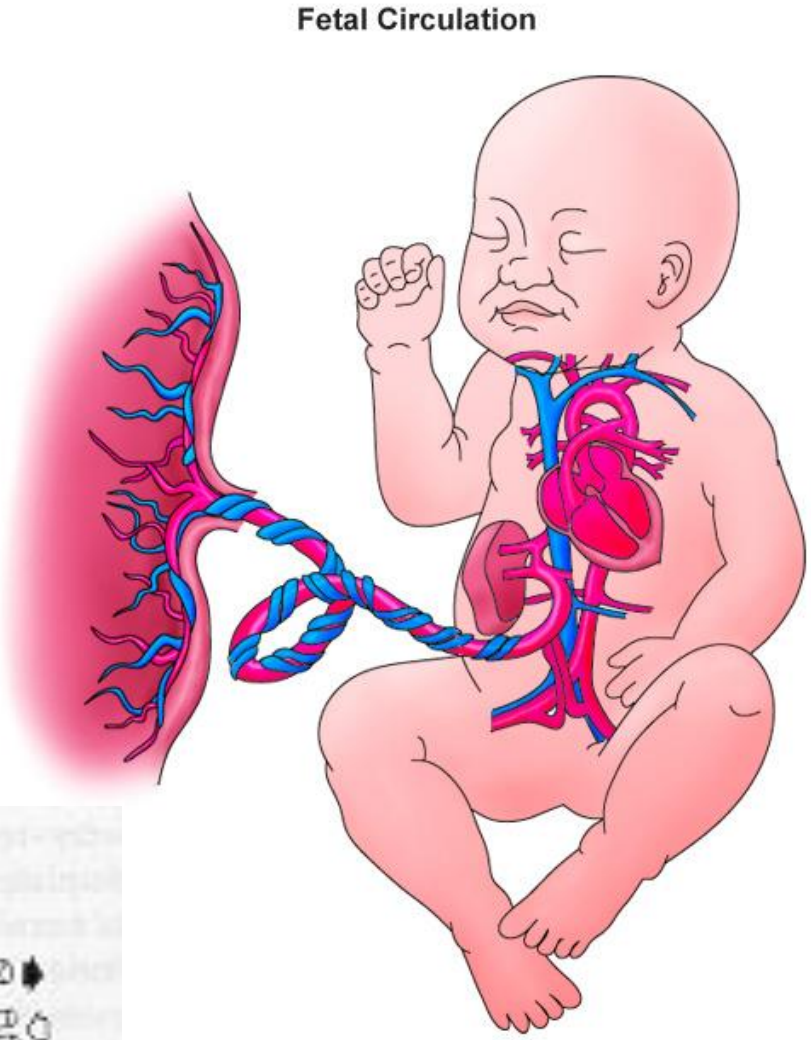
Кардиоваскуларен систем










Fetal Circulation

- Интраутерино постојат две комуникации меѓу системската и пулмоналната циркулација, тоа се Foramen ovale – отвор на интератријалниот септум меѓу левата и десната преткомора и Ductus arteriosus меѓу лакот на аортата и пулмоналната артерија. Поради тоа, дел од крвта од десната преткомора оди преку foramen ovale во лева преткомора, 90% од крвта која доаѓа во пулмоналната артерија од десната комора преку Ductus arteriosus оди во аортата, а само 10% во белодробната циркулација.

- Со првите вдишувања и прекинот на плацентарната циркулација, протокот комплетно се менува. Оваа фаза на адаптација на крвотокот трае од 4-12 часа. Се карактеризира со пад на отпорот и зголемување на протокот на крв низ белите дробови, а пораст на отпорот во системската циркулација. Зголемувањето на парцијалниот притисок на O_2 и падот на парцијалниот притисок на CO_2 како и механичкото ширење на капиларите со отварање на алвеолите се двата главни фактори кои го зголемуваат протокот на крв низ белите дробови кој доведува до затварање на foramen ovale.

- Ductus arteriosus функционално се затвора во тек на 10-18 часа од раѓањето како резултат на контракцијата на мускулните влакна. Вистинско анатомско затварање настанува кога Ductus arteriosus ја губи способноста за ре-отварање во следните неколку недели. Секое постанатално зголемување на отпорот во белодробната циркулација (перинатална асфиксија, ацидоза, прематуруси) поради хипоксијата, може да повторно да го врати десно левиот шант поради што Ductus arteriosus нема да се затвори и ќе остане отворен-Ductus arteriosus persistens.

- На раѓање има повеќе еритроцити во крвта (полицитемија) и вискозноста е поголема, што може да ја отежне циркулацијата. Феталниот миокард е помлитав, но од друга страна бара повеќе кислород за работа и ја зголемува потрошувачката на кислород. Севкупно, намален е тонусот на мазната мускулатура и во крвните садови и често децата се вазолабилни (имаат спазам и дилатација на крвните садови) без некоја позната причина.

Други функционални особености

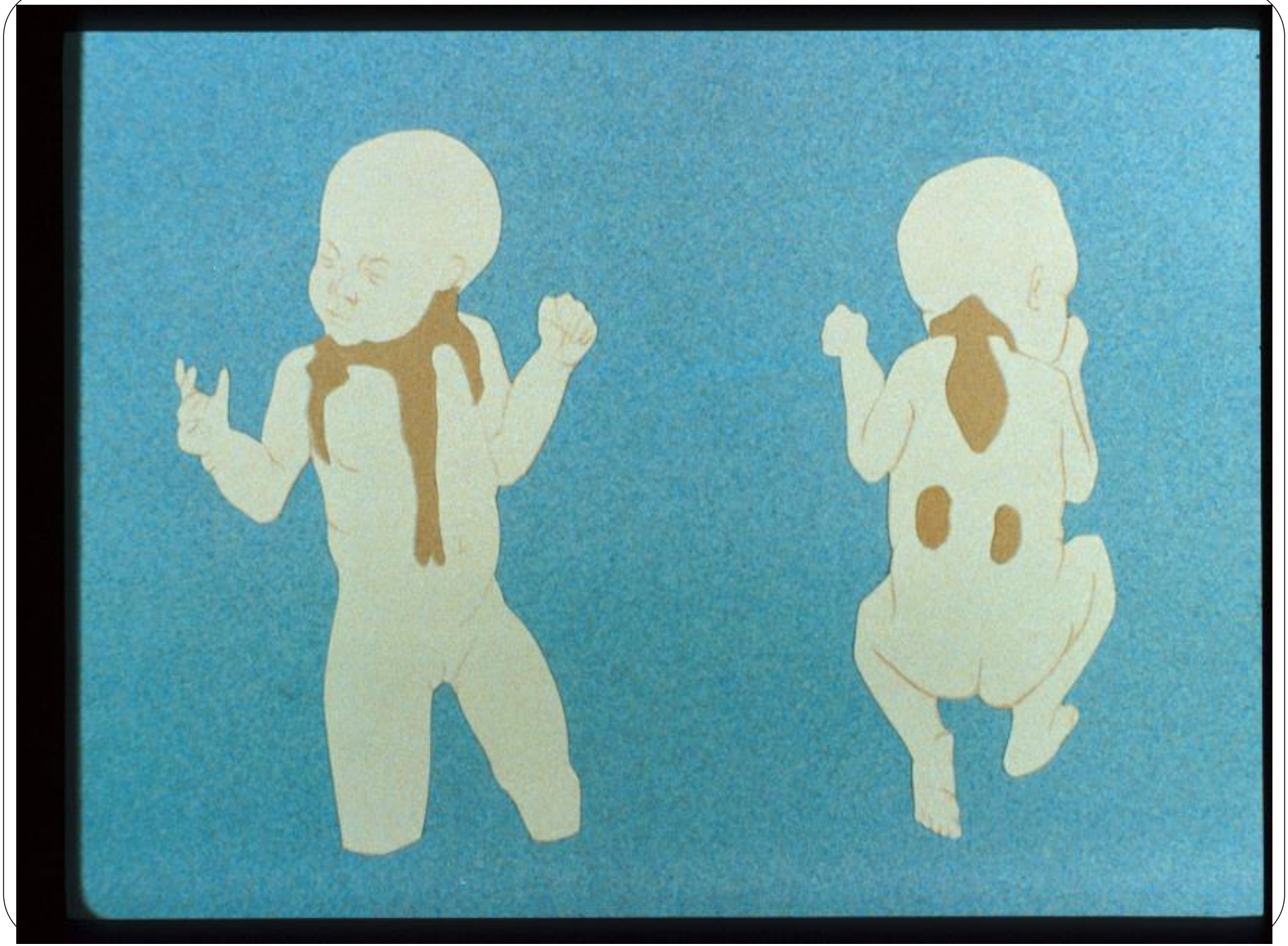
- Минутен волумен 200 ml/kg (зголемен 2-3 пати споредено со детска возраст);
- Доминантен е парасимпатичниот нервен систем;
- Недоразвиени барорецептори;
- Екстремна сензитивност на анестетици;
- Пулмоналната циркулација е чувствителна на хипоксија/ацидоза, можна вазоконстрикција;
- Церебралната циркулација реагира бурно на хиперосмоларни агенси и хиперволемија;
- Крива на дисоцијација на оксихемоглобин во лево;
- Феталниот миокард со помалку активна тензија, со 30% учество во контракцијата.

Терморегулација

- Терморегулацијата е диригирана од терморегулациониот центар кој не е доволно зрел при раѓањето;
- Постои голем несразмер помеѓу термогенезата и термолизата. Затоа, сите анестетици кои имаат влијание врз овие два процеси, носат ризик од хипо или хипертермија, и при водењето на анестезијата кај новородените деца температурата на околината игра голема улога во одржување на температурната стабилност.
- Хипотермијата ја влошува здравствената состојба, бидејќи ја намалува отпорноста на новороденото дете, ги дестимулира ензимските процеси, ја зголемува потребата за кислород и влијае на адаптацијата на екстраутерината средина.

Негативен биланс на топлина

- Новороденото дете има тенка кожа и слабо развиено поткожно масно ткиво, особено кафеавото масно ткиво кое создава топлина;
- Големата телесна површина во однос на малата телесна маса и малиот топлински капацитет;
- Недоволно брз метаболизам во тек на кој се ослободува топлина, со ниска базална метаболна стапка;
- Мала способност за треперење на скелетната мускулатура, што е еден од механизмите на создавање топлина;
- Слаба реакција на симпатикусот;
- Малку кафено масно ткиво, тенка кожа;
- Иматурна функција на потните жлезди;
- Мала способност за треперење на мускулите.



Начини на губење на топлина

- Радијација е кога се оддава топлина од телото со повисока температура по пат на зрачење во околината. Доколку тоа е телото на детето, тоа губи топлина и се лади;

- Евапорација претставува испарување на течноста која се наоѓа на површината на телото на новороденото дете, кое се раѓа влажно, излегувајќи од матката на мајката. Спречување на губење на топлина на ваков начин е со пребришување на кожата на детето веднаш, со сува и топла пелена и завиткување во други, суви и затоплени пелени;

- Кондукција: ако новороденото дете е на постудена подлога, тоа оддава топлина на подлогата. Спречување на ваков вид губење на топлина се овозможува со ставање топли пелени или затоплување на подлогата на која се става новородено дете, затоплена пелена на вагата за мерење

- Конвекција е губење на топлина при постоење на провев, отворени прозори и ставање на детето во близина на отворена врата. Спречување на губење на топлината е со исклучување на овие ризици.

Превенција од губење на топлина

- Термонеутрална околина за новороденчето е оној опсег на температурата и влагата на околината при кој новороденчето има најмала потрошувачка на кислород.

- Ризикот од појава на хипотермија, а со тоа и последично отежната адаптација на екстраутерините услови на живот може да се јави кај недоносено, хипотрофично или асфиктично новороденче.

Термално неутрална зоина

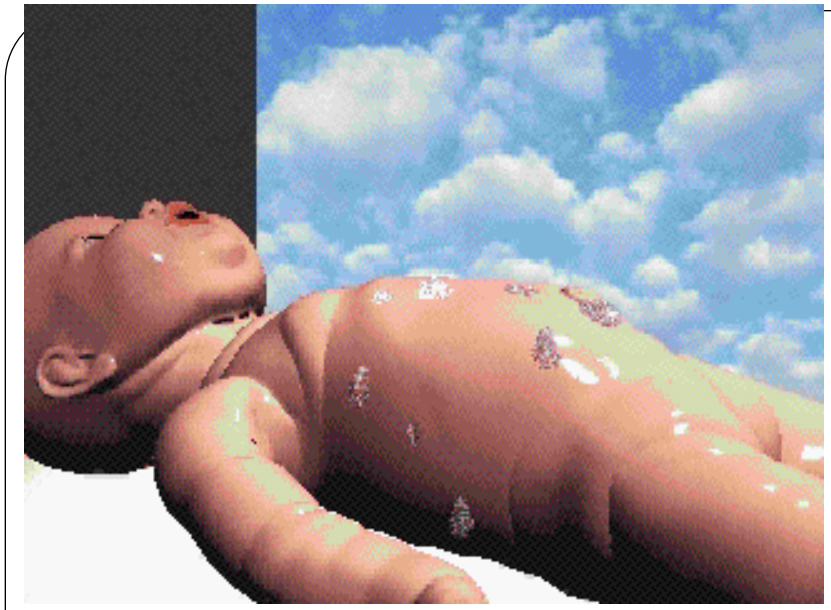
Age and Weight	Starting Temperature (°C)	Range of Temperature (°C)
0-6 hr		
Under 1200 g	35.0	34.0-35.4
1200-1500 g	34.1	33.9-34.4
1501-2500 g	33.4	32.8-33.8
Over 2500 g (and >36 wk)	33.9	32.0-33.8
6-12 hr		
Under 1200 g	35.0	34.0-35.4
1200-1500 g	34.0	33.5-34.4
1501-2500 g	33.1	32.2-33.8
Over 2500 g (and >36 wk)	32.8	31.4-33.8
12-24 hr		
Under 1200 g	34.0	34.0-35.4
1200-1500 g	33.8	33.3-34.3
1501-2500 g	32.8	31.8-33.8
Over 2500 g (and >36 wk)	32.4	31.0-33.7
24-36 hr		
Under 1200 g	34.0	34.0-35.0
1200-1500 g	33.6	33.1-34.2
1501-2500 g	32.6	31.6-33.6
Over 2500 g (and >36 wk)	32.1	30.7-33.5
36-48 hr		
Under 1200 g	34.0	34.0-35.0
1200-1500 g	33.5	33.0-34.1
1501-2500 g	32.5	31.4-33.5
Over 2500 g (and >36 wk)	31.9	30.5-33.3
48-72 hr		
Under 1200 g	34.0	34.0-35.0
1200-1500 g	33.5	33.0-34.0
1501-2500 g	32.3	31.2-33.4
Over 2500 g (and >36 wk)	31.7	30.1-33.2

A. Conduction

B. Convection

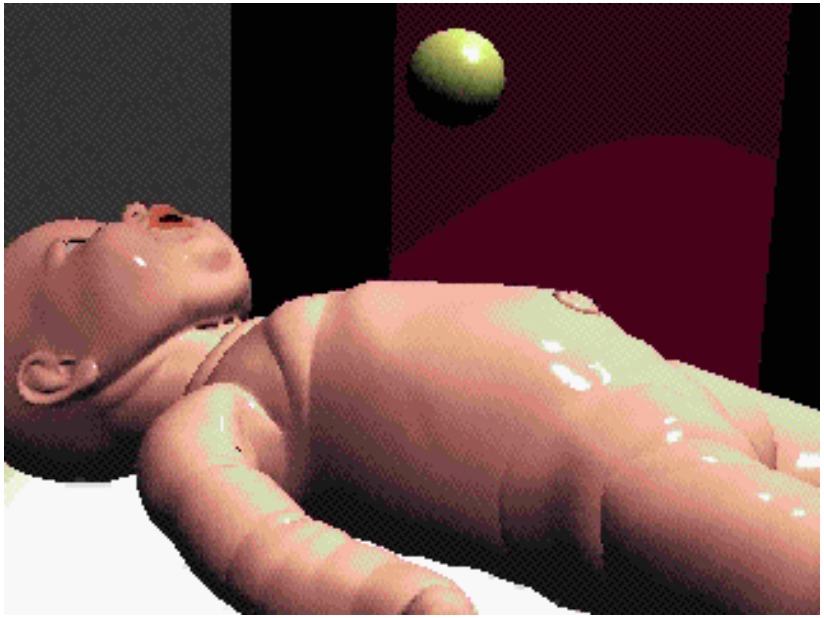
C. Evaporation

D. Radiation

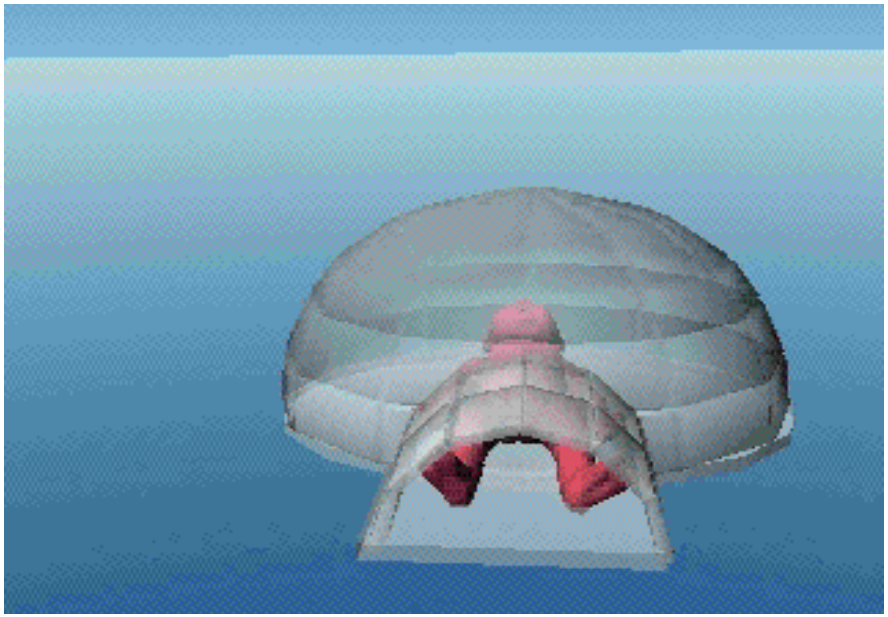


евапорација

кондукција



конвекција



радијација

Важност на терморегулацијата

- Давање на анестезија
- Одржување на термонеутрална средина
- Одржување на постоперативна грижа
- Транспорт на новороденче од и кон операциона сала