

Перинатална кардиореспираторна физиологија

Проф д-р Елизабета Зисовска

Универзитетска клиника за гинекологија и акушерство, Скопје, Македонија

Пренатален период претставува животот пред раѓањето, кој е многу важен и критичен период. Колку породувањето е поблиску до пресметаниот термин за раѓање, толку се помали проблемите околу адаптацијата на екстраутерините услови за живот. Фетусот во матката живее во мрак и релативна тишина, со константна температура на околината, лебди во амнионската течност и со релативно константни притисоци на гасовите во ткивата.

Интрапартален е периодот во време на раѓањето. За време на породувањето, главата, трупот и екстремитетите се под притисок, свивање и растегнување. Утерините контракции доведуваат до притисок врз крвните садови и намален дотур на крв и кислород. Се лачат стрес хормони како одбранбена реакција, и се случуваат многу биохемиски промени, особено во ацидобазниот статус.

Со подврзување на папочната врвца се прекинува умбиликалната циркулација. Терморецепторите во кожата и горните дишни патишта се под силно термичко дразнење поради наглата промена на температурата, а дишните патишта доаѓаат во контакт со ладен воздух. Животот на новороденчето во надворешната околина зависи од воспоставување на вентилацијата на белите дробови, исхраната, одржувањето и успешноста на терморегулацијата, од адаптација на функциите кои постоеле и пренатално, но мораат да се прилагодат на новите услови (крвоток и екскреција). Ако наследната основа на новороденчето е нормална, ако бременоста поминала во најдобар ред, породувањето поминало без компликации, новороденчето без проблем ќе се прилагоди на новите екстраутерини услови на живот.

Откако ќе се пресече папочната врвца, здравото новородено дете треба да биде способно за самостоен живот. Според дефиницијата на Светската здравствена организација (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.

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 (функционален резидуален капацитет), 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 е поттикнат од надворешните стимули

За да може ваква драматична промена да се случи во белите дробови, тие мора да го имаат поминато цел циклус на нивно формирање и уште повеќе, зреење. Оттаму и доаѓа проблемот со дишењето кај недоносените деца. Матурационите случувања (созревањето) на респираторниот систем кај плодот се на ниво на неколку процеси:

- 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)

Целиот овој процес започнува со првите родилни контракции и завршува после првите вдишувања. Меѓутоа на допирната површина меѓу воздухот и течноста постои голем површински напон кој го отежнува отворањето и ширењето на алвеолите. Поради тоа на површината на алвеолите постои супстанца која се вика сурфактант и која ја намалува површинската напнатост, а на тој начин ја намалува тенденцијата на затворање на алвеолите на крај од експириум. Овој сурфактант се појавува во 28 гестациска недела (г.н.), а го произведуваат тип 2 пнеумоцити од алвеоларниот епител. Во тек на 32 г.н. мала количина на сурфактант продира од белите дробови во амнионската течност.

Респираторниот систем се разликува од тој кај децата од друга возраст, па и од доенчињата во повеќе анатомски и функционални карактеристики, како што се набројани:

Анатомски карактеристики:

- 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;
- постои оток на слuzницата, 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), а новороденото дете најголем дел од денот се во лежечка положба, што го отежнува повеќе инспириумот отколку експириумот

Функционални карактеристики

Новороденото дете има два пати поголема потреба од внесување на кислород за иста функција;

- 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 сврзено ткиво, односно намален еластичитет);
- 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 H₂O/l/cm, односно е 5 пати поголем од поголеми деца
- Комплијанса 6 ml/cm H₂O (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 „од прв до последен здив” (апнеа од прематуритет)

Кога хируршката интервенција е неопходна и претставува витална индикација, мора да се внимава на знаците на респираторни проблеми кај новороденчето. Знаците за респираторен дистрес синдром се проценуваат според Силверман скор:

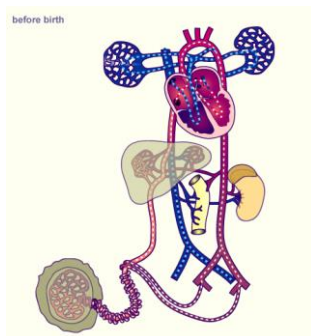
- Тахипнеа (нетипично за дтуга возраст, може да е знак како на хипо така и на хипертермија)
- Инспираторни ретракции на интеркосталните простори
- Експираторно стенкање
- Климање со главата (флексија во ритам на дишењето)
- Ширење и треперење на ноздрите (тешка диспнеа)
- Југуларно вовлекување

Промени во циркулацијата

Во интраутерини услови отпорот во белодробната циркулација кај фетусот е поголем од отпорот во системската циркулација. Поради тоа, протокот на крв низ белите дробови е многу мал, а после првото вдишување се зголемува за 9 пати. 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 кој се наоѓа меѓу лакот на аортата и пулмоналната артерија. Поради тоа, дел од крвта од десната преткомора оди преку форамен овале во лева преткомора, а 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 прекилот 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. Во затворањето голема улога имаат простагландните, и тоа PG_2 кој се создава во десната преткомора, порастот на парцијалниот притисок на O_2 , автономниот нервен систем, и хемиски медијатори. 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, прематуриси, деца родени на висока надморска висина) поради хипоксијата, незрелост на механизмите на затворање, 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. Свкупно, 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.(Слика 1)



Слика број 1. Фетална циркулација

Функционални особености кои имаат дополнително влијание:

- Минутен волумен 200 ml/kg (зголемен 2-3 пати споредено со детска возраст);
- Предоминантен 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 оксисхогемоглобин поместена во лево;
- Феталниот миокард со помалку активна тензија, со 30% учество во контракцијата.

Терморегулација

Како дел од свкупната хомеостаза, терморегулацијата е од големо значење, која, за жал, кај новородените деца, особено недоносените, е несозреана и неадекватна.

Во првите моменти од раѓањето новороденото е голо и влажно поради што губи голема количина на топлина која може да ја намали телесната температура на 35 °C па и пониско. Терморегулацијата е диригирана од терморегулациониот центар кој не е доволно зрел на раѓањето, а од друга страна и процесите на создавање на температура се неефикасни, додека можностите за губење на топлина почести. Хипотермијата (пониската температура на телото) 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.

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. Секогаш треба да се внимава на одржување на термонеутрална средина, која претставува опсег на температурата и влагата на околината при која новороденчето има најмала потрошувачка на кислород. Кај новородени деца, термонеутралната средина директно зависи од повеќе фактори: родилната тежина, гестациската возраст и постнаталната старост.

Производството на топлина кај новороденото е мала, а губитокот е голем поради лошата терморегулација, која настанува од следните причини:

- Новороденото дете има тенка кожа и слабо развиено поткожно масно ткиво, особено кафеавото масно ткиво кое создава топлина, одговорно е за загревање на крвта која оди во мозокот срцето и бубрегот. Ова масно ткиво се создава во тек на сите 40 г.н. и затоа недоносените деца се термички лабилни. Се активира преку нервен механизам чиј медијатор е норадреналинот;
- Големата телесна површина во однос на малата телесна маса и малиот топлински капацитет;
- Недоволно брз метаболизам со ниска базална метаболна стапка;
- Мала способност за треперење на скелетната мускулатура, што е еден од механизмите на создавање топлина;
- Слаба реакција на симпатикусот;
- Иматурна функција на потните жлезди.

Начините на губење на топлина се следните:

Пред раѓањето температурата на фетусот е повисока за $0,3-0,7^{\circ}\text{C}$ од температурата на мајката. По раѓањето главен проблем е борбата против рзладувањето. Со цел да се спречи губењето на топлина, се вклучуваат заштитните механизми согласно четирите начини на губење 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 одма 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 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. Губењето на топлината се спречува со исклучување на овие ризици.

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. Поради тоа секое новородено дете веднаш по раѓањето треба да се свитка во топла сува пелена, а прегледот да се одвива под инфрацрвена ламба. Во случај на транспорт на витално загрошено новородено дете или мало недоносено новороденче, потребно е претходно да се затопли инкубаторот на одговарачка температура. Во првите 5 дена телесната температура варира, а се стабилизира на 36,5 °C на околу шестиот ден.

Литература

1. Altuncu E, Ozek E, Bilgen H, Topuzoglu A, Kavuncuoglu S. Percentiles of oxygen saturations in healthy term newborns in the first minutes of life. *Eur J Pediatr*. 2008; 167:687–688;
2. Cramer K, Wiebe N, Hartling L, Crumley E, Vohra S. Heat loss prevention: a systematic review of occlusive skin wrap for premature neonates. *J Perinatol*. 2005; 25:763–769;
3. Dawes GS. *Foetal and Neonatal Physiology. A Comparative Study of the Changes at Birth*. Chicago: Year Book Medical Publishers, Inc; 1968;
4. Dawson JA, Kamlin CO, Wong C, te Pas AB, O'Donnell CP, Donath SM, Davis PG, Morley CJ. Oxygen saturation and heart rate during delivery room resuscitation of infants h30 weeks' gestation with air or 100% oxygen. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2009; 94:F87–F91;
5. Kamlin CO, O'Donnell CP, Davis PG, Morley CJ. Oxygen saturation in healthy infants immediately after birth. *J Pediatr*. 2006; 148:585–589;
6. Kent AL, Williams J. Increasing ambient operating theatre temperature and wrapping in polyethylene improves admission temperature in premature infants. *J Paediatr Child Health*. 2008; 44:325–331;
7. Maayan-Metzger A, Yosipovitch G, Hadad E, Sirota L. Transepidermal water loss and skin hydration in preterm infants during phototherapy. *Am J Perinat* 2001; 18: 393-6;
8. Vohra S, Roberts RS, Zhang B, Janes M, Schmidt B. Heat Loss Prevention (HeLP) in the delivery room: A randomized controlled trial of polyethylene occlusive skin wrapping in very preterm infants. *J Pediatr*. 2004; 145:750–753;
9. WHO, Report of the informal expert meeting on dosage forms of medicines for children. [online]. Available from URL: http://www.who.int/selection_medicines;
10. Rennie & Robertson's Textbook of Neonatology. J. Rennie. 5th Edition, Churchill Livingstone, 2012 ISBN: 978-0-7020-3479-4;
11. Зители Б.Ц. и Дејвис Х.В., Атлас за Педијатриска физикална дијагноза. Табернакул, 2011.