Fyziologie novorozence

MUDr. Blanka Zlatohlávková, Ph. D.

Neonatologické oddělení Gynekologicko-porodnické kliniky VFN v Praze a 1. LF UK

Klinika pediatrie a dědičných poruch metabolismu VFN v Praze a 1. LF UK

Ústav humanitních studií v lékařství 1. LF UK

https://www.medicalmedia.eu/cs/Detail/14620
https://youtu.be/gZWEDu29kQ8

VFN PRAHA

Struktura prezentace

1. Rozdělení novorozenců
2. Demografická a epidemiologická data
3. Postnatální kardiopulmonální adaptace
4. Termoregulace novorozence
5. Kůže novorozence
6. Vývoj GIT a enterální výživa
7. Imunologie plodu a novorozence
8. Hematologie novorozence
9. Renální funkce a složení těla
10. Vývoj CNS

Dělení novorozenců podle délky gestace

Zralý novorozenec: **37.–41. GT (260–294 dní) - term**

37.–38. GT (260–273 dní) - early term
39.–40. GT (274 – 287 dní) - full term
41. GT (288–294 dní) - late term

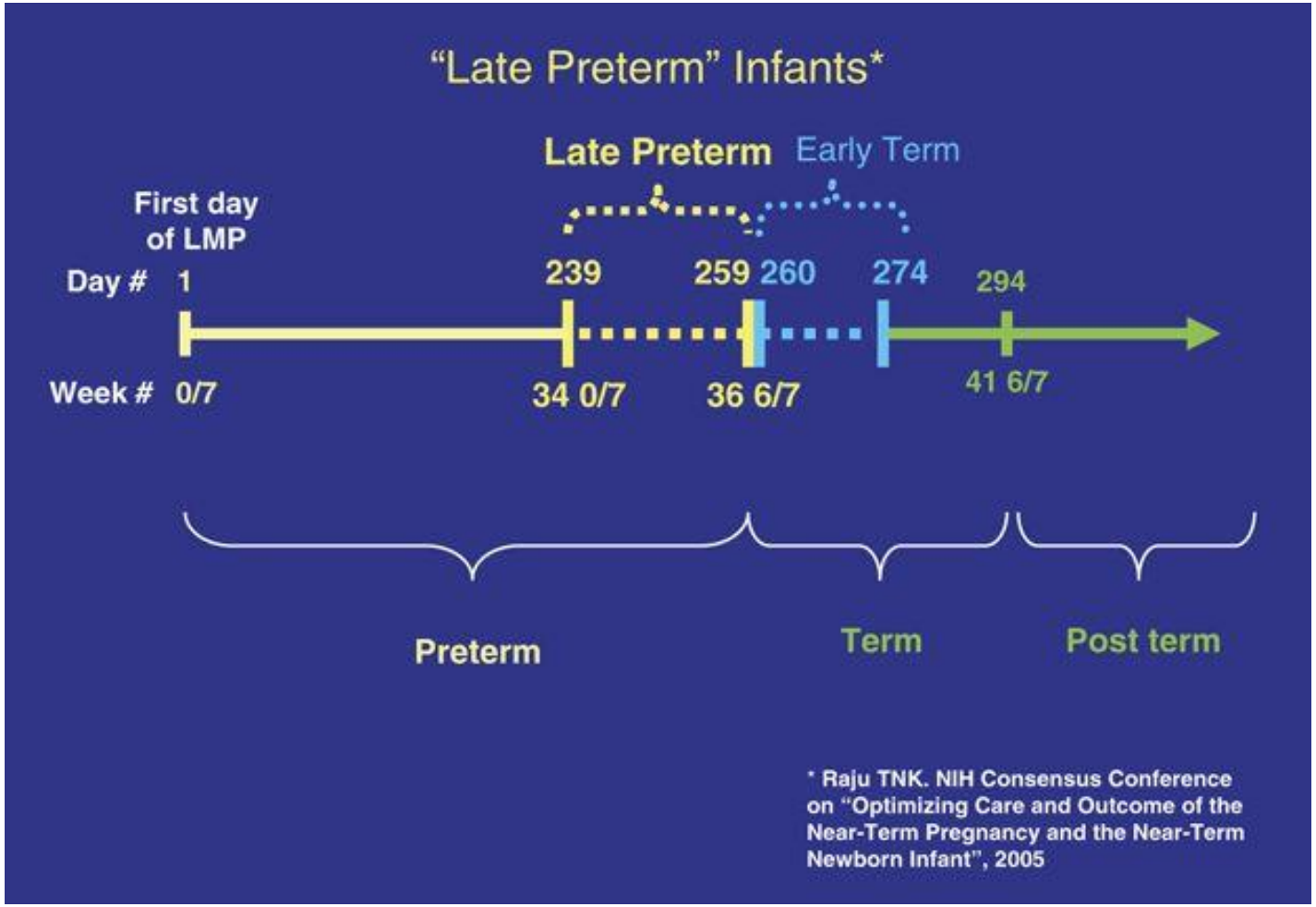
Nezralý novorozenec: **< 37. GT (< 260 dní) - preterm**

lehce	**34.–36. GT (239–259 dní) - late preterm**
středně	**32.–33. GT (225–238 dní) - moderately preterm**
těžce	**31.–28. GT (197–224 dní) - very preterm**
extrémně	**< 28. GT (< 197 dní) - extremely preterm**

Hranice viability 22.–25. GT – border of viability

Přenášený novorozenec: **≥ 42. GT (≥ 295 dní) - post term**

Dělení novorozenců podle délky gestace



Dělení novorozenců podle hmotností

Novorozenci nízké porodní hmotnosti

NNPH, LBWI - < 2500 g

Novorozenci velmi nízké porodní hmotnosti

NVNPH, VLBWI - < 1500 g

Novorozenci extrémně nízké porodní hmotnosti

NENPH, ELBWI < 1000 g

zvláštní skupina < 750 g - ILBWI

Dělení novorozenců podle hmotností ve vztahu ke gestačnímu týdnu

Novorozenci eutrofičtí

s hmotností mezi 3. a 97. percentilem

Novorozenci hypertrofičtí

s hmotností nad 97. percentilem

Novorozenci hypotrofičtí

s hmotností pod 3. percentil (5., 10. percentil)

Intrauterinní růstová retardace - IUGR (FRG)

Průměrná hmotnost novorozenců ve vztahu ke gestačnímu týdnu

22. GT – 500 g

27. GT – 1000 g

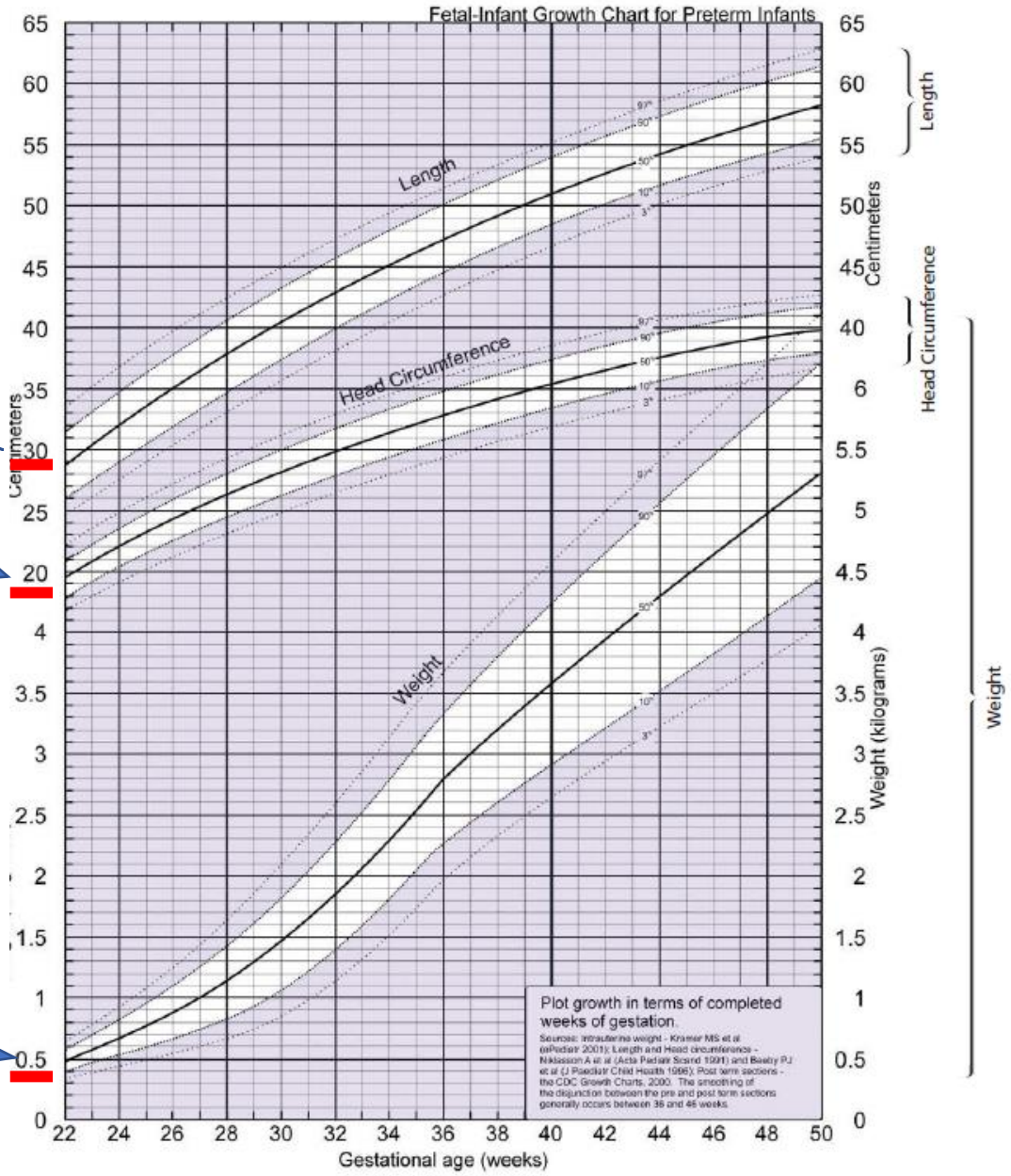
32. GT – holčičky 1800 g, kluci 1900 g

40. GT – holčičky 3350 g, kluci 3500 g

Délka

Obvod hlavy

Hmotnost



Fenton 2003

Novorozenecké období

Časné období: 1.–7. den (0.–6. den)

Pozdní období: 8.–28. den (0.–27. den)

Statistické údaje péče o novorozence

Mrtvorozenost - počet mrtvě rozených/1000 narozených

Perinatální úmrtnost – PÚ - počet mrtvě rozených a zemřelých do 7. dne/1000 narozených

Novorozenecká úmrtnost – NÚ

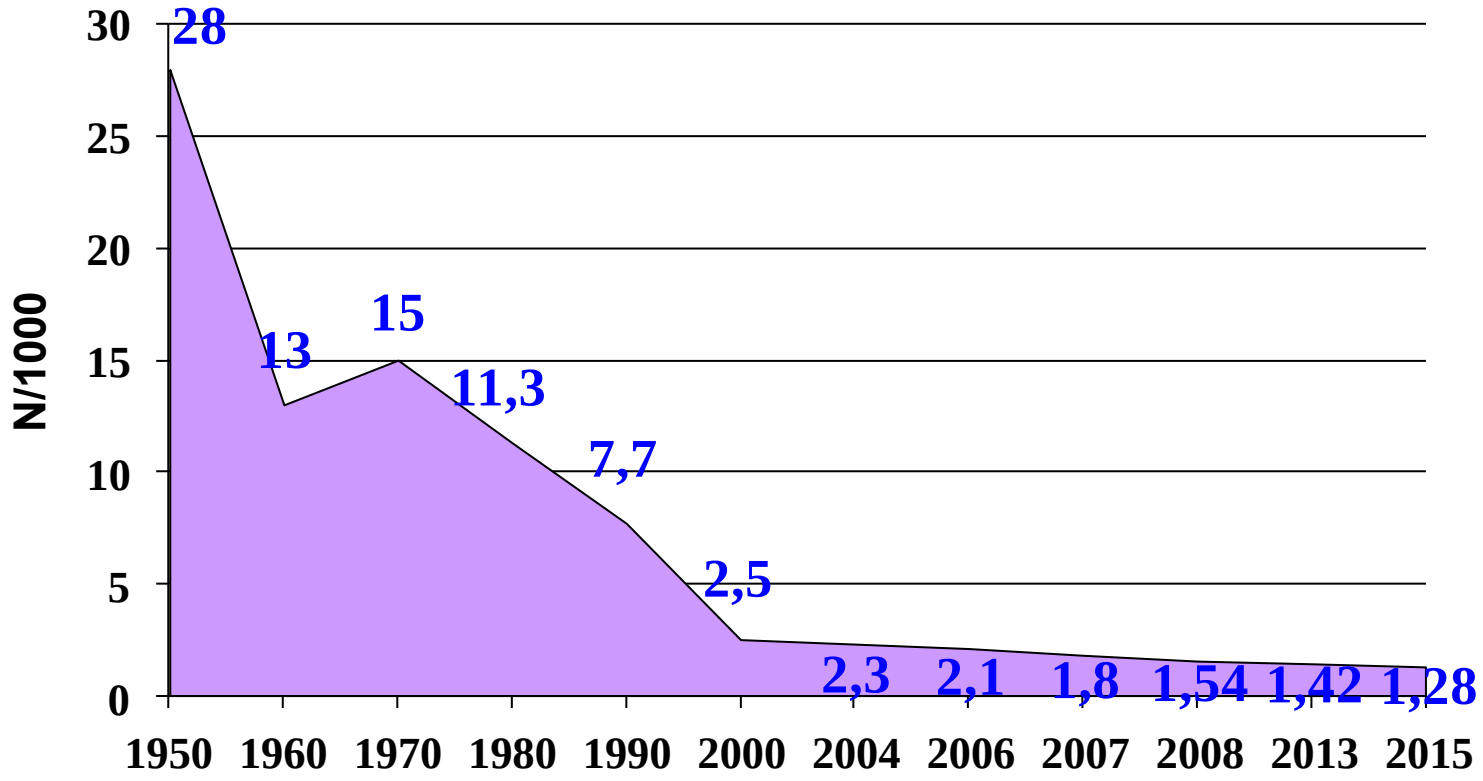
počet zemřelých 1.–28. den/1000 živě narozených

Časná ČNÚ 1.–7. den

Pozdní PNÚ 8.–28. den

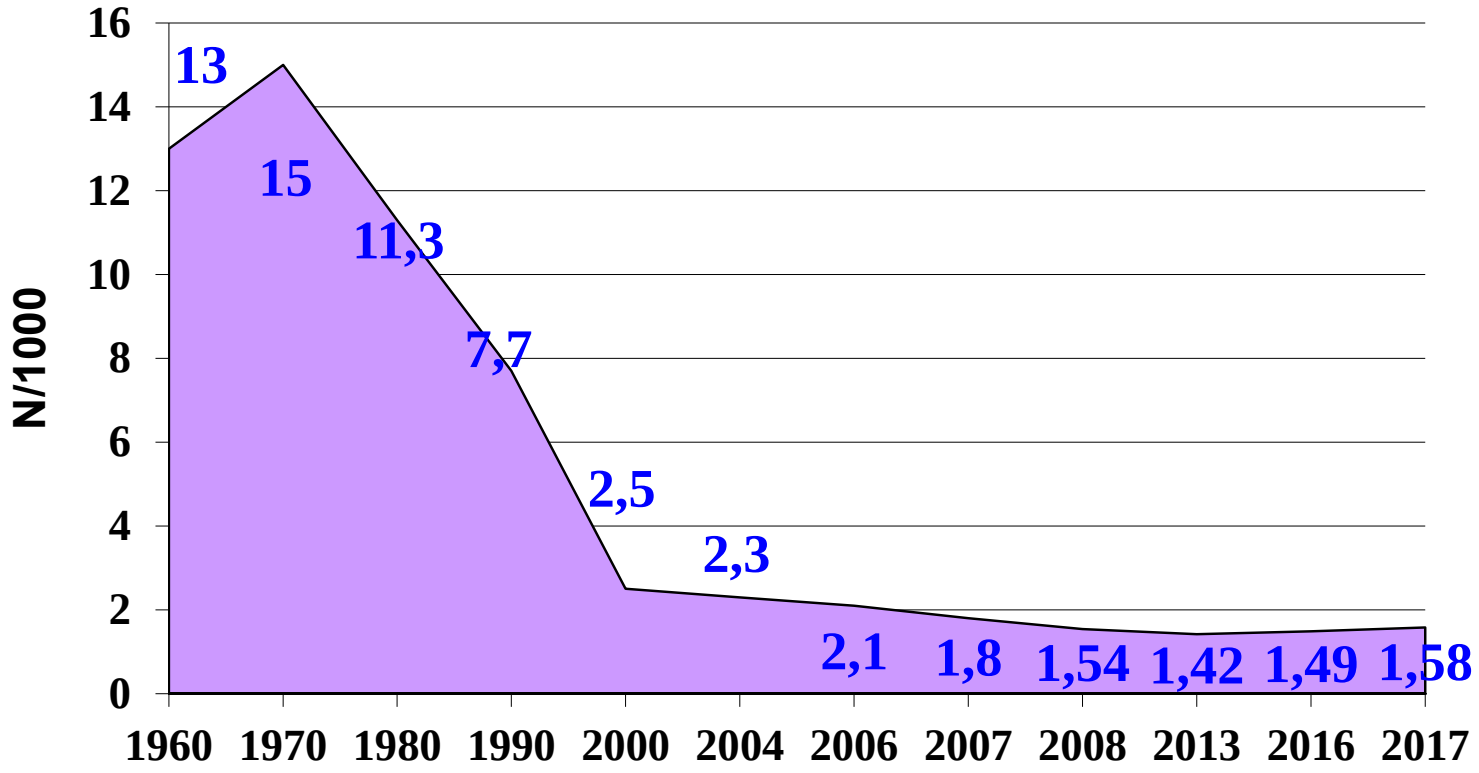
Novorozenecká úmrtnost

Česká republika 1950-2015



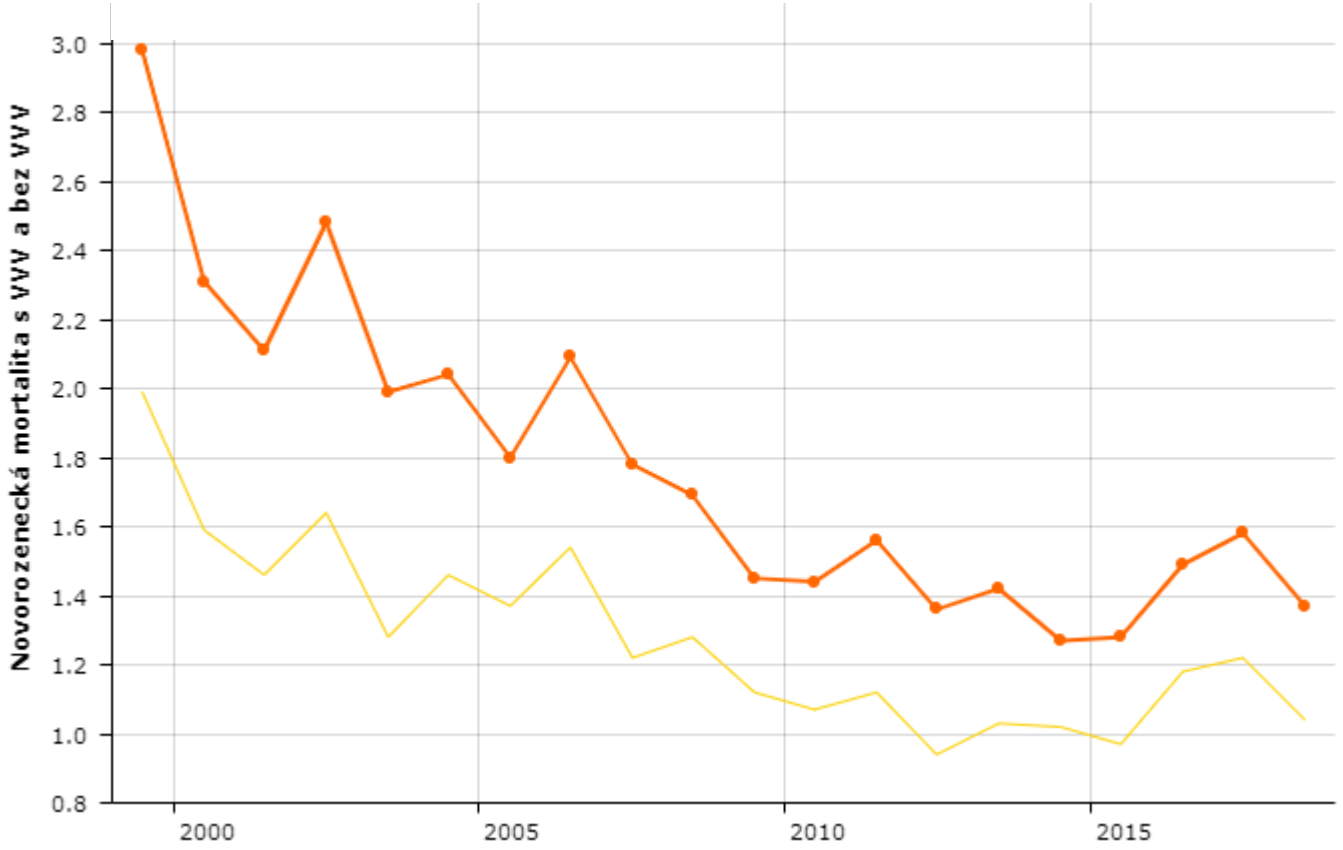
Novorozenecká úmrtnost

Česká republika 1960-2017



Novorozenecká úmrtnost

Česká republika 1999–2018



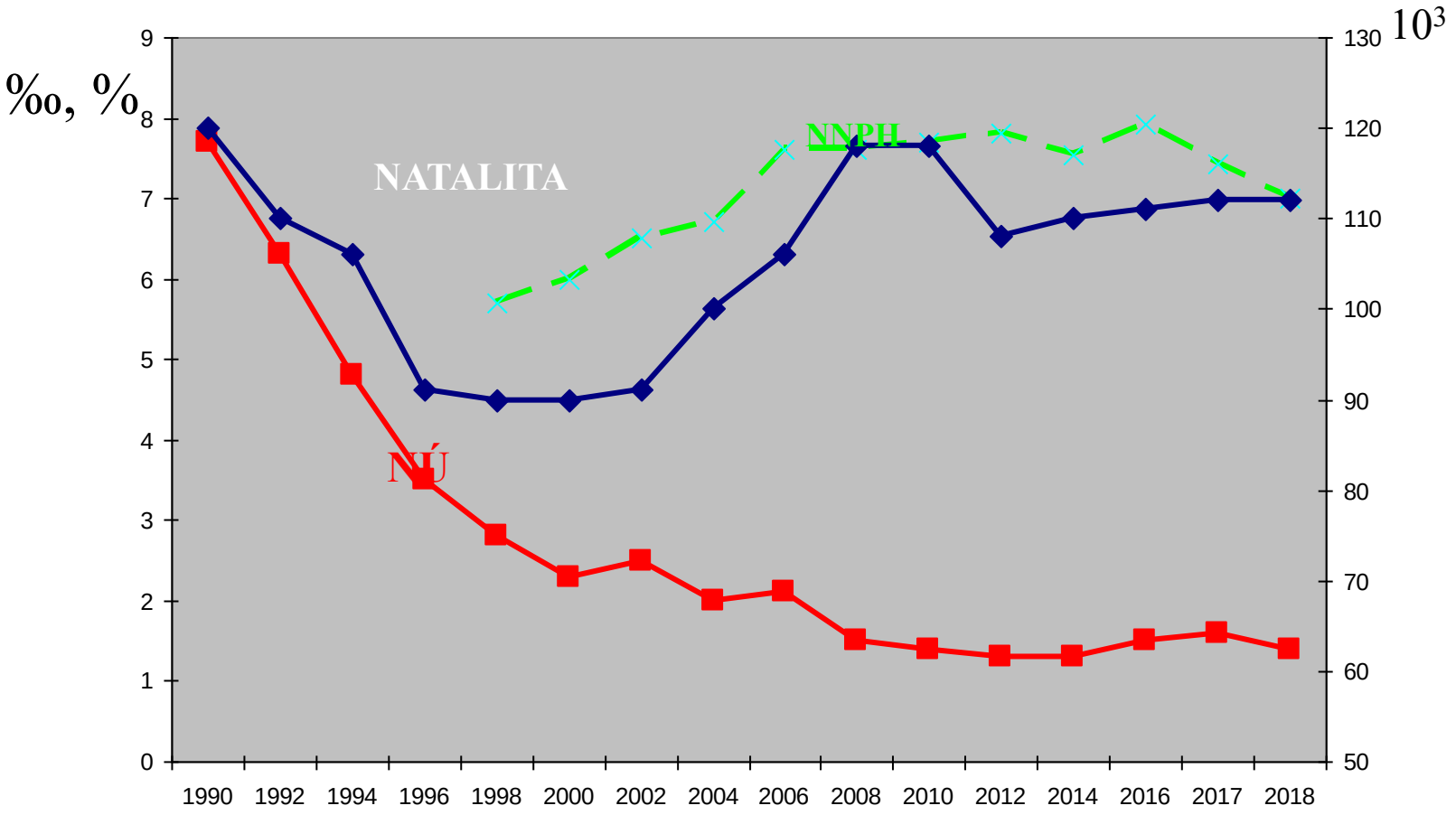
Celková 1, 37

Bez VVV 1,07

http://www.neonatology.cz/zakladni-ukazatele

Vývoj natality a NÚ

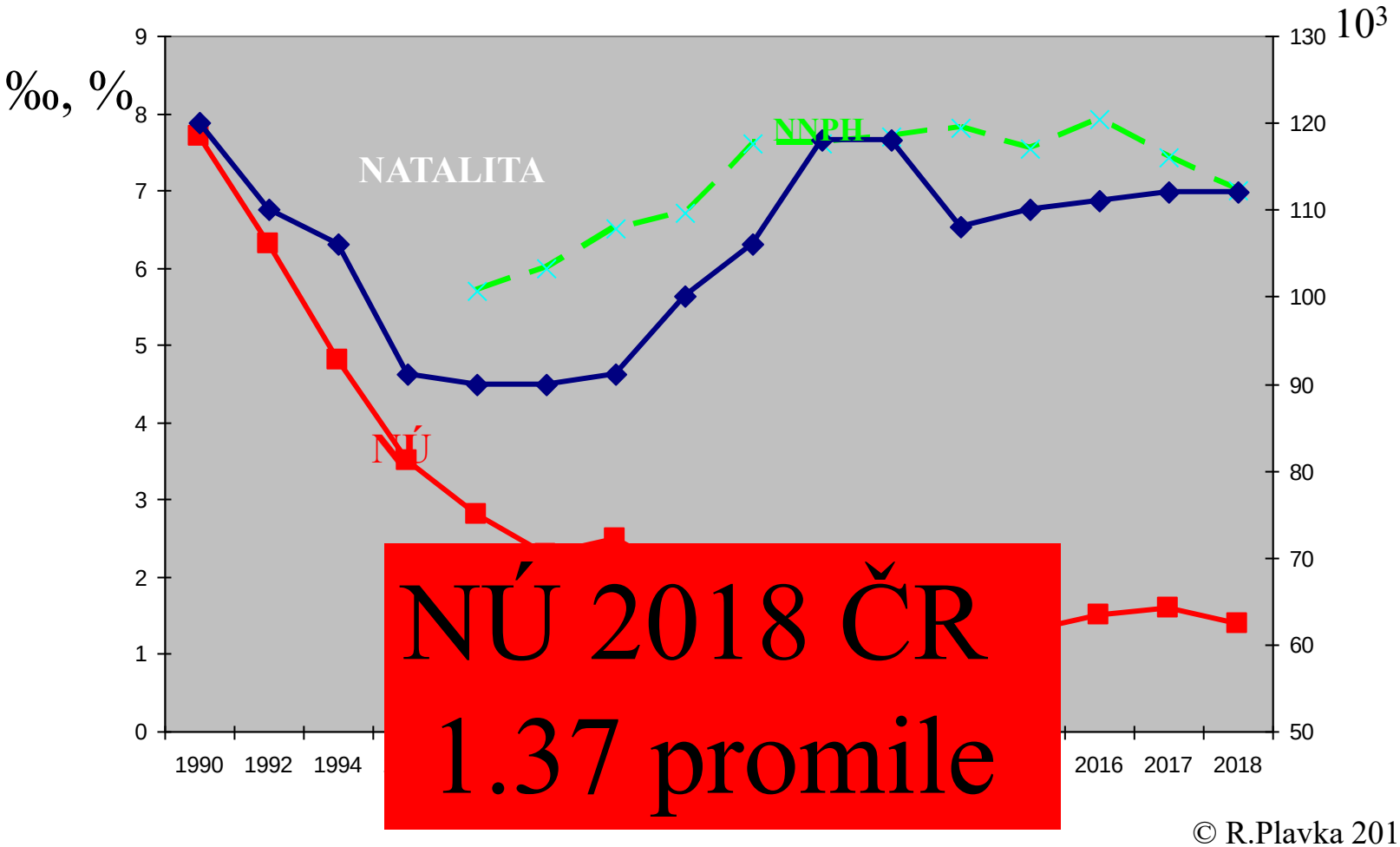
Česká republika 1990–2018



© R.Plavka 2019

Vývoj natality a NÚ

Česká republika 1990–2018



© R.Plavka 2019

Postnatální adaptace cirkulace a dýchání

Fyziologické změny, kritické pro přežití ex utero

Zahájení dýchání ⇒ aerace plic

⇒ **pokles plicní cévní rezistence (PVR)**

⇒ **zvýšení průtoku krve plícemi (PBF)**

Přerušení pupečníku

⇒ **ukončení funkce placenty jako místa výměny plynů a odstranění nízko-rezistentního zkratu**

Fetální plíce

K rozvoji plic a dýchacích cest nutná přítomnost

plicní tekutiny

dýchacích pohybů plodu

Transpulmonární tlakový gradient mezi dýchacími cestami a amniem 1 cm H2O – distenze plic

22.–24. týden - možnost efektivní výměny plynů

(kanalikulární stadium: cévy + povrch dýchacích cest - aciny)

Fetální plicní tekutina

Secernována pneumocyty I. typu

2→5 ml/kg/hod - aktivně Cl^-, pasivně Na^+ a voda

Vyplňuje dýchací cesty a alveoly - 20–30 ml/kg

Rovnováha sekrece do plic ↔ ztrát do trachey

Při porodu sekrece → resorpce

(katecholaminy, ADH → reabsorpce Na^+ ?)

Fetální dýchání

Malé kontrakce bránice

nutné k rozvoji plic

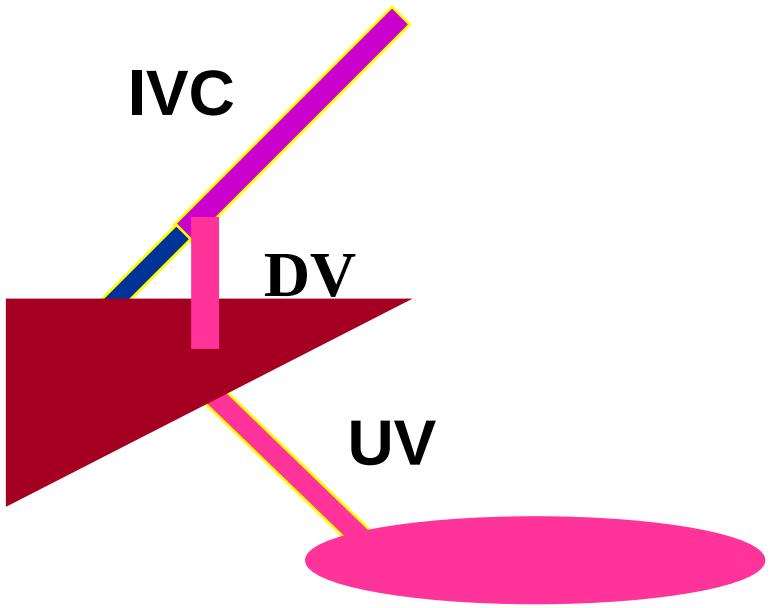
(omezené pohyby - oligohydramnion, hydrothorax, muskuloskeletální poruchy, bráničí hernie)

Gaspy při asfyxii

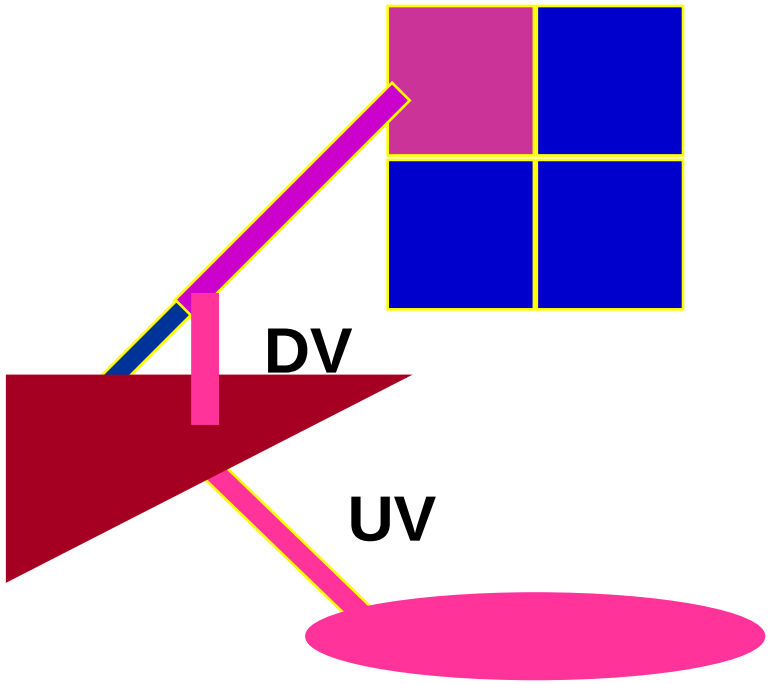
nebezpečí aspirace mekonia

Fetální cirkulace

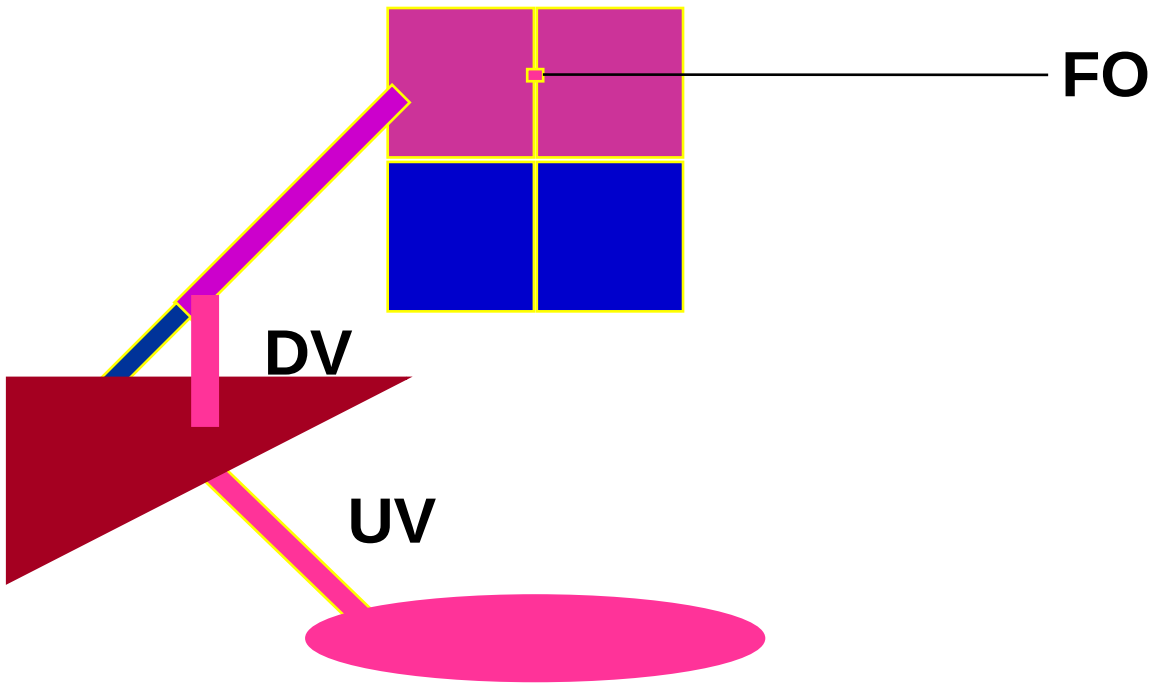
Fetální cirkulace



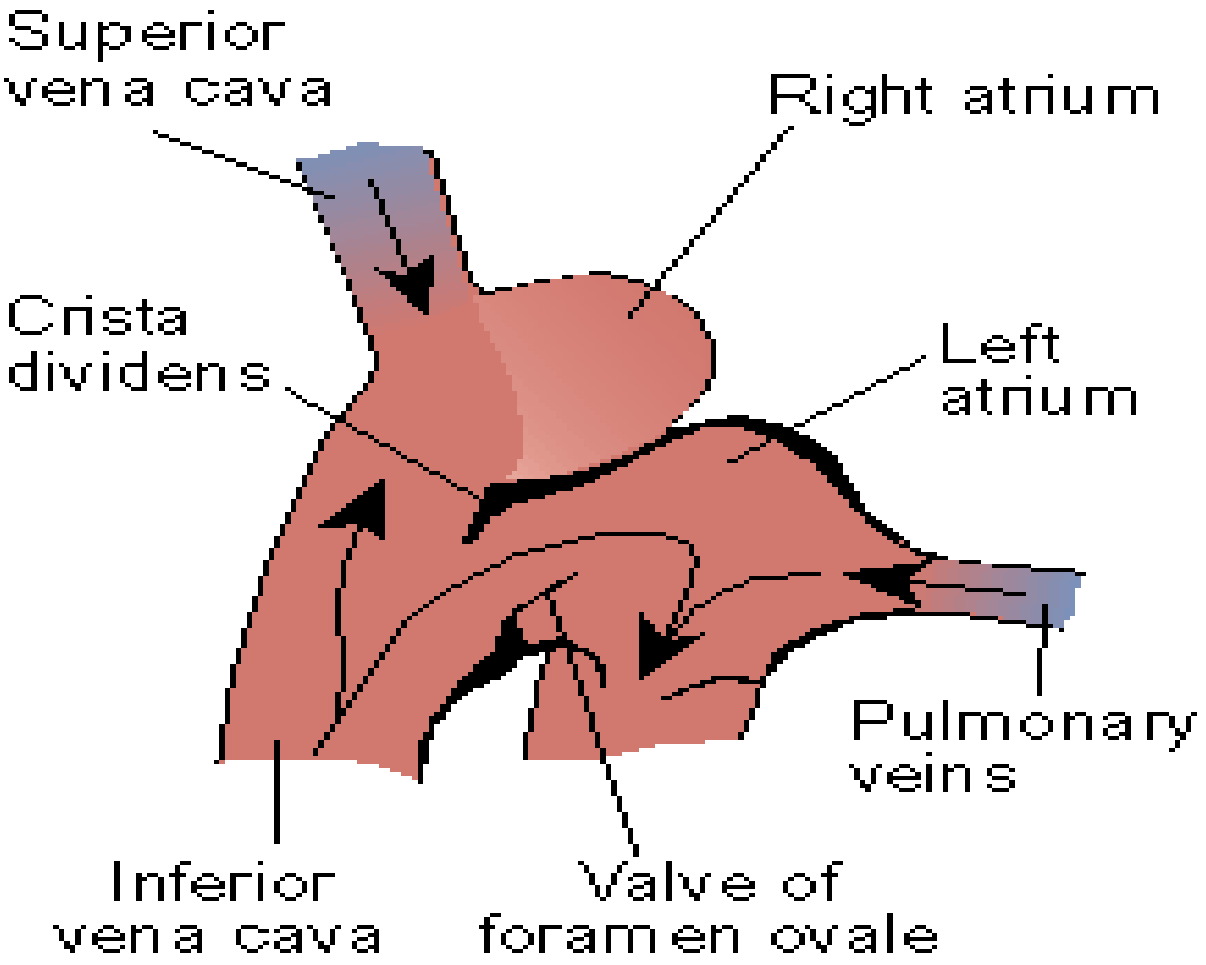
Fetální cirkulace



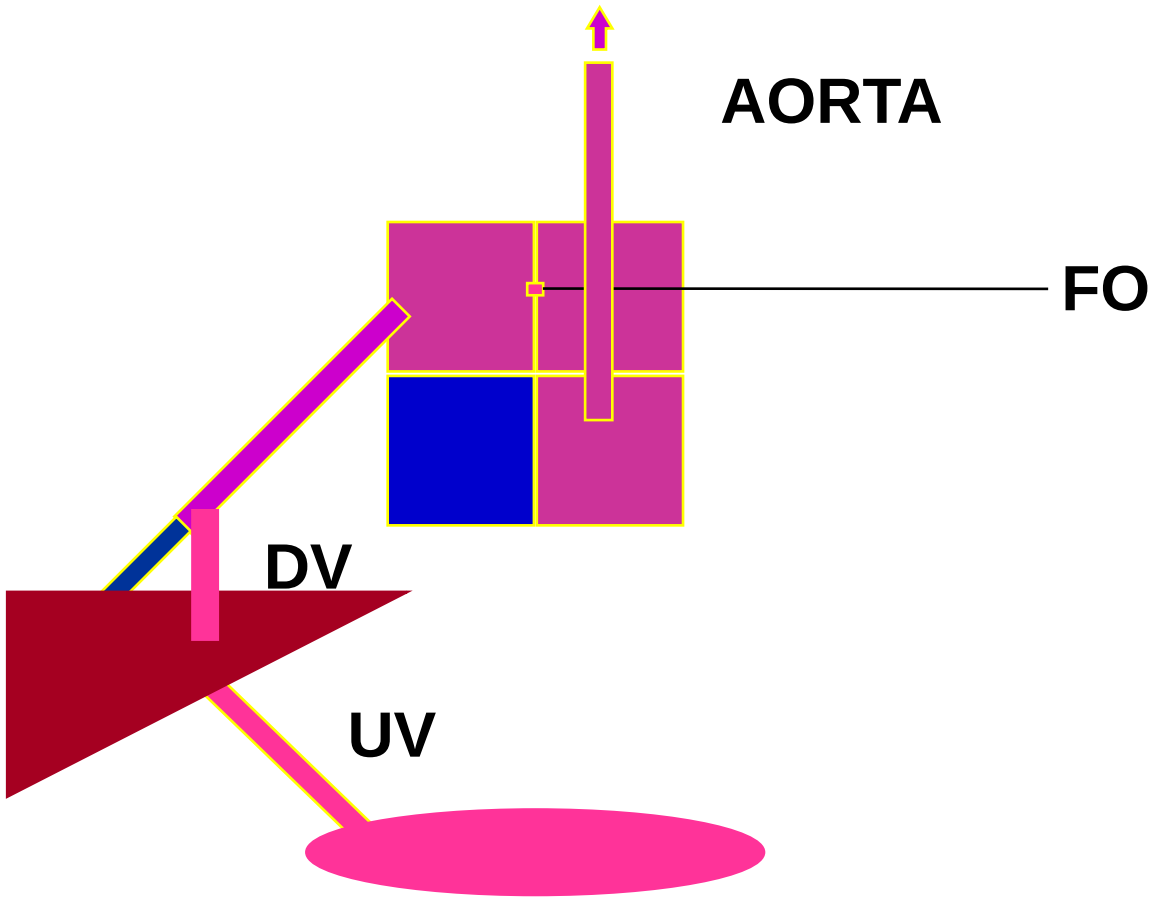
Fetální cirkulace



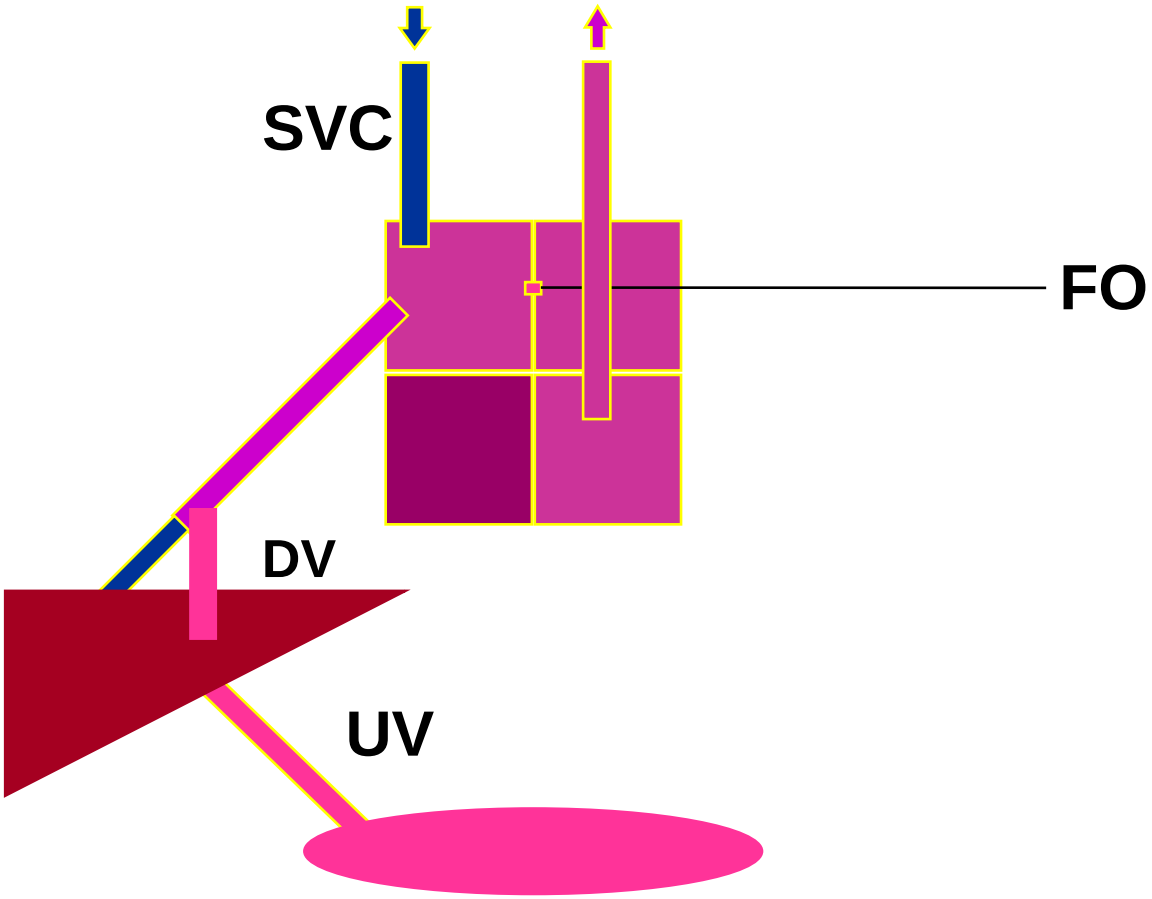
Fetální cirkulace



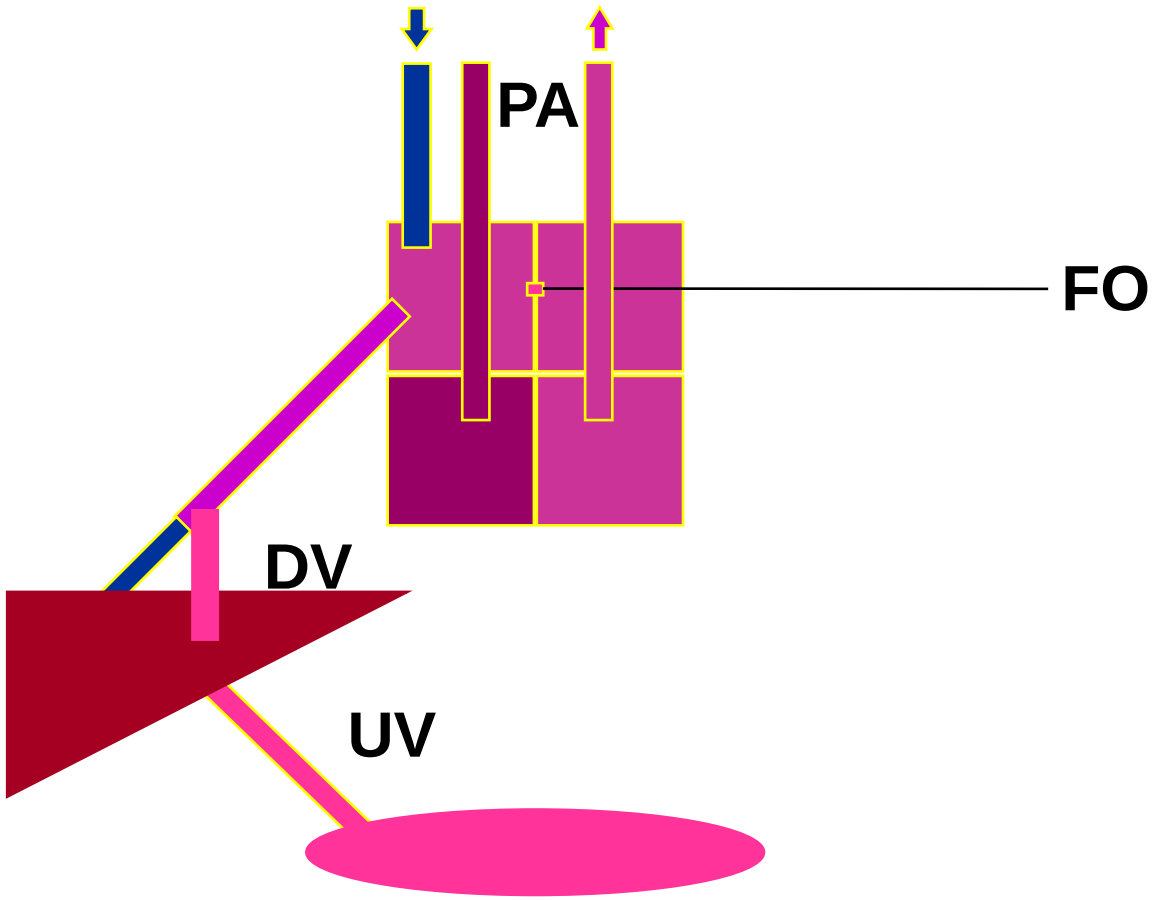
Fetální cirkulace



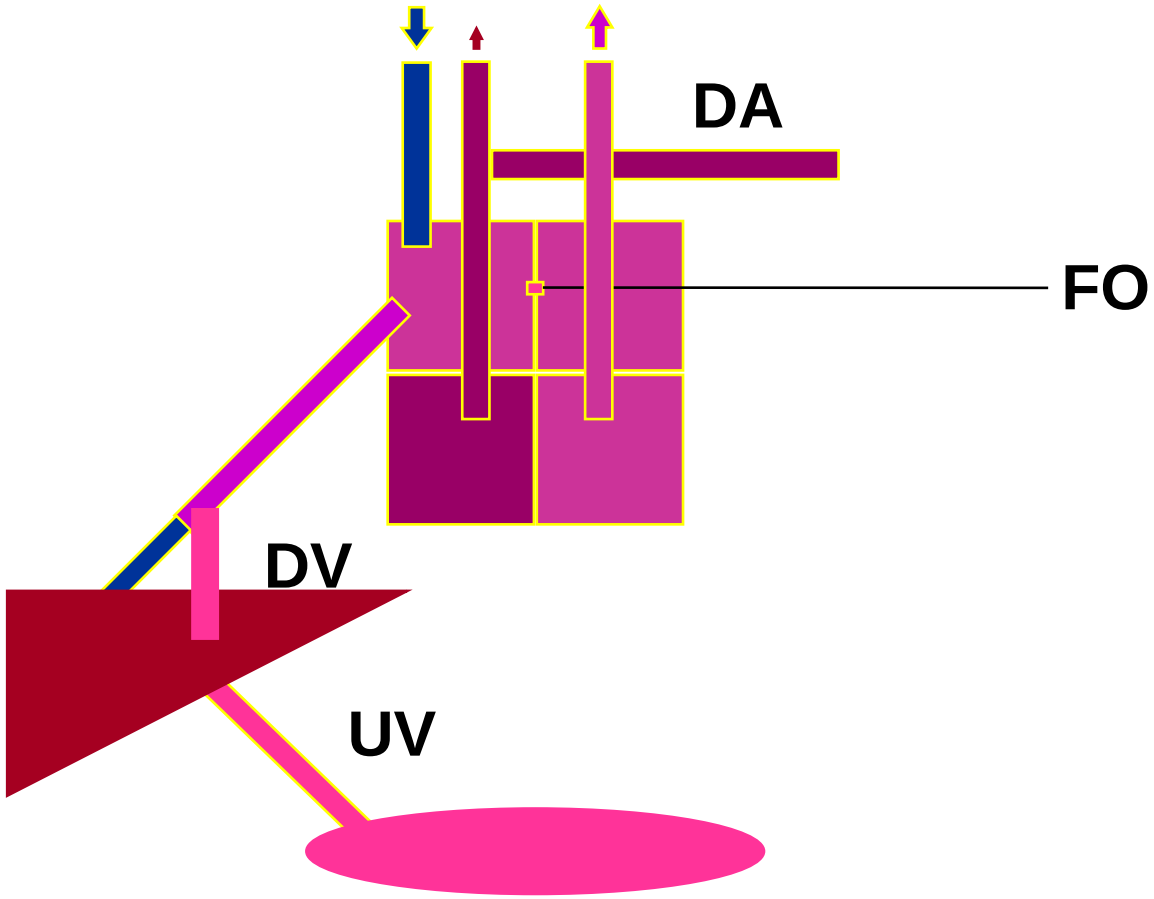
Fetální cirkulace



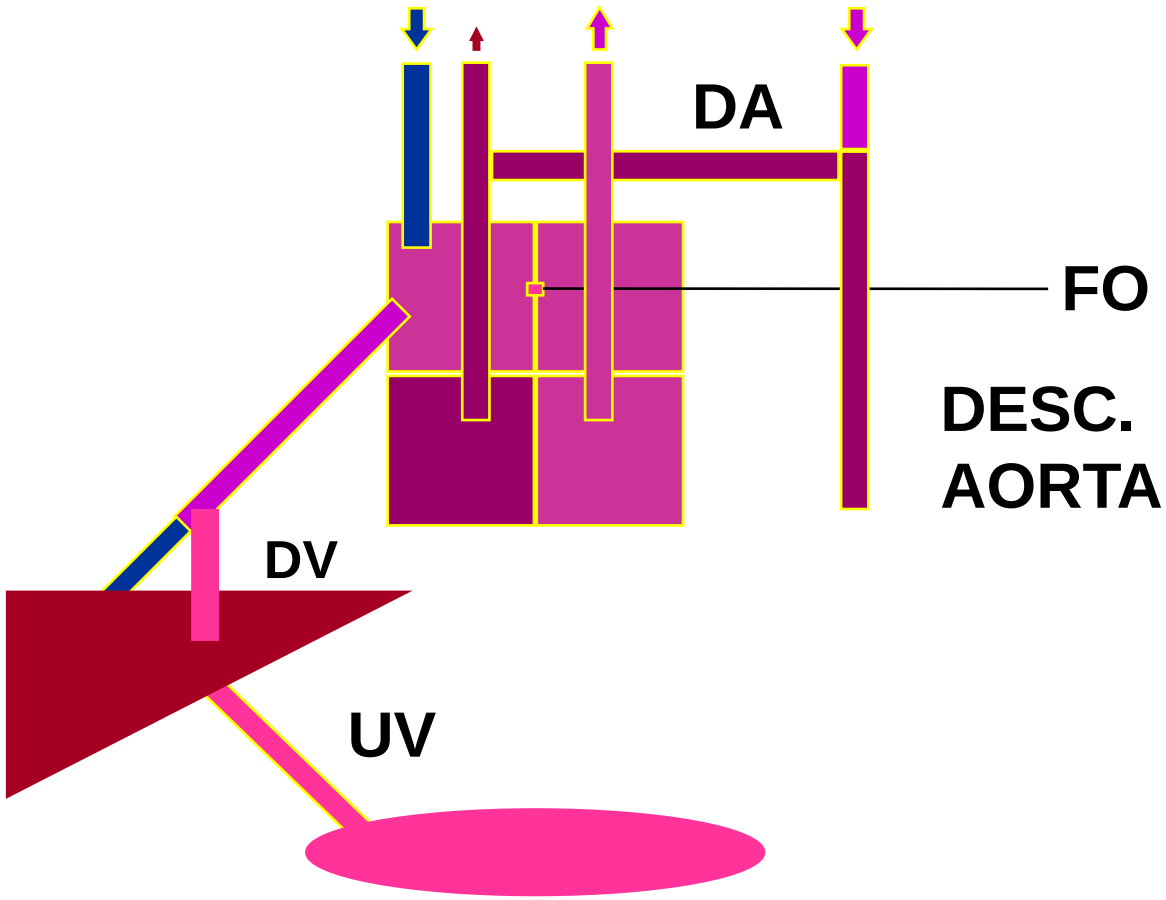
Fetální cirkulace



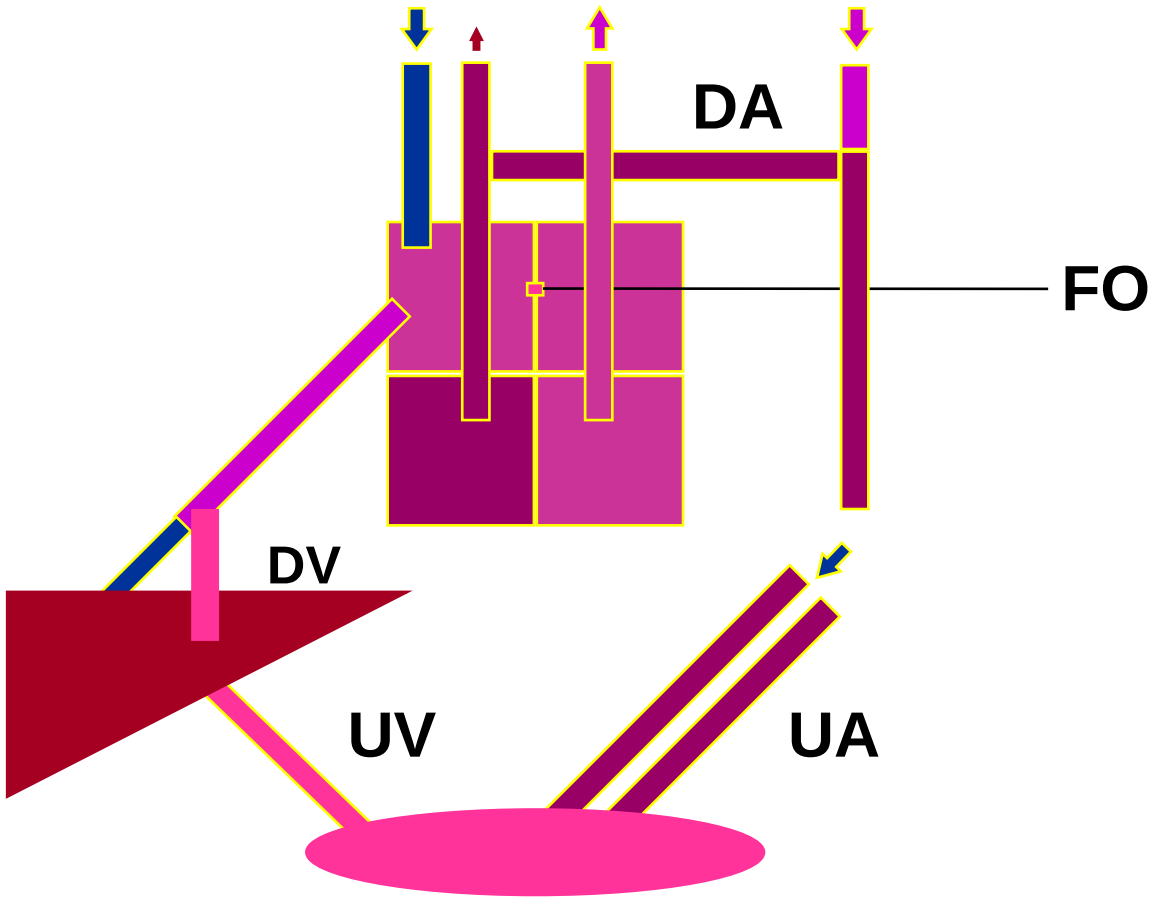
Fetální cirkulace

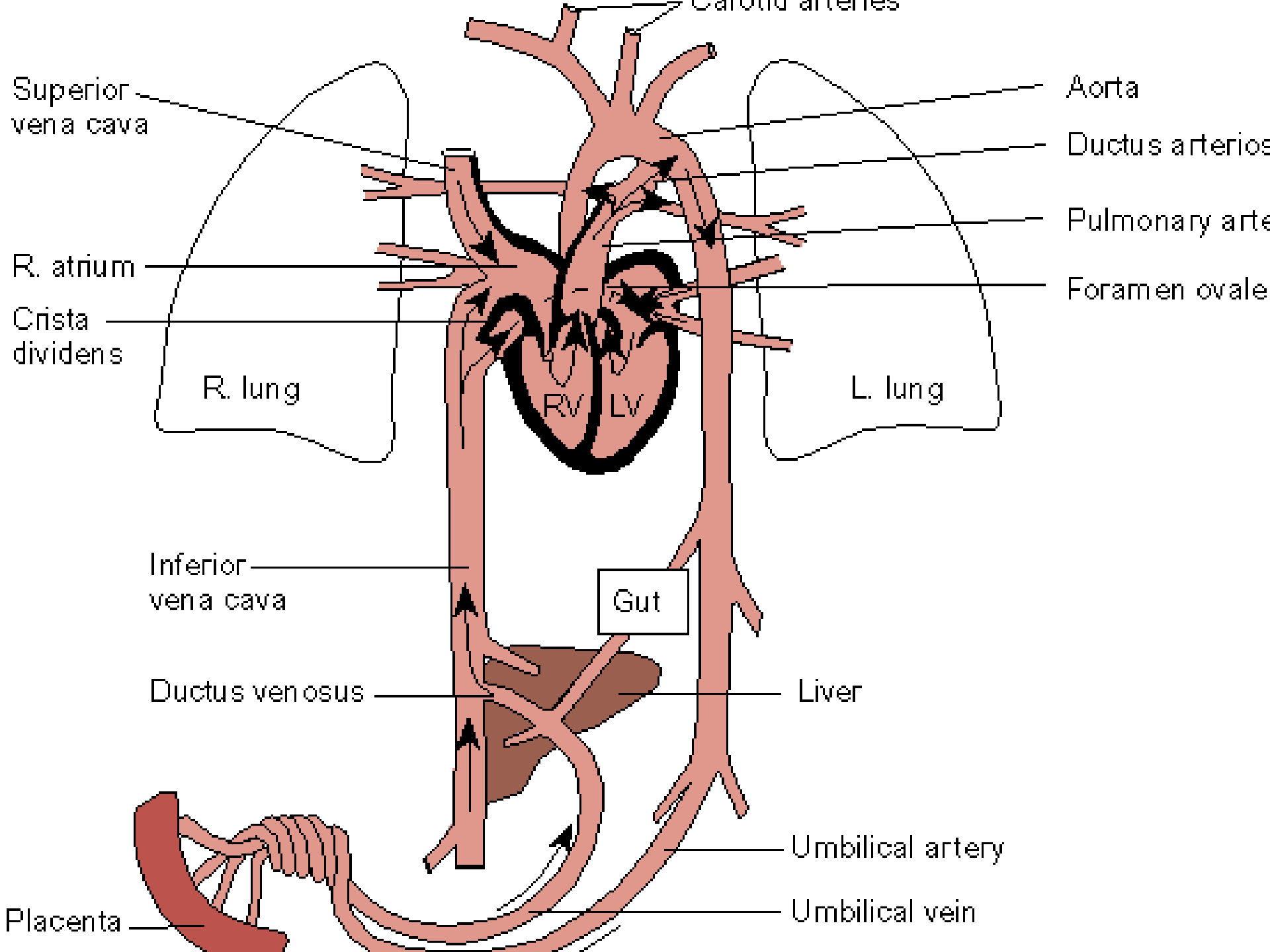


Fetální cirkulace

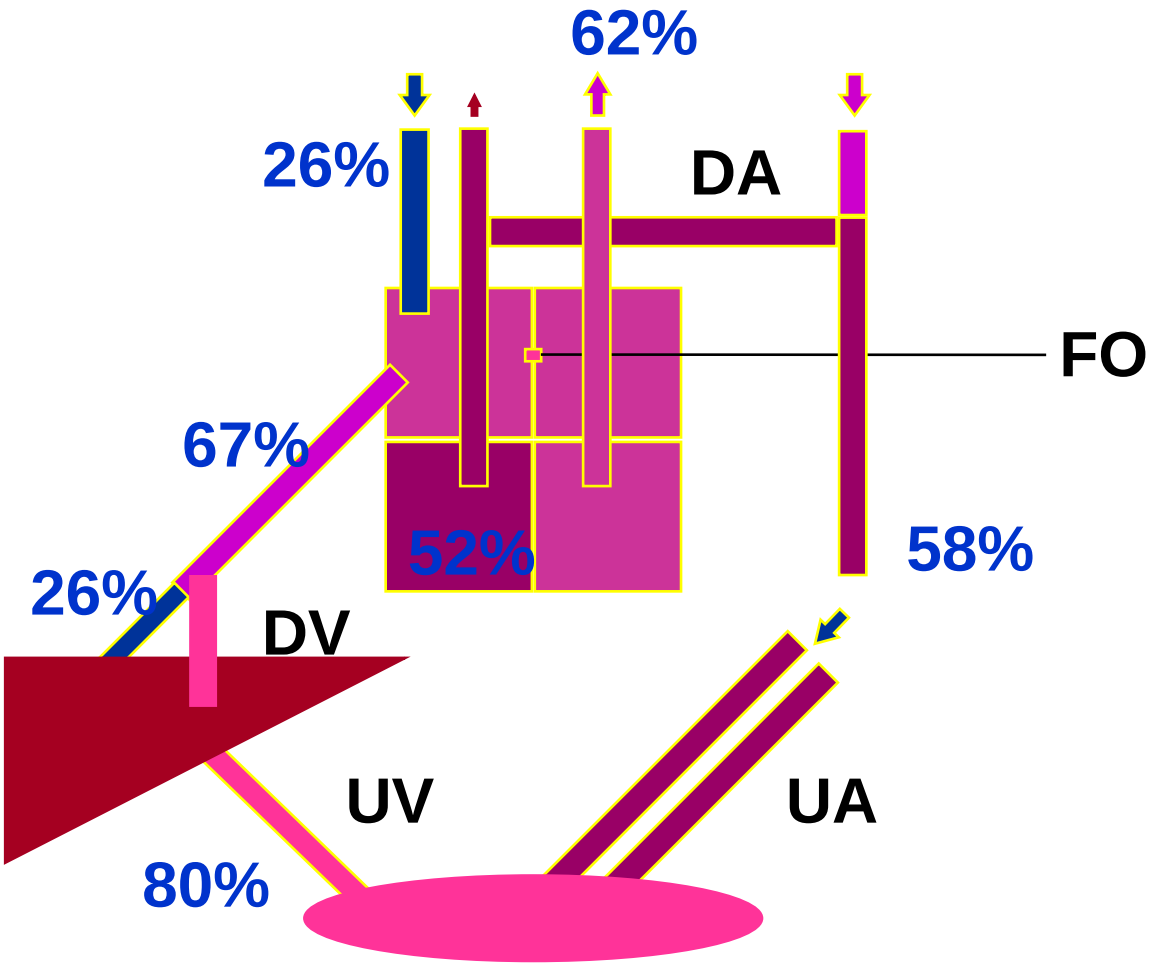


Fetální cirkulace

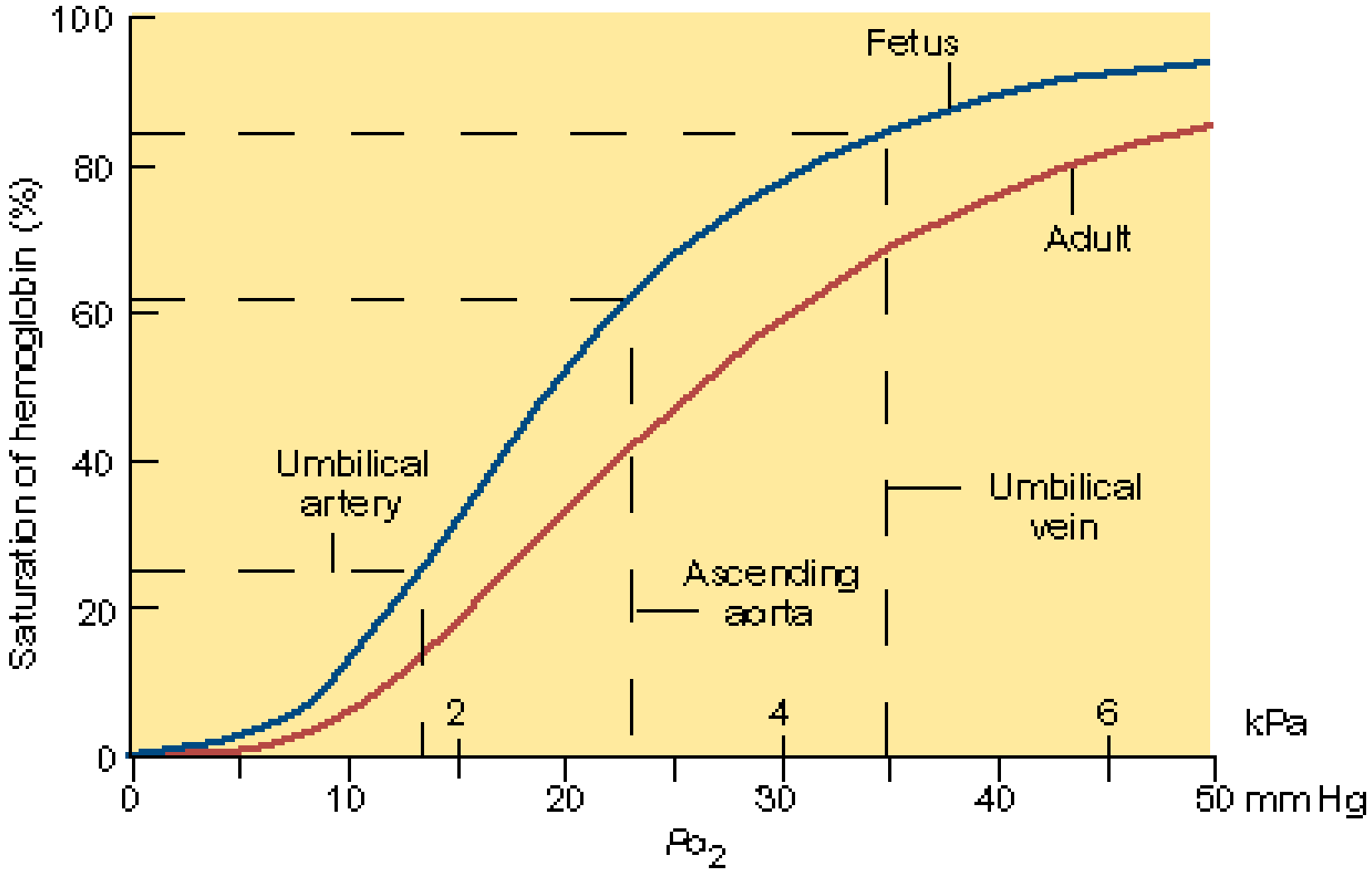



Carotid arteries
Superior vena cava
Aorta
Ductus arteriosus
Pulmonary artery
R. atrium
Foramen ovale
Crista dividens
R. lung
RV
LV
L. lung
Inferior vena cava
Gut
Ductus venosus
Liver
Umbilical artery
Umbilical vein
Placenta

Fetální cirkulace – SaO_2



Disociační křivka Hb pro O_2



První vdechy

Pasivní vdech – dekomprese hrudníku?

Aktivní vdechy – do 10 s (medián)

Chlad (obličej)

Audiovizuální stimuly

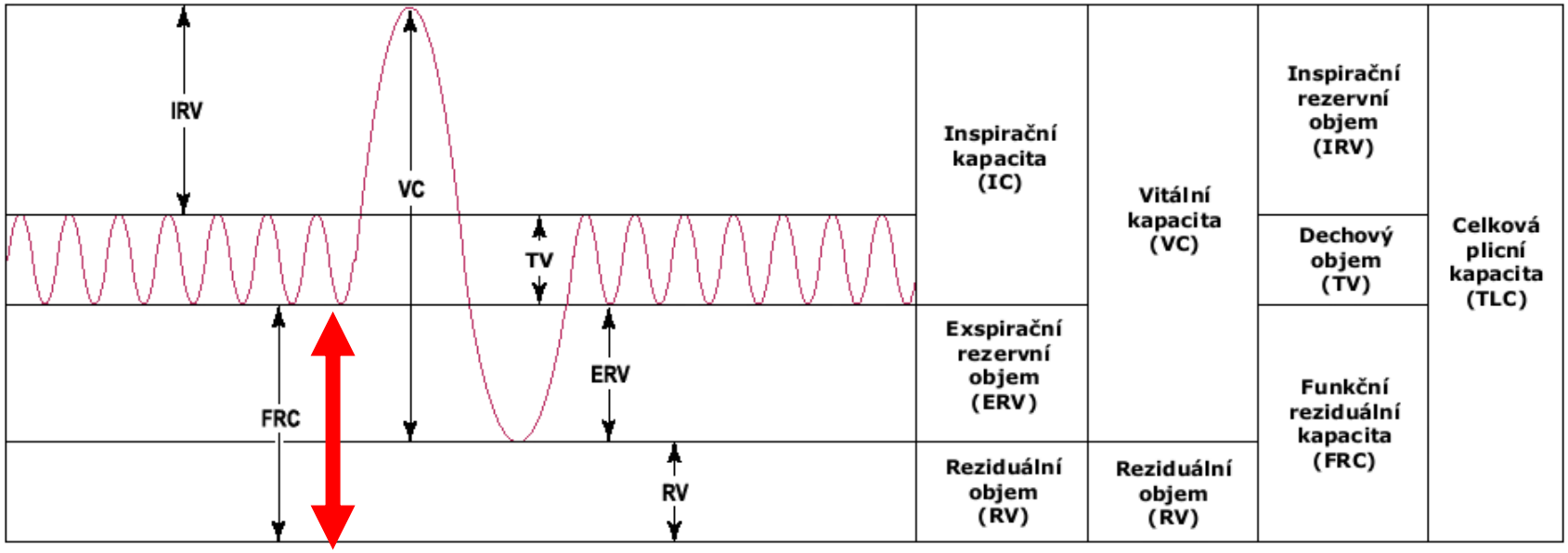
Proprioceptivní stimuly

Stimulace doteky

Hypoxie – centrální chemoreceptory

Aerace plic 3 ml/kg/s ⇒ ustanovení FRC

Plicní objemy



Clearance plicní tekutiny

Za porodu z plic do trachey

kompresí hrudníku v porodním kanálu?

Aktivace Na+ kanálů adrenalinem (stres při pasáži hlavy)

⇒ reabsorpce Na^+, Cl^-

↑ transpulmonálního tlaku

při děložních kontrakcích (po odtoku plodové vody)

+ flexi trupu ⇒↑ abdominálního tlaku, elevace bránice

Clearance plicní tekutiny

Po porodu z dýchacích cest do intersticia

Aerace plic ⇒ transepiteliální tlakový gradient při inspiriu

↑ intersticiálního tlaku (až 6 cm H_2O) ⇒ expanze hrudníku

Přechod tekutiny do intersticia - 3–5 vdechů (32 l/kg/hod)

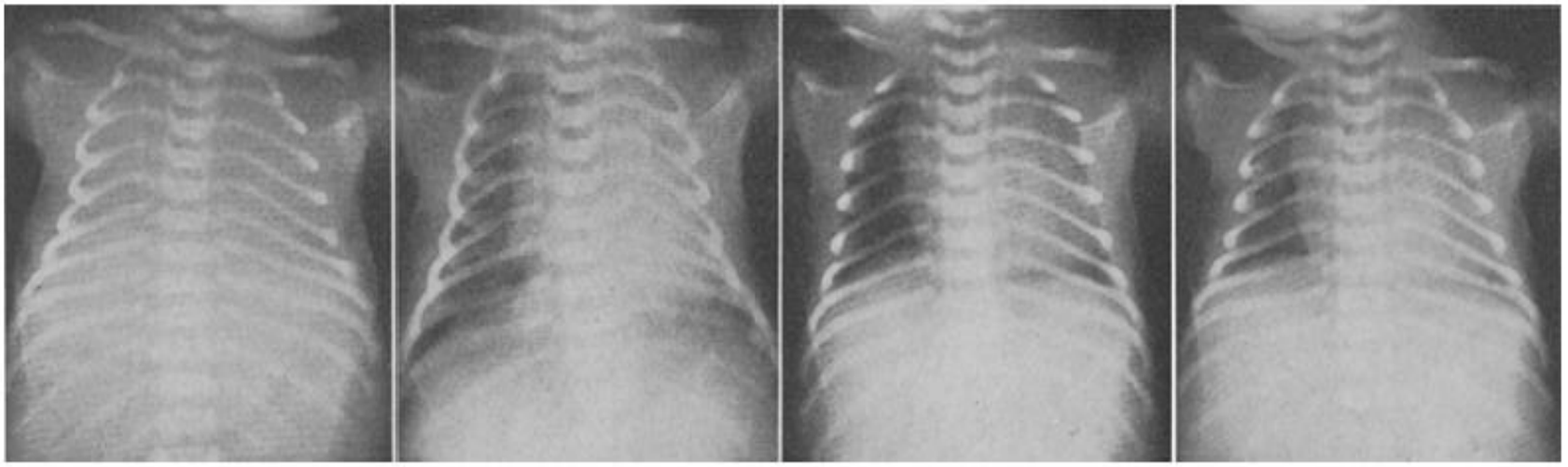
Očista plicními a lymfatickými cévami - hodiny

Zpočátku malý návrat tekutiny při výdechu

↓ intersticiálního tlaku na subatmosferický za několik hodin

První vdechy

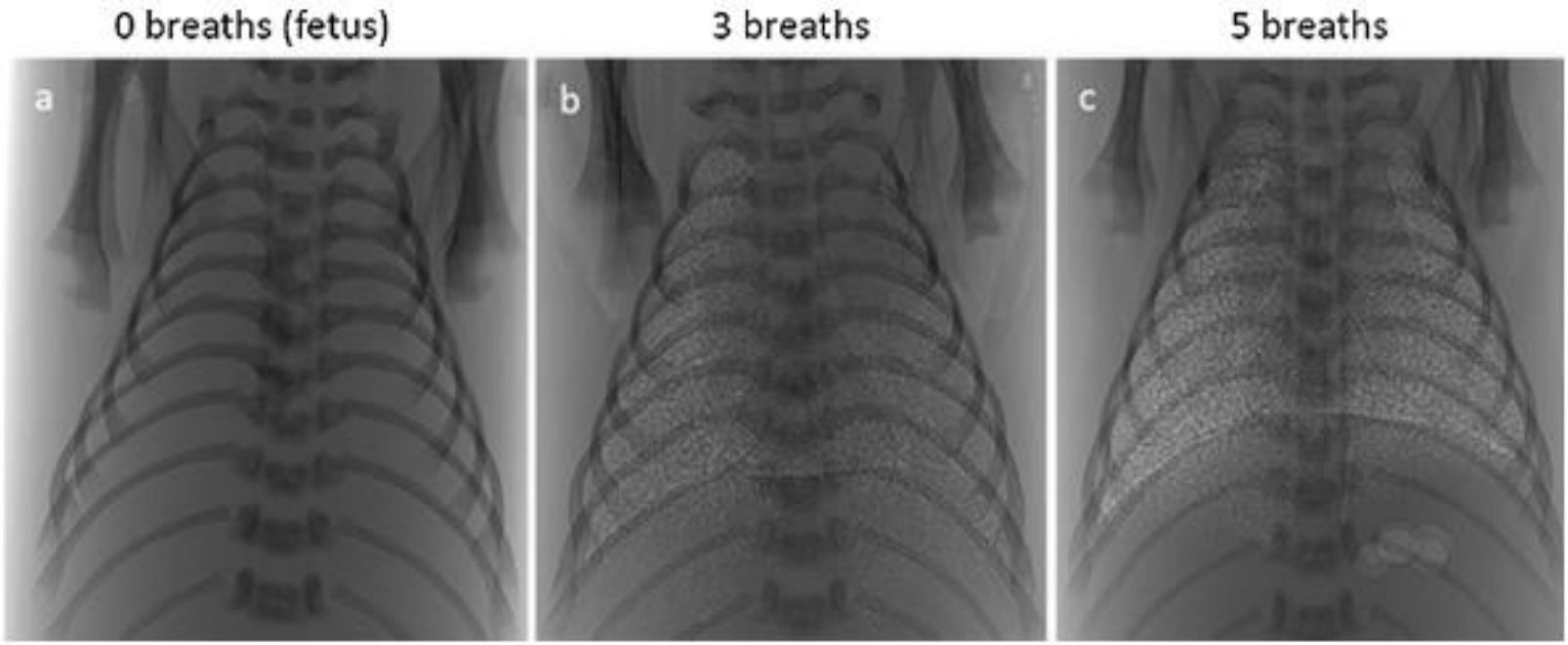
Aerace plic novorozence (RTG)



Lind J et al. *Z Kindeheilkd* 1963

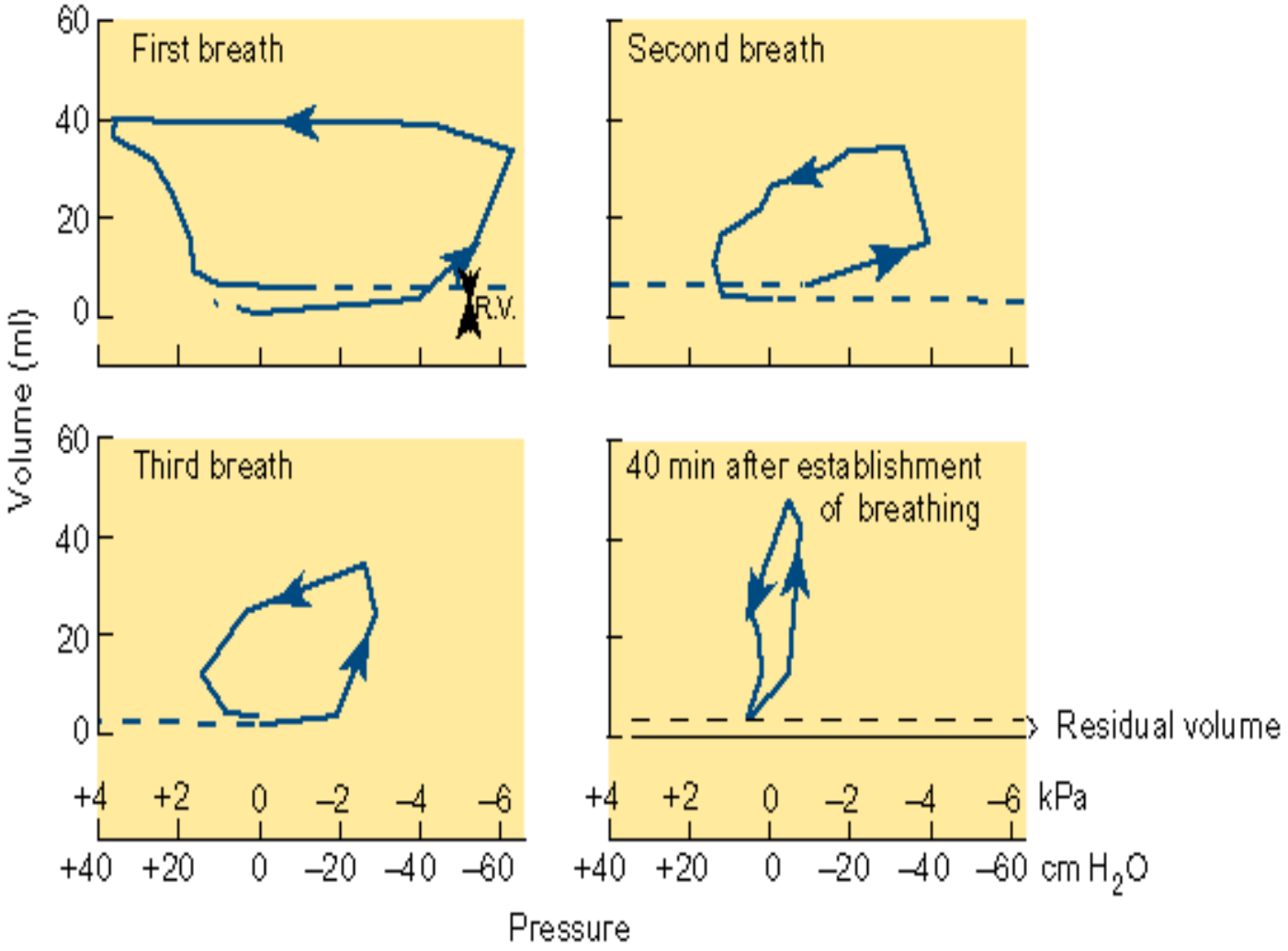
První vdechy

Aerace plic králíčků (RTG – fázový kontrast)

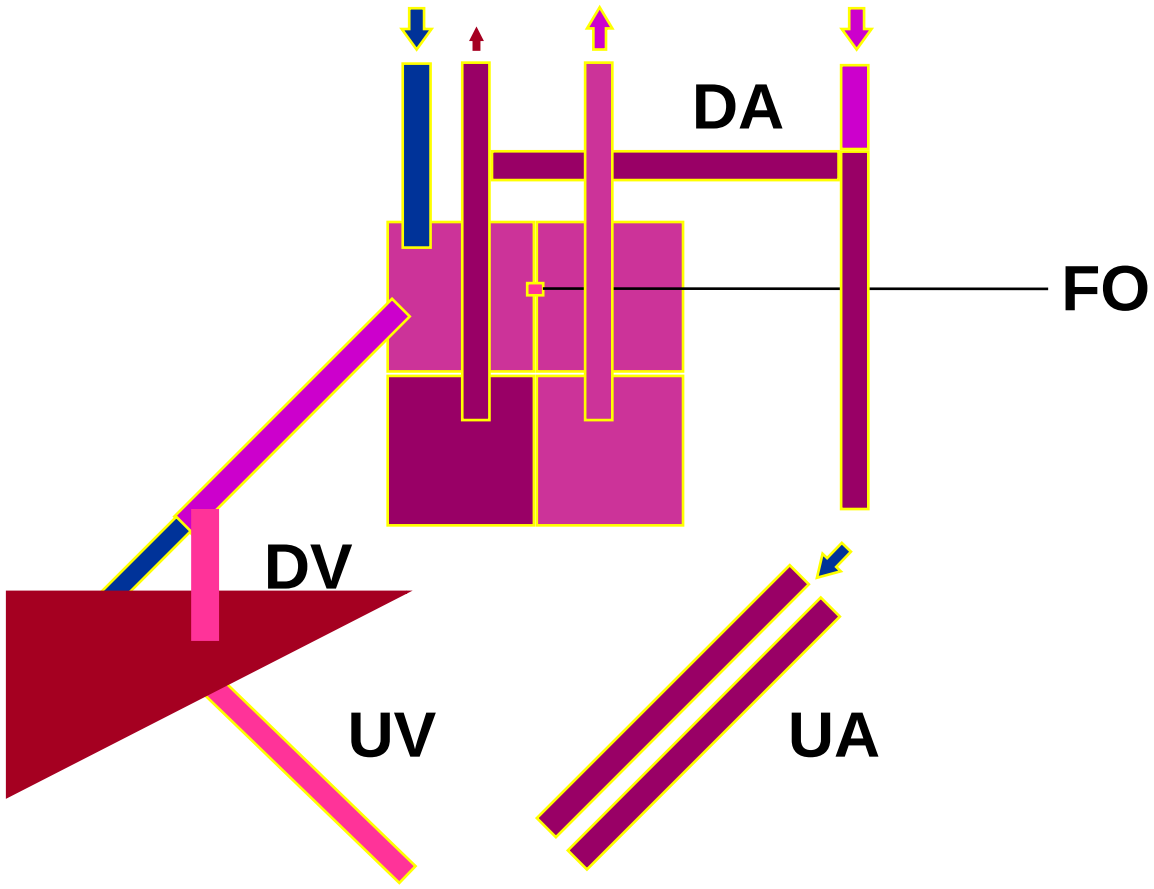


Siew et al. *J Appl Physiol* 2009

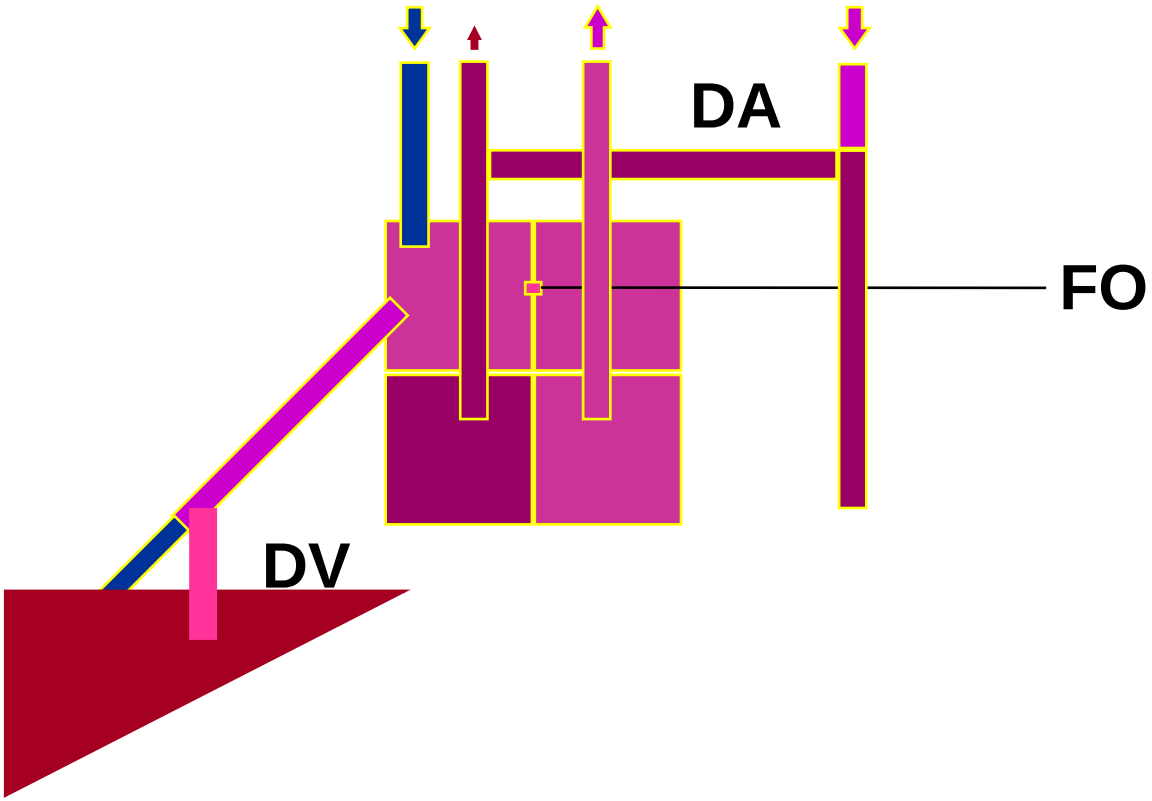
První vdechy – ustavení FRC



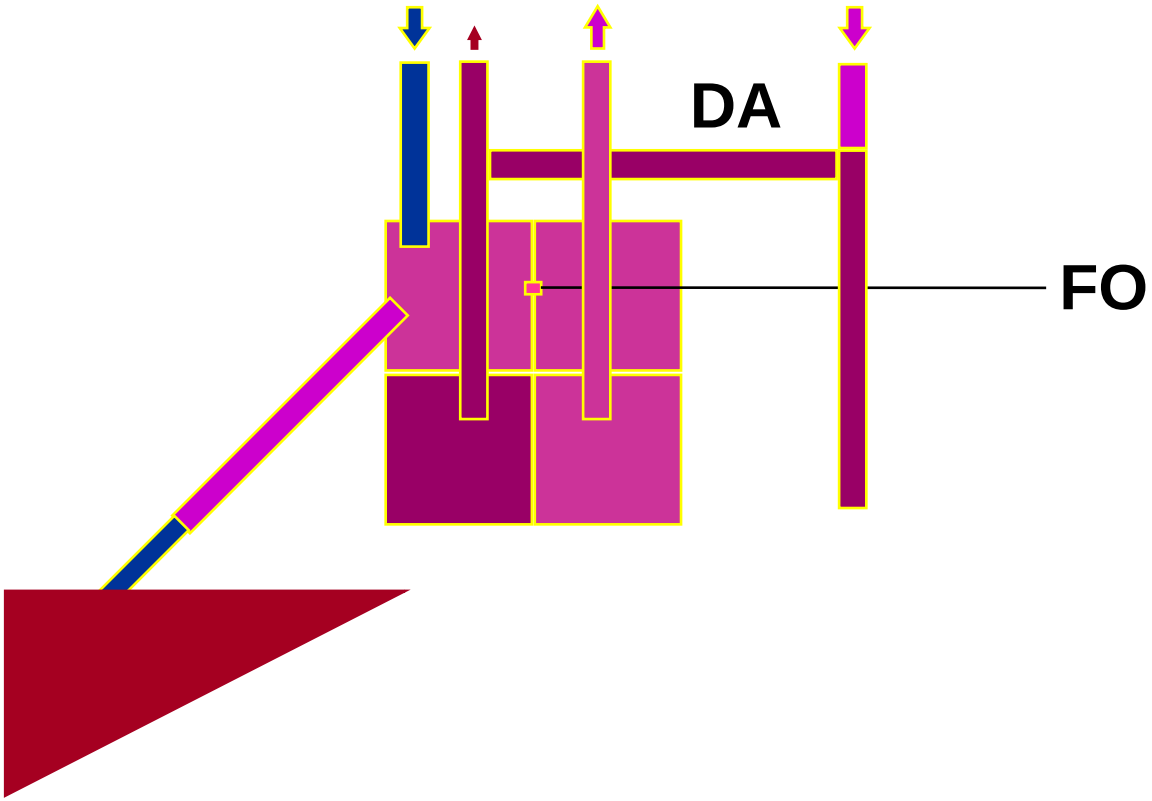
Kardiopulmonální přestavba



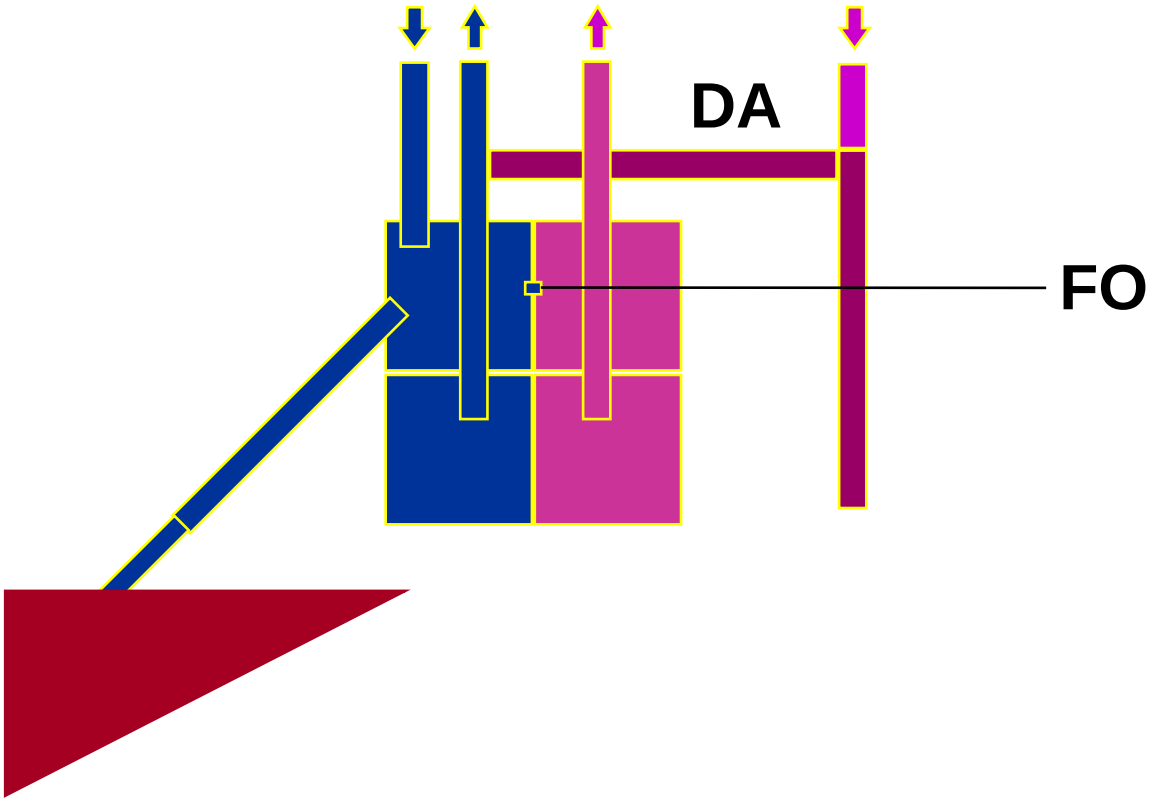
Kardiopulmonální přestavba



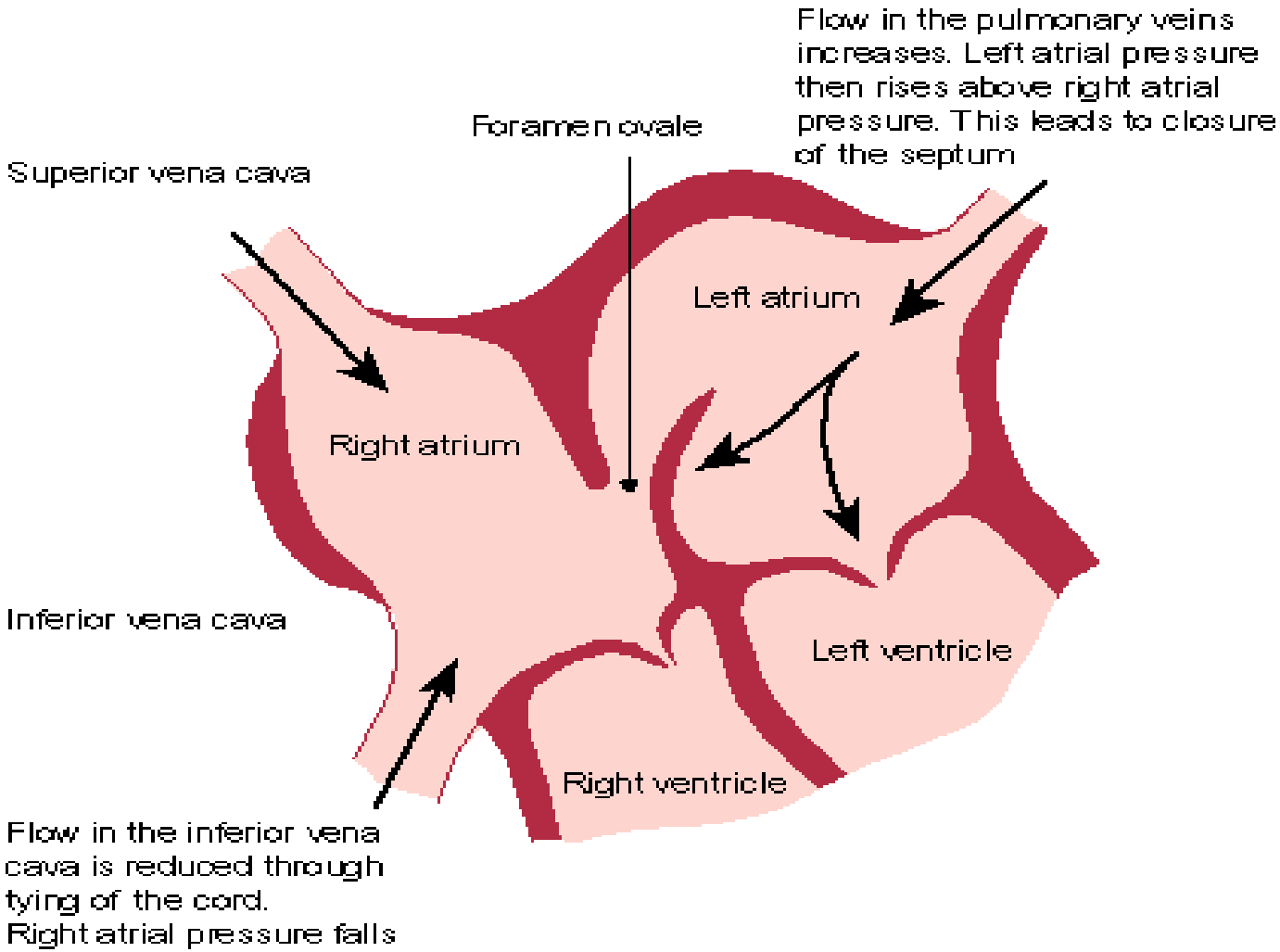
Kardiopulmonální přestavba



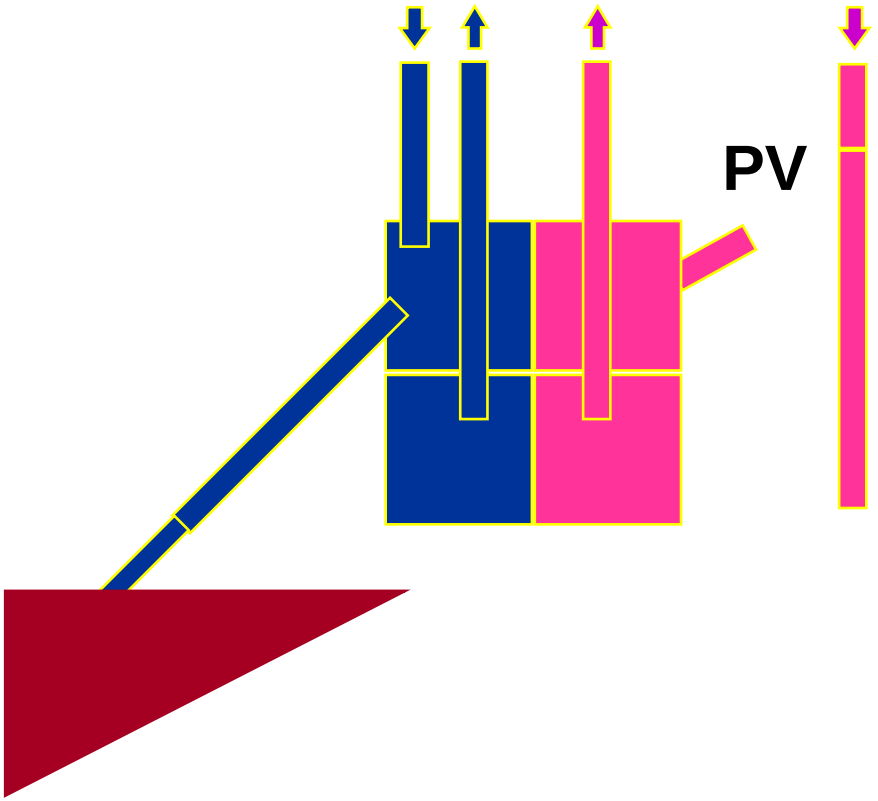
Kardiopulmonální přestavba



Kardiopulmonální přestavba



Kardiopulmonální přestavba



Faktory snižující plicní cévní rezistenci

Mechanické faktory

Aerace plic

Expanze plic

Strukturální změny cévních stěn

Intersticiální tekutina a tlakové změny

Endogenní mediátory

Vzestup p_aO_2 a pH

Vzestup prostaglandinů E_2, I_2, D_2, NO

Faktory snižující plicní cévní rezistenci

M

A

E

S

Ir

E

Patologie - PPHN

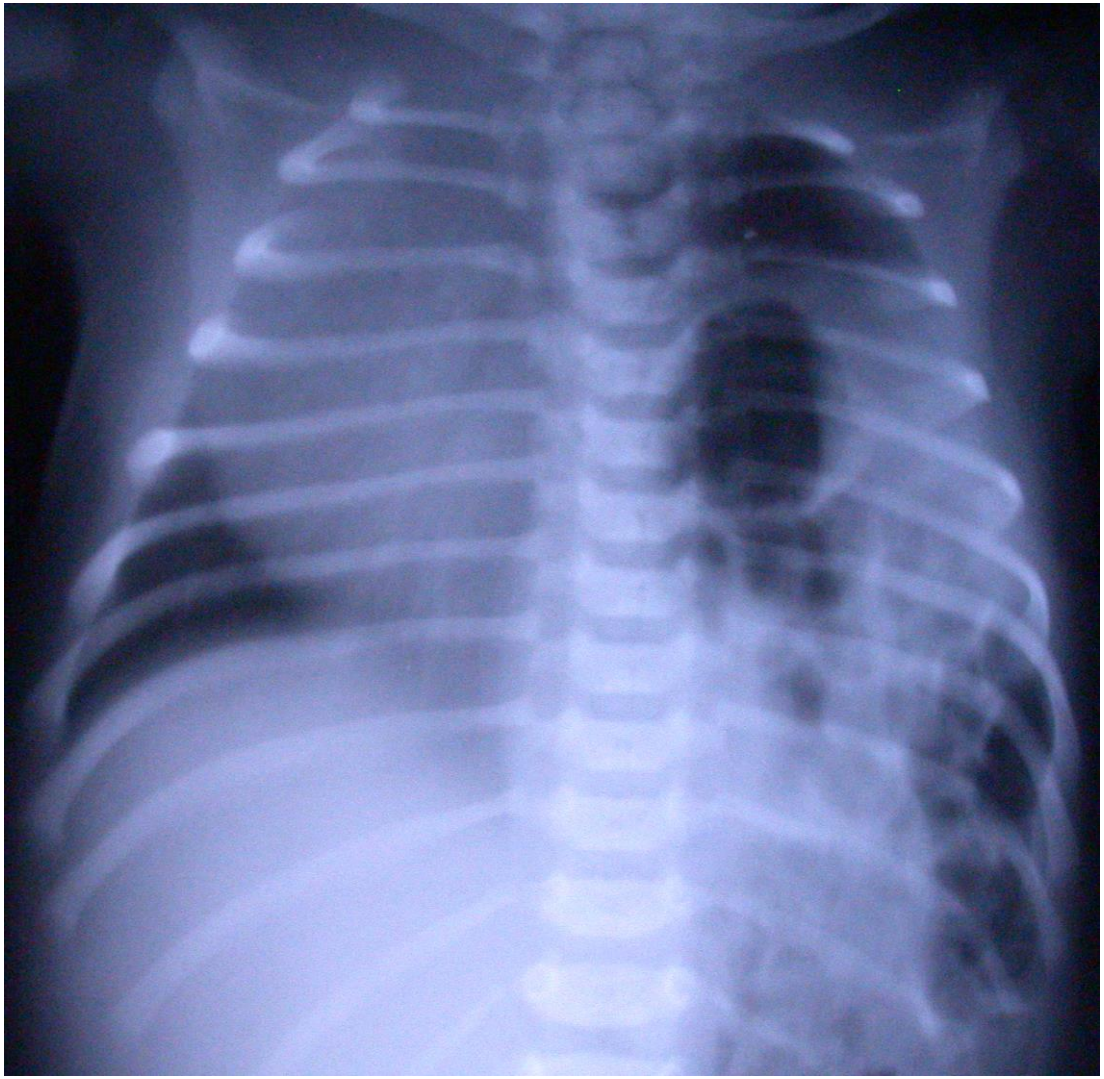
perzistující plicní hypertenze novorozence

(PFC – perzistující fetální cirkulace)

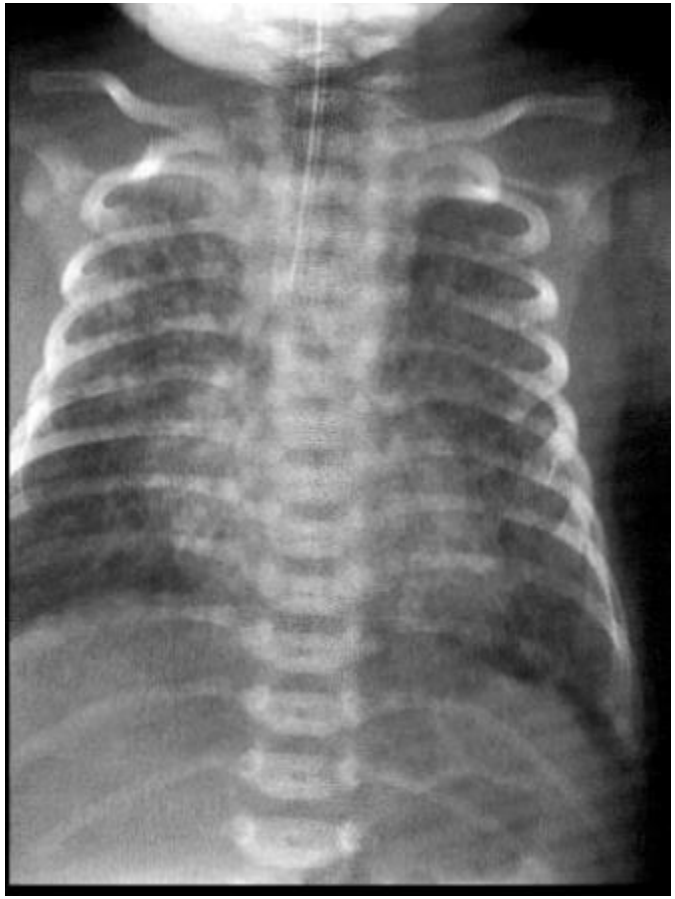
Vzestup p_aO_2 a pH

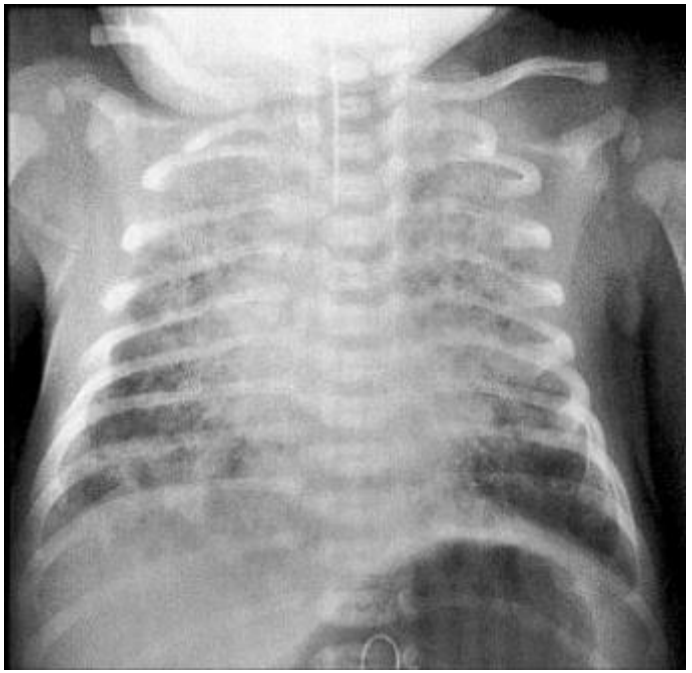
Vzestup prostaglandinů E_2, I_2, D_2, NO

Klinické stavy spojené s PPHN

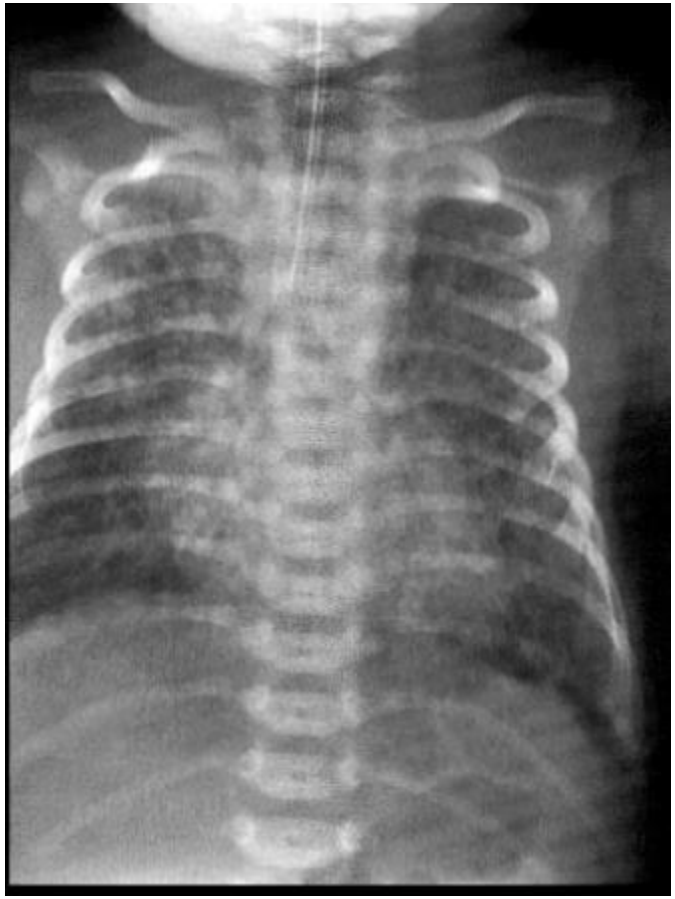


Klinické stavy spojené s PPHN





Klinické stavy spojené s PPHN



Shrnutí kardiopulmonálních změn

Aerace plic + clearance plicní tekutiny

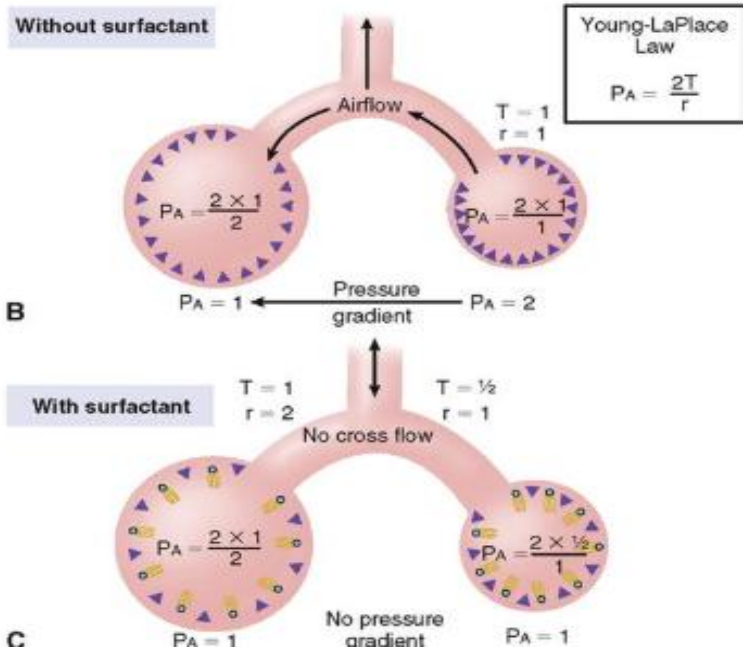
⇒snížení plicní vaskulární rezistence (PVR) ⇒zvýšení průtoku krve lícemi (PBF) ⇒ zvýšení venózního návratu do levého srdce

Pozdní podvaz pupečníku do spontánního dýchání ⇒ čas pro zvýšení PBF a stabilizaci cirkulace

Shrnutí kardiopulmonálních změn

Ustanovení FRC - aerace plic a clearance plicní tekutiny

Udržení FRC – surfaktant

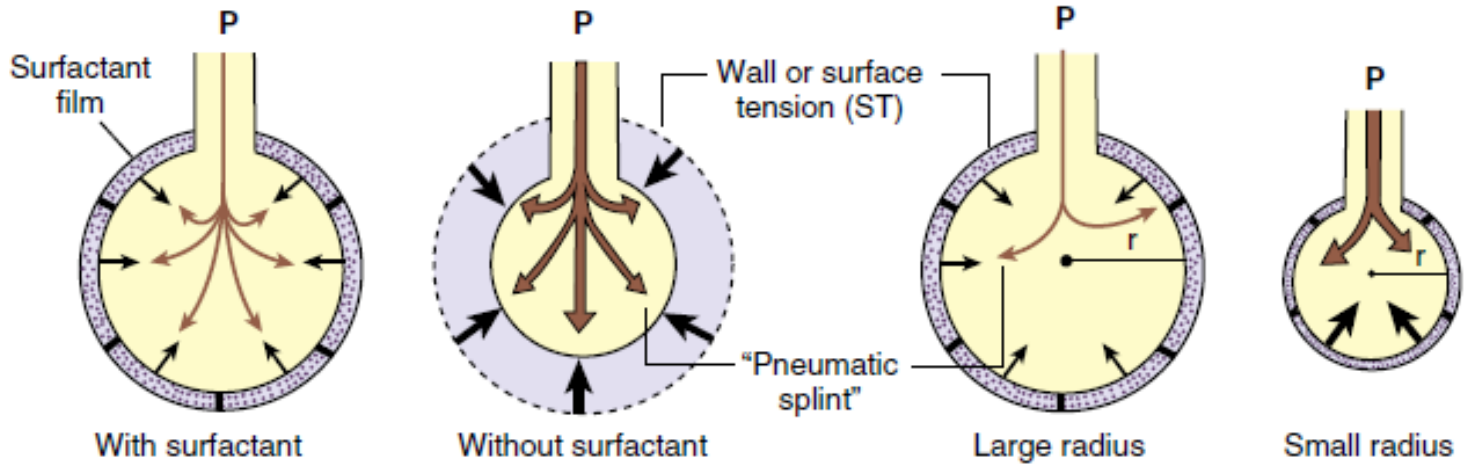


Surfaktant

Fosfolipoprotein
Tvořen pneumocyty II. řádu
Snižuje povrchové napětí

Laplaceův zákon

$$P = 2\,ST/r$$



Tlak bránící kolapsu alveolů je přímo úměrný dvojnásobku povrchového napětí a nepřímo úměrný poloměru

Shrnutí kardiopulmonálních změn

Ustanovení FRC - aerace plic, clearance plicní tekutiny

Udržení FRC – surfaktant, PEEP

FRC+PBF ⇒ adekvátní výměna plynů

Zvýšení oxémie ⇒ uzavírání P-L zkratů

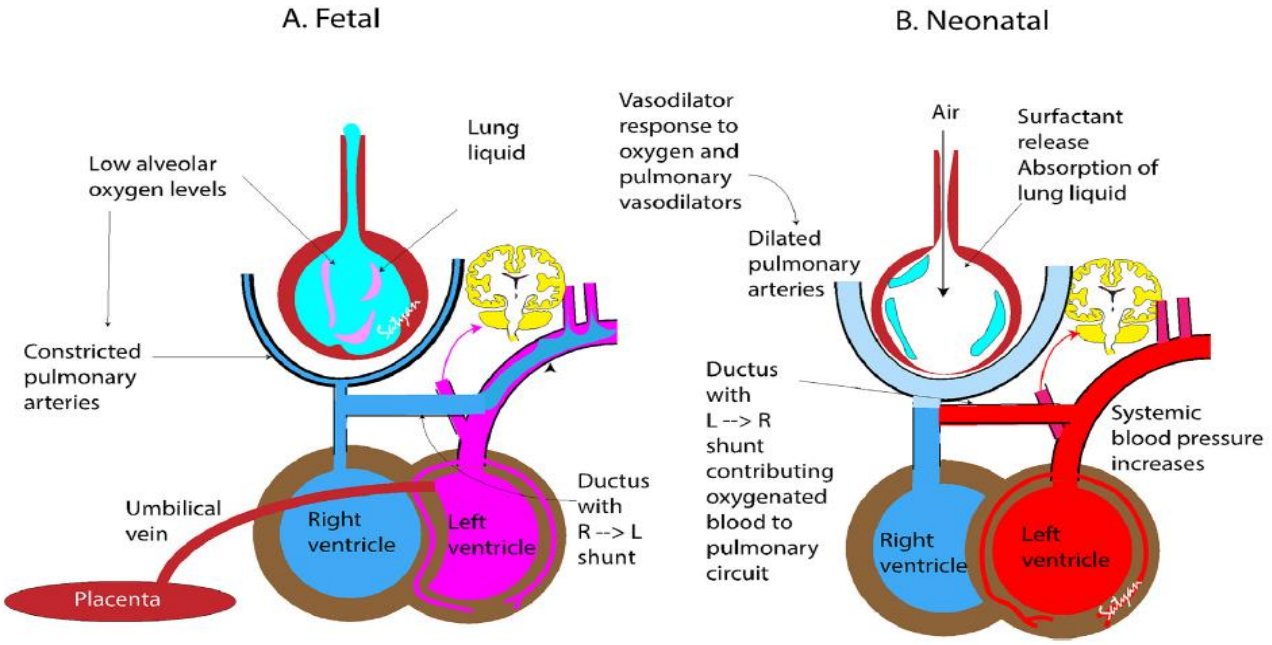


Fig. 1. Normal transition from fetal (panel A) to neonatal circulation. Copyright Dr. S. Lakshminrusimha, UC Davis.

Podpora udržení FRC distenzí - nCPAP

Umělá plicní ventilace

Fyziologické hodnoty

Akce srdeční	Dechová frekvence
100–160/min	30–60/min

Fyziologické hodnoty
Krevní tlak (50. P)

Věková skupina	Krevní tlak		
	Systolický	Střední	Diastolický
Nedonošený 26. GT	55	38	30
Donošený 40. GT	80	60	50

Teplotní regulace

Tepelné ztráty = produkce tepla

KONDUKCE

KONVEKCE

RADIACE

EVAPORACE (1 ml = 560 cal)

Teplotní regulace

Teplota po porodu = teplota mateřského jádra

Termoneutrální prostředí v 1. týdnu po porodu

nahý donošený 32–34 °C

oblečený donošený 24–27 °C

Reakce na chlad - netřesová termogeneze (hnědý tuk)

vasokonstrikce, mírný neklid, méně spánku, flekční postura

Reakce na teplo - vazodilatace, pocení (hlava, > 36. GT)

hypoaktivita, více spánku, extenční postura

Kůže

Nedonošení

od 28. týdne krevní a lymfatické cévy,

vlasové folikuly, potní a mazové žlázy,

podpůrná tkáň

lanugo

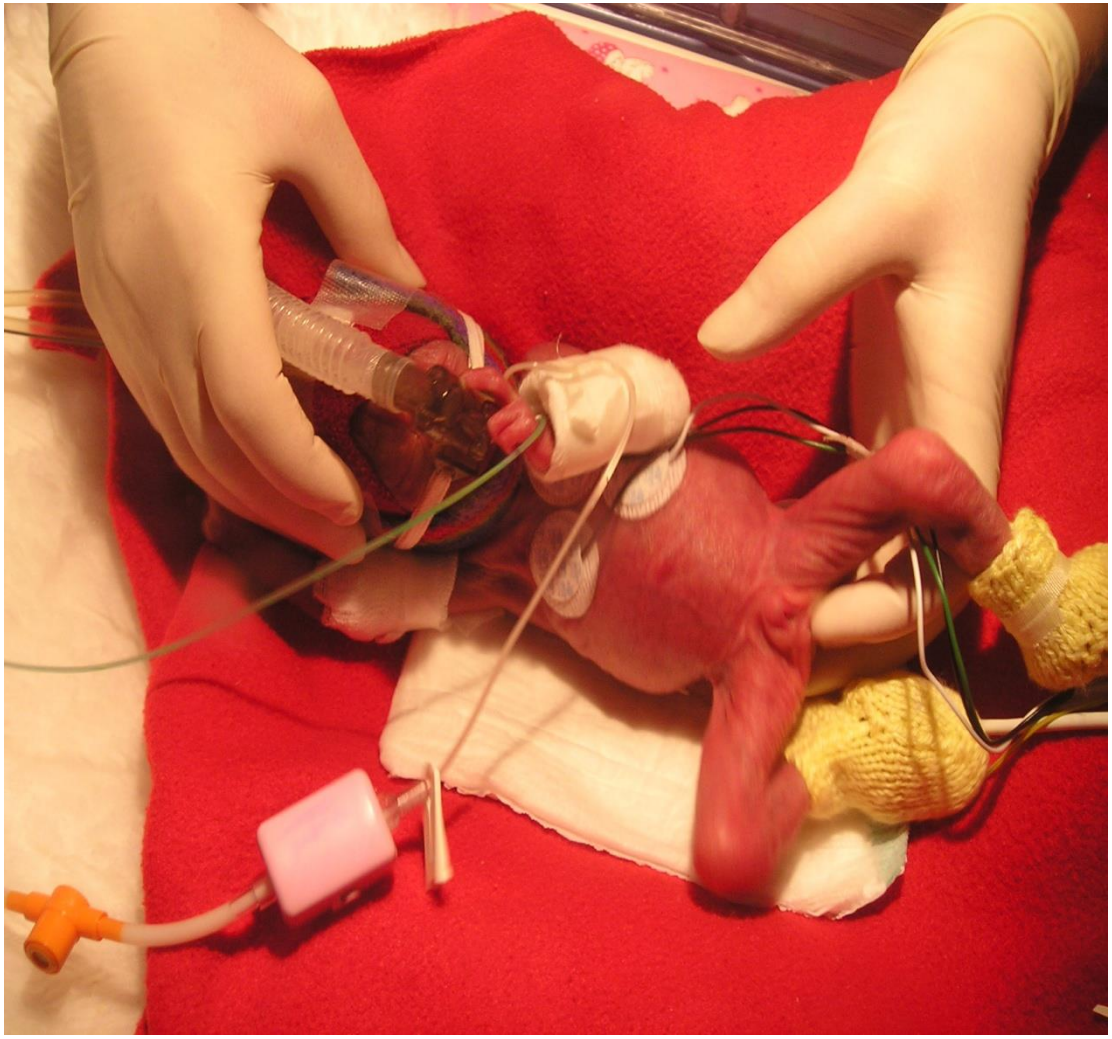
epidermis - málovrstevná bez stratum corneum

chybí podkožní tuk

Kůže extrémně nezralého novorozence po narození

Kůže extrémně nezralého novorozence

4. týden života



Kůže

Donošení

funkčně nezralá kůže

mázek - vernix caseosa

erytém

toxický exantém - akné

Kůže hraničně zralého novorozence

Po porodu

Kůže lehce nezralého novorozence

1. týden života

Kůže zralého novorozence

Kůže – toxický exantém, milia

Kůže – toxický exantém

Kůže

Vulnerabilita - fyzikální, chemická

↑ ztráty vody

↓ protiinfekční bariera

↓ alergická senzibilizace

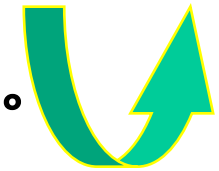
Kůže extrémně nezralého novorozence

3. týden života - exkoriace, erytém

Kůže extrémně nezralého hypotrofického novorozence - hemangiom

Gastrointestinální trakt

Anatomická zralost ve 20. GT
diferenciace primárního střeva, rotace o 270°



Funkční zralost - diferenciace, maturace a růst střeva, pankreatu a jater ⇒ ve 33. GT schopnost zajistit nutrici

Výživa plodu - parenterální (v. umbilicalis)
enterální (plodová voda - 500–750 ml)

Výživa novorozence - enterální (MM ⇒ další vývoj GIT)

Funkční odlišnosti GIT

DIGESCE, ABSORPCE

↓ amyláza, ↓ lipáza, ↓ pankreatické enzymy

MOTILITA - motor migrating complex MMC

fetální MMC - 30.– 33. G

zralý MMC - ≥34. GT

BARIÉRA ↓

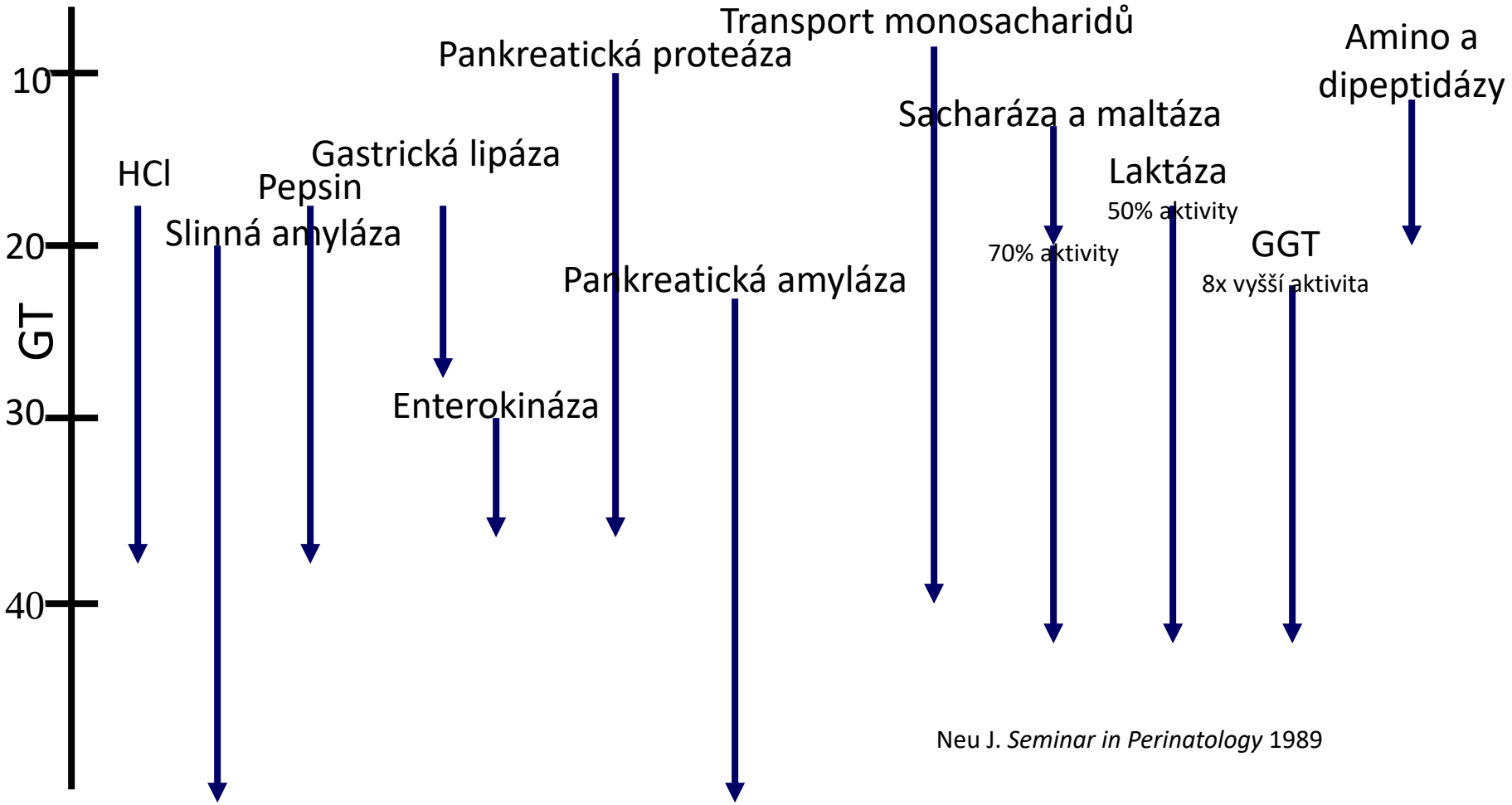
neimunní - ↓ motilita, ↓ HCl, ↓ pankreatobiliární sekrety

x faktory MM, probiotika, prebiotika (oligosacharidy)

imunní - ↓ sIgA

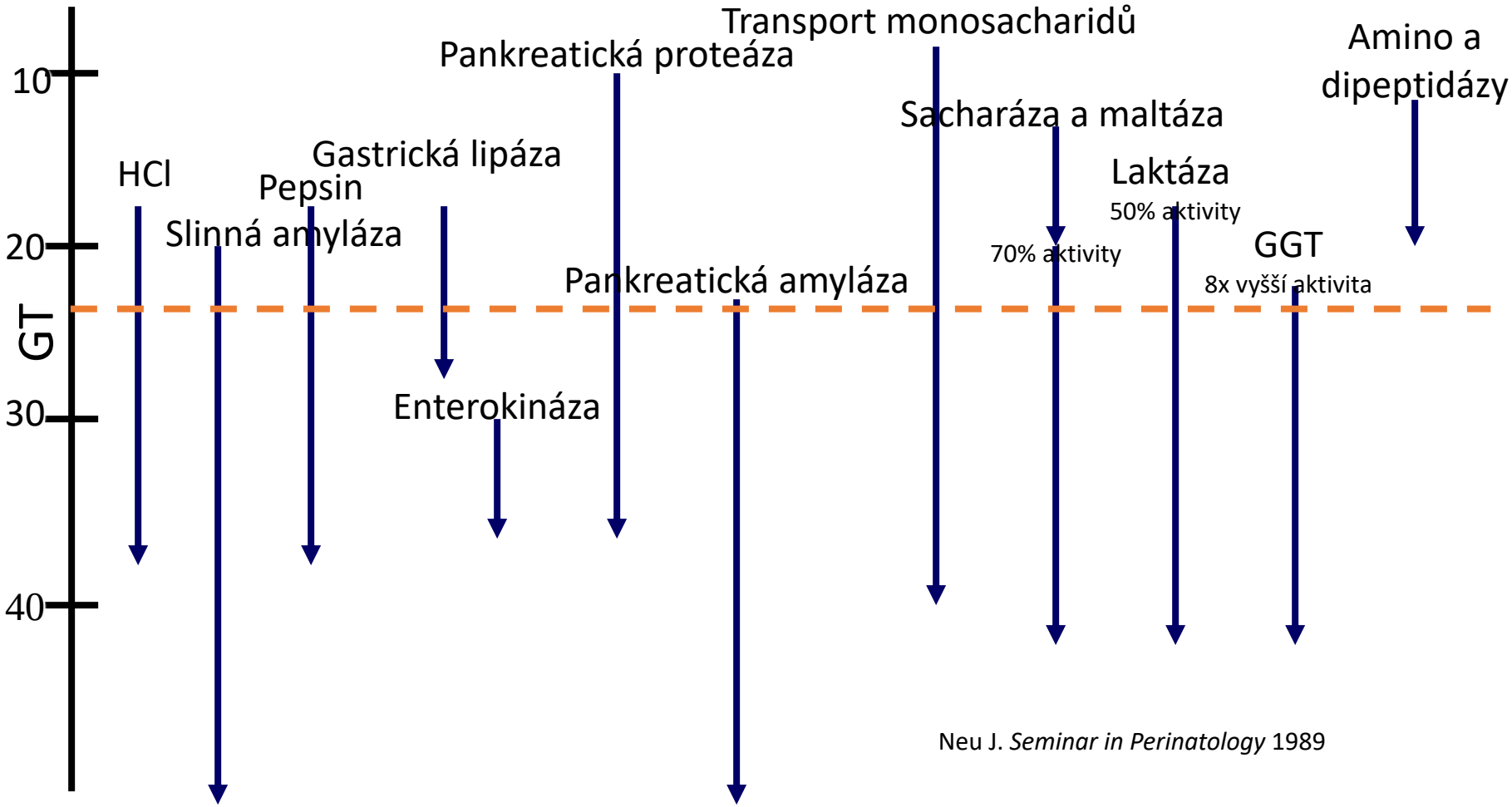
x faktory MM (sIgA, makrofágy, lymfocyty, komplement)

Digesce a absorpce



Neu J. *Seminar in Perinatology* 1989

Digesce a absorpce



Neu J. *Seminar in Perinatology* 1989

Motilita

Nekoordinované náhodné kontrakce od 25. GT

Fetální komplexy ve 30. GT

Zralý MMC ve 34. GT

↓ tonus dolního ezofageálního sfinkteru

před 29. GT 4 mmHg, ve 40. GT 18 mmHg

Gastroanální tranzit 8–96 hodin

hlavní faktor intolerance stravy u nezralých

Sání a polykání

Přichycení a uchopení prsu rty od 28. GT

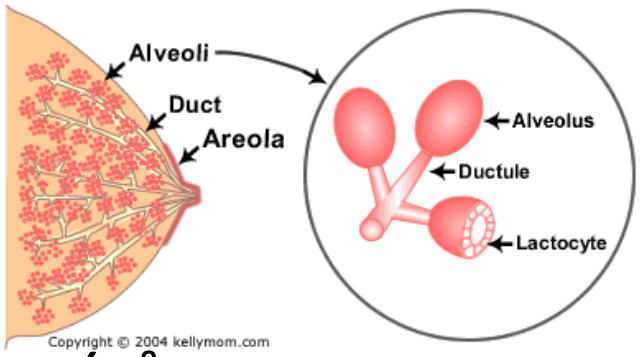
Nonnutritivní sání z prsu ve 29.–30. GT

Nutritivní sání od 31.–32. GT

Koordinace sání a polykání ve 34. GT

Plné kojení od 33.–39. GT

Laktogeneze



Syntéza mléka v laktocytech ze substrátů difundovaných z krve (glukosa, aminokyseliny, mastné kyseliny, minerály, vitaminy)

Složení

- **Proteiny:** syrovátka, kasein, muciny (alpha-laktalbumin, imunoglobuliny, albumin, laktoferrin, lysozym,…
- Nonproteinový dusík: AMK, urea, kys. močová, kreatinin,nukleotidy, enzymy, hormony, růstové faktory,…)
- **Tuky** (triglyceridy, mastné kyseliny)
- **Cukry** (laktosa, glukosa, galaktosa, oligosacharidy)
- **Minerály, ionty, stopové prvky, vitaminy, voda**

Laktogeneze

Laktogeneze I

od ½ těhotenství diferenciace epiteliálních buněk alveolů v sekreční laktocyty

tvorba kolostra

Laktogeneze II

2. (3.) – 8. den po porodu

Laktogeneze III

galaktopoeza – zralé mléko

Složení zralého mateřského mléka

Nutriční složky ve 100 ml zralého MM

bílkoviny 0,9-1,2 g

cukry 6,7– 7,2 g

tuky 3,5– 4,2 g

energie 67 kcal

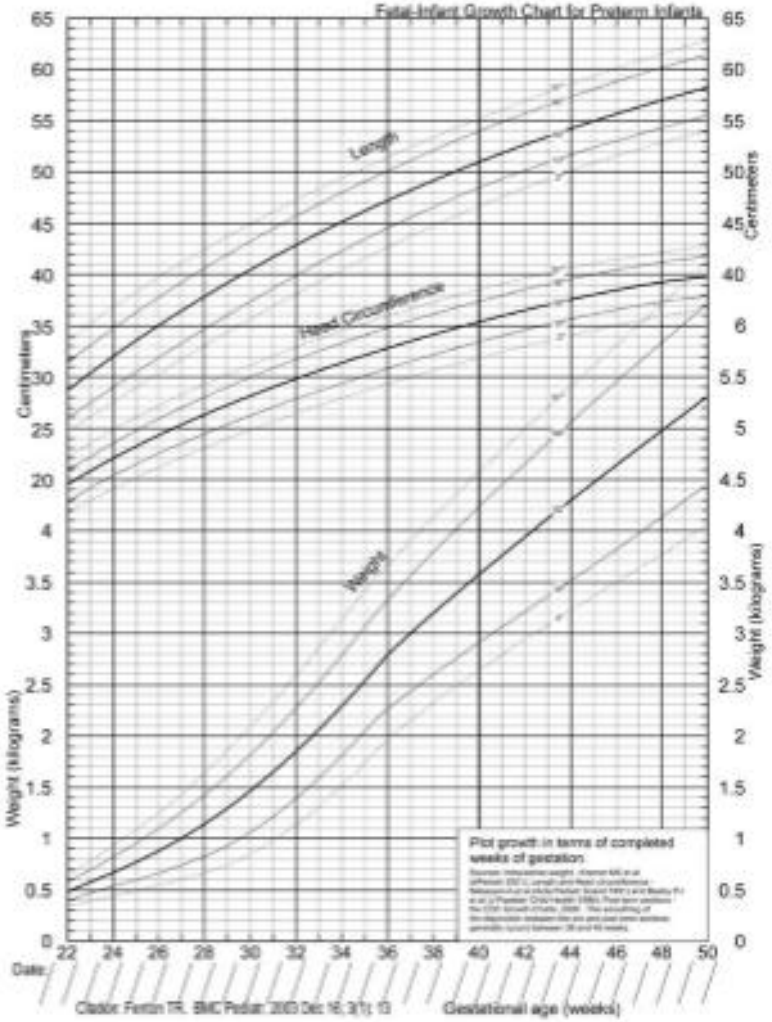
1,5 g bílkovin /100 kcal

3-4 g/100 ml

10 g/100 ml

Růst – růstový graf

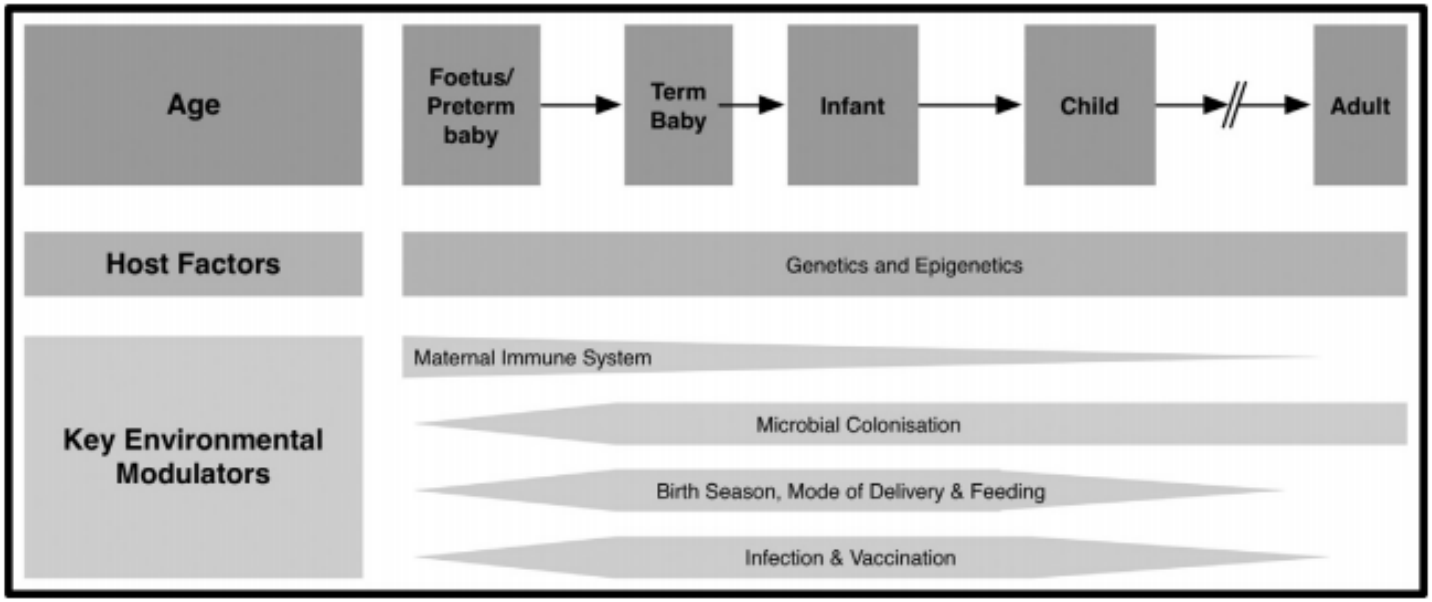
www.peditools.org



Fenton. *BMC Pediatrics* 2013

Imunita plodu a novorozence

„Nezralý“ imunitní systém novorozence – evoluční adaptace na přechod z relativně více tolerujícího intrauterinního k postnatálnímu fenotypu schopnému rozeznávat „hodné“ mikroby od patogenů

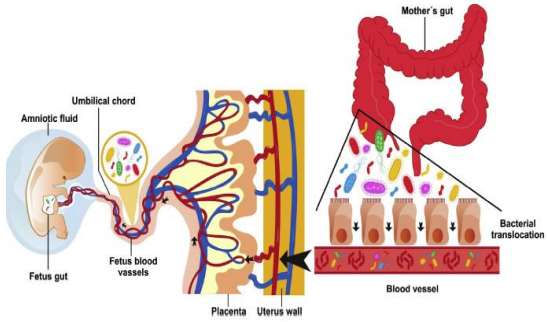


Goenka et Kollmann. *J Infect* 2015

Imunita plodu a novorozence

Intrauterinně:

ochrana plodu před bakteriální infekcí plodovými obaly, placentou a antibakteriálními faktory plodové vody X placentární mikrobiota



Po porodu:

Vrozená imunita – první linie obrany

Biologické bariéry – kůže, GIT

↓ funkce

arteficiální vstupy - vpichy, kanyly, CŽK, ETC

Imunita novorozence

Adaptivní imunita

Minimální preexpozice patogenům

Nezralost T a B lymfocytů - snížená tvorba protilátek

Chybění imunitní paměti

Regulovaná neodpovídavost – zábrana poškození vlastních tkání

X ↑ riziko infekce

Imunita plodu a novorozence

IgG - od 8. GT transplacentárně

IgM - produkce od 30. GT po stimulaci antigenem

Pasivní imunoprotekce – imunoglobuliny v MM

sIgA - tvorba ve střevě od 4. týdne

sIgM, IgG, IgA

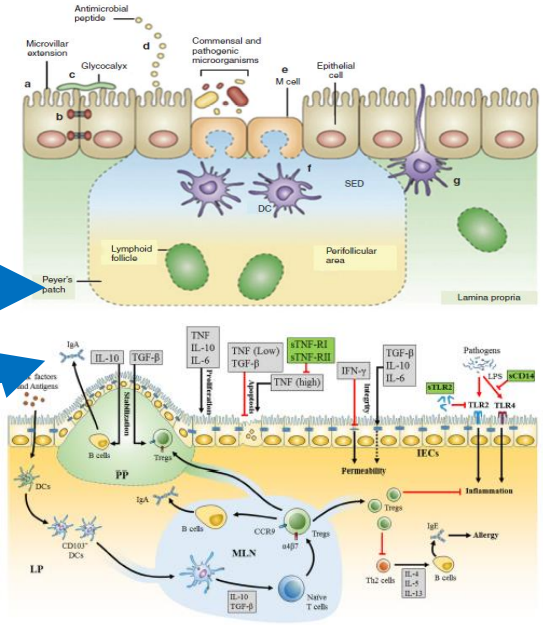
Vývoj imunity novorozence

Komplexní interakce mezi MM, střevním prostředím a vyvíjejícím se imunitním systémem

Table 2. Major Immunomodulatory components detected in colostrum and BM

Cellular components	Humoral components	Cell signalling molecules	Other components
Macrophages [36]	*Antibodies*	*Cytokines*	*Hormones*
Neutrophils [36]	IgA [69, 72, 73, 75–77, 127, 146]	IL-1 [35, 120] IL-2 [35, 79, 124, 147] IL-3 [35] IL-4 [30, 35, 50, 68, 80-82, 124, 125, 147]	Leptin [120] β-endorphin [120]
Dendritic cells [36]	IgG [69, 146]	IL-5 [35, 50, 68, 80] IL-6 [31, 35, 50, 68, 80, 122, 124, 131]	*Lipid and carbohydrate components*
B2M, HLA-DRB5, C4A, CFB, ANPEP, CTSS, ERAP1 [35]	IgM [69, 76, 146]	IL-7 [35] IL-8 [31, 35, 68, 122, 147] IL-10 [30, 35, 50, 68, 73, 75, 80-83, 122, 124, 125, 131, 137, 147–149]	n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids [48, 52, 83, 113, 124, 129, 155, 156]
MFGM [61, 63]	*Antigens*	IL-12 [35, 83] IL-13 [30, 35, 50, 68, 80, 122, 131] IL-15 [35, 92] IL-16 [35, 68]	Prostaglandin E2 [125]
Exosomes [67]1	β-lactoglobulin [73]	TNF-α [75, 122, 124, 125, 131, 148, 150] IFN-γ [30, 35, 50, 68, 76, 80, 82, 124, 131, 147]	Oligosaccharides [104, 108, 109]
Bacteria and their components [143–145]	Ovalbumin [73]	*Chemokines*	*Protease inhibitors*
		Eotaxin [68] RANTES [68, 147]	CST3 [46, 47] SERPIN-A1, A3, B1, C1, G1 [46, 47] SPINT1 [46, 47]
		MCP-1 [151] MIP-1α [82]	*Other*
		Growth factors	Coenzyme A [157] β-casomorphin [158]
		TGF-β1 [30, 31, 35, 50, 68, 72, 75–77, 80, 81, 83, 122, 127, 131, 137, 148, 149, 152, 153]	sCD14 [8, 31, 72, 75, 77, 83, 131, 148, 153]
		TGF-β2 [30, 31, 35, 50, 52, 68, 72, 73, 75, 77, 80, 122, 125, 127, 152] TGF-β3 [35]	
		EGF [122]	
		HGF [49, 154]	

MM



Munblit et al. *Clin Exp Allergy* 2014
Milani et al. *Microbiol Mol Biol Rev* 2017
Artis *Nat Rev Immunol* 2008
Dawod D and Marshall JS. *Front Immunol* 2019

Význam MM

Komplexní působení mateřského mléka na zdraví dítě

Nejen potravina

Bioaktivní tekutina

Imunologický potenciál

Table 2. Major Immunomodulatory components detected in colostrum and BM

Cellular components	Humoral components	Cell signalling molecules	Other components
Macrophages [36]	*Antibodies*	*Cytokines*	*Hormones*
Neutrophils [36]	IgA [69, 72, 73, 75–77, 127, 146]	IL-1 [35, 120] IL-2 [35, 79, 124, 147] IL-3 [35] IL-4 [30, 35, 50, 68, 80–82, 124, 125, 147]	Leptin [120] β-endorphin [120]
Dendritic cells [36]	IgG [69, 146]	IL-5 [35, 50, 68, 80] IL-6 [31, 35, 50, 68, 80, 122, 124, 131]	*Lipid and carbohydrate components*
B2M, HLA-DRB5, C4A, CFB, ANPEP, CTSS, ERAP1 [35]	IgM [69, 76, 146]	IL-7 [35] IL-8 [31, 35, 68, 122, 147] IL-10 [30, 35, 50, 68, 73, 75, 80–83, 122, 124, 125, 131, 137, 147–149]	n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids [48, 52, 83, 113, 124, 129, 155, 156]
MFGM [61, 63]	*Antigens*	IL-12 [35, 83] IL-13 [30, 35, 50, 68, 80, 122, 131] IL-15 [35, 92] IL-16 [35, 68]	Prostaglandin E2 [125]
Exosomes [67]1	β-lactoglobulin [73]	TNF-α [75, 122, 124, 125, 131, 148, 150] IFN-γ [30, 35, 50, 68, 76, 80, 82, 124, 131, 147]	Oligosaccharides [104, 108, 109]
Bacteria and their components [143–145]	Ovalbumin [73]	*Chemokines*	*Protease inhibitors*
		Eotaxin [68] RANTES [68, 147]	CST3 [46, 47] SERPIN-A1, A3, B1, C1, G1 [46, 47] SPINT1 [46, 47]
		MCP-1 [151] MIP-1α [82]	*Other*
		Growth factors	Coenzyme A [157] β-casomorphin [158]
		TGF-β1 [30, 31, 35, 50, 68, 72, 75–77, 80, 81, 83, 122, 127, 131, 137, 148, 149, 152, 153] TGF-β2 [30, 31, 35, 50, 52, 68, 72, 73, 75, 77, 80, 122, 125, 127, 152] TGF-β3 [35] EGF [122]	sCD14 [8, 31, 72, 75, 77, 83, 131, 148, 153]
		HGF [49, 154]	

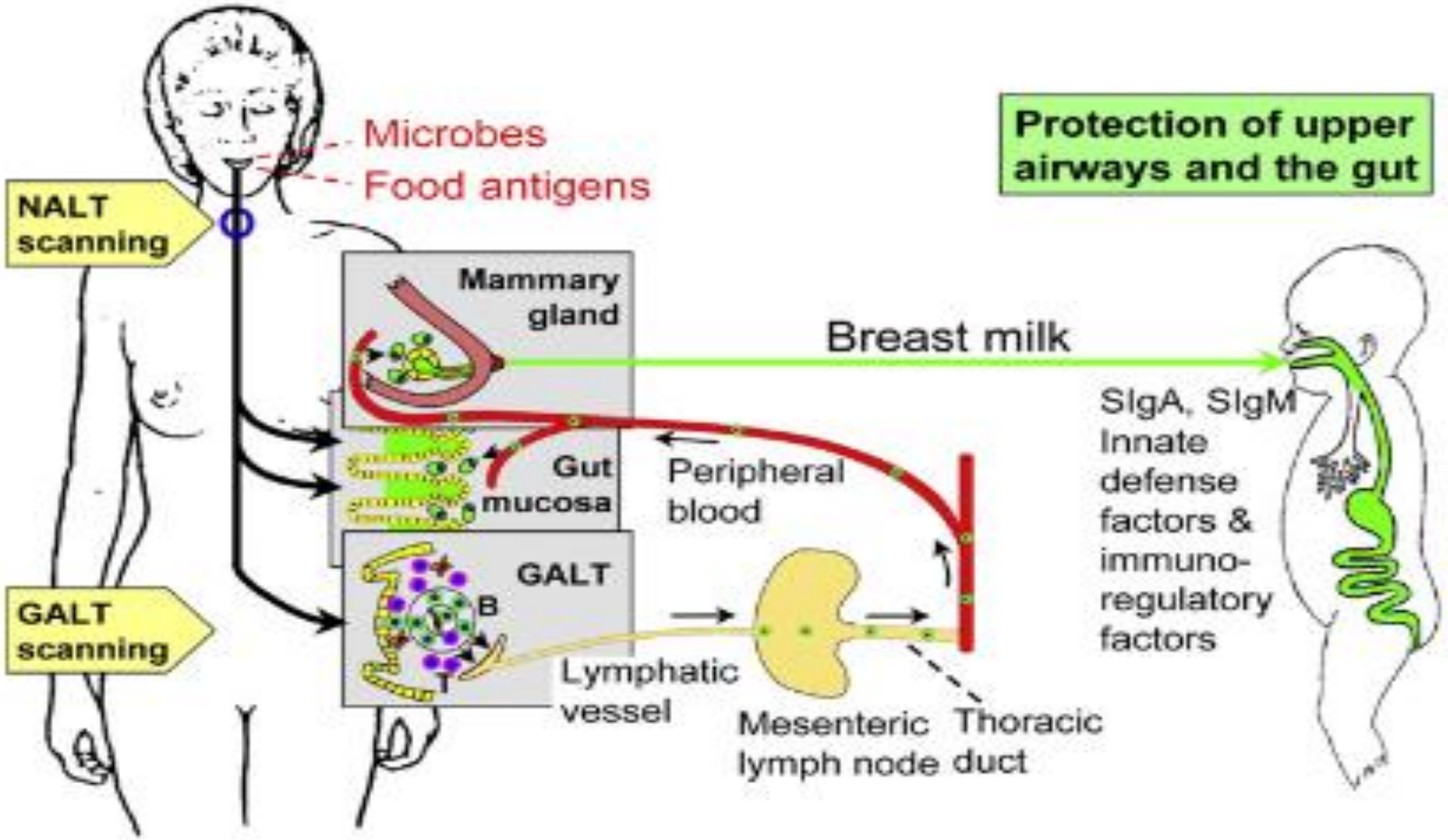
Munblit D et al. *Clin Exp Allergy* 2014; 45: 583-601

Table 2. Major Immunomodulatory components detected in colostrum and BM

Cellular components	Humoral components	Cell signalling molecules	Other components
Macrophages [36]	*Antibodies*	*Cytokines*	*Hormones*
Neutrophils [36]	IgA [69, 72, 73, 75–77, 127, 146]	IL-1 [35, 120] IL-2 [35, 79, 124, 147] IL-3 [35] IL-4 [30, 35, 50, 68, 80–82, 124, 125, 147]	Leptin [120] β-endorphin [120]
Dendritic cells [36]	IgG [69, 146]	IL-5 [35, 50, 68, 80] IL-6 [31, 35, 50, 68, 80, 122, 124, 131]	*Lipid and carbohydrate components*
B2M, HLA-DRB5, C4A, CFB, ANPEP, CTSS, ERAP1 [35]	IgM [69, 76, 146]	IL-7 [35] IL-8 [31, 35, 68, 122, 147] IL-10 [30, 35, 50, 68, 73, 75, 80–83, 122, 124, 125, 131, 137, 147–149]	n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids [48, 52, 83, 113, 124, 129, 155, 156]
MFGM [61, 63]	*Antigens*	IL-12 [35, 83] IL-13 [30, 35, 50, 68, 80, 122, 131] IL-15 [35, 92] IL-16 [35, 68]	Prostaglandin E2 [125]
Exosomes [67]1	β-lactoglobulin [73]	TNF-α [75, 122, 124, 125, 131, 148, 150] IFN-γ [30, 35, 50, 68, 76, 80, 82, 124, 131, 147]	Oligosaccharides [104, 108, 109]
Bacteria and their components [143–145]	Ovalbumin [73]	*Chemokines*	*Protease inhibitors*
		Eotaxin [68] RANTES [68, 147]	CST3 [46, 47] SERPIN-A1, A3, B1, C1, G1 [46, 47] SPINT1 [46, 47]
		MCP-1 [151] MIP-1α [82]	*Other*
		Growth factors	Coenzyme A [157] β-casomorphin [158]
		TGF-β1 [30, 31, 35, 50, 68, 72, 75–77, 80, 81, 83, 122, 127, 131, 137, 148, 149, 152, 153] TGF-β2 [30, 31, 35, 50, 52, 68, 72, 73, 75, 77, 80, 122, 125, 127, 152] TGF-β3 [35] EGF [122]	sCD14 [8, 31, 72, 75, 77, 83, 131, 148, 153]
		HGF [49, 154]	

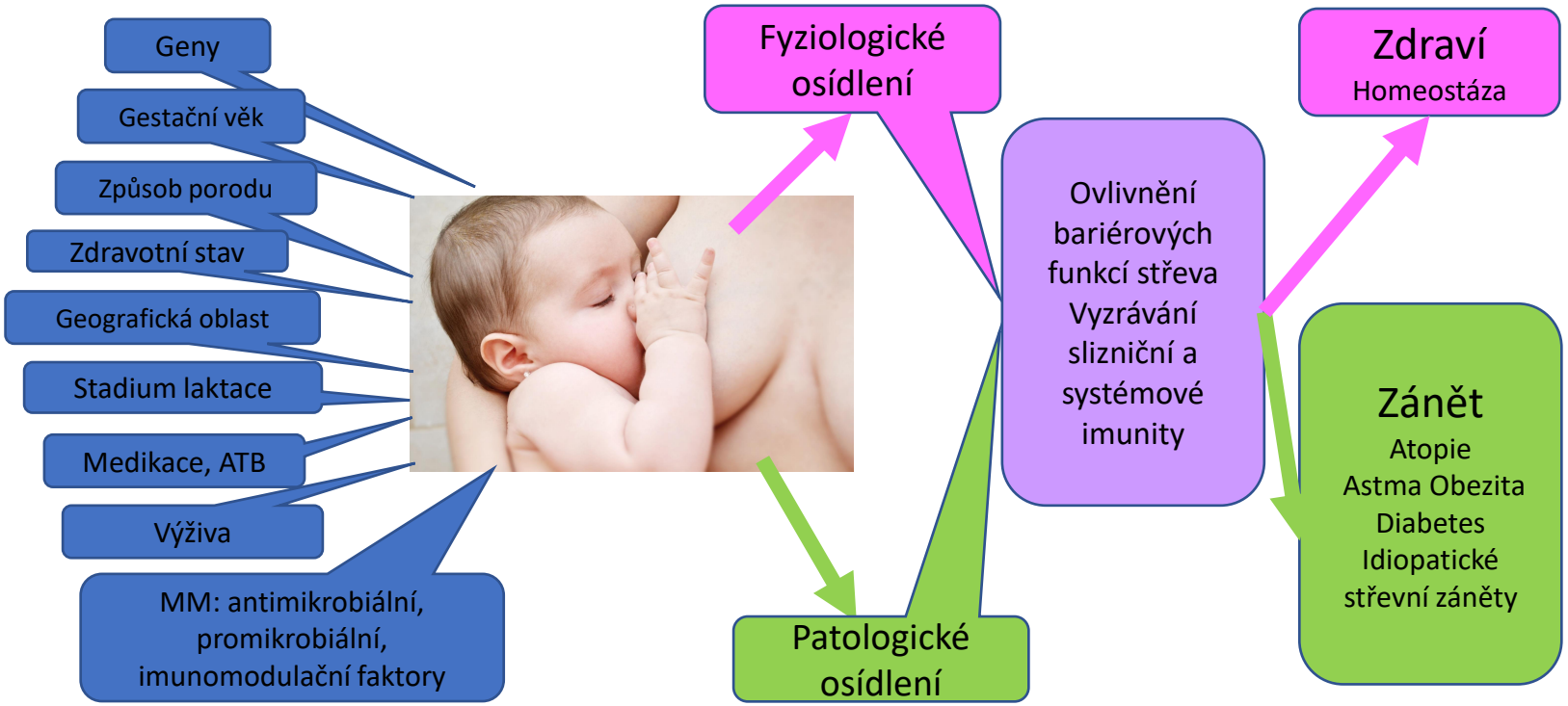
Munblit D et al. *Clin Exp Allergy* 2014; 45: 583-601

Imunita – dyáda matka-dítě



Brandtzaeg P. *J Pediatr* 2010

Faktory ovlivňující mikrobiotu MM a způsob ovlivnění mikrobioty střeva a zdraví dítěte



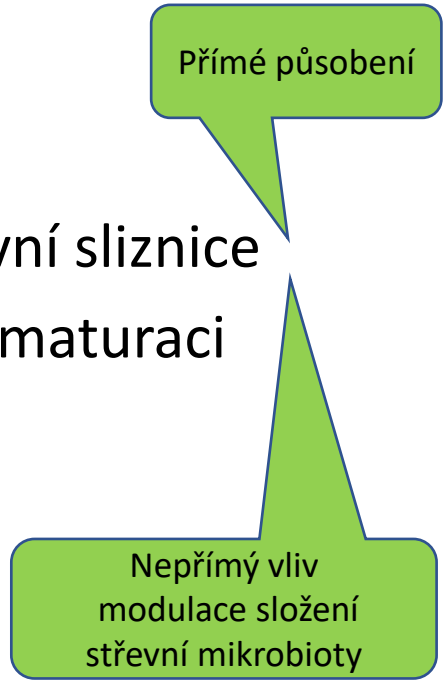
Le Doare et al. *Front Immunol* 2018
Moosavi et al. *Front Pediatr* 2018

Vliv MM na imunitu dítěte

Pasivní imunoprotekce: substituce chybějících obranných faktorů

Aktivní působení:

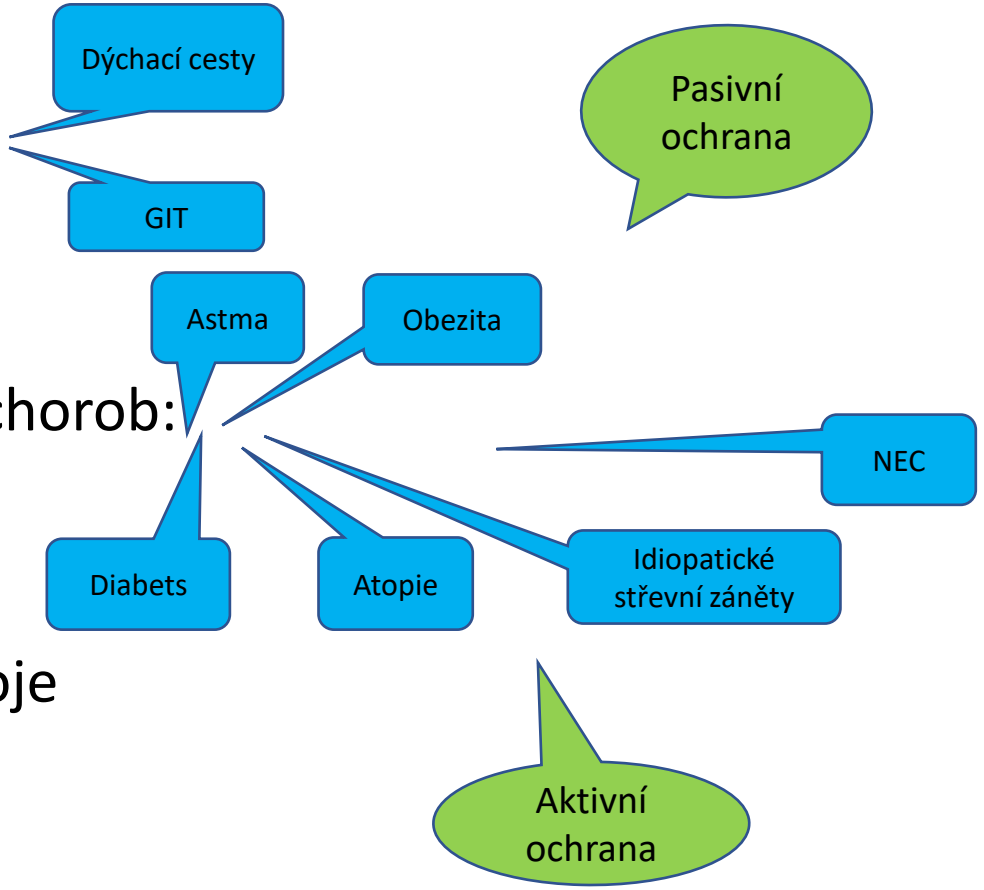
- Vliv na vyzrávání bariérové funkce střevní sliznice
- Vliv na slizniční a systémovou imunitní maturaci



Routava S and Walker WA. *Breestfeed Med* 2009
Donovan SM and Comstock SS. *Ann Nutr Metab* 2016

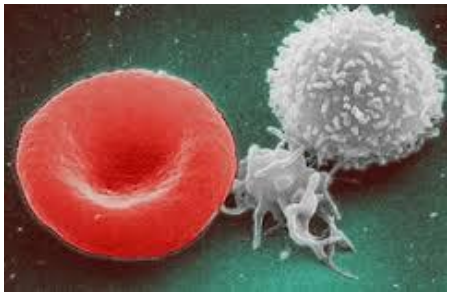
Potvrzené klinické efekty kojení

- Ochrana před infekcemi:
- Snížení rizika zánětlivých chorob:
- Zlepšení kognitivního vývoje

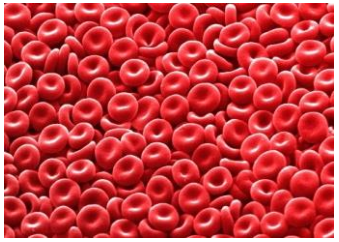


Le Doare et al. *Front Immunol* 2018

Hematologie



Červená řada



<u>Erytrocyty</u> **5x10^{12}/l**

Hb 150–230 g/l, Hct 0,45–0,75

retikulocyty 3–10%, normoblasty 7/100 leukocytů

HbF -77%

přežívání 45–70 dnů

Anémie – žilní Hb < 130 g/l

Fyziologická anémie donošených v 8.–12. t. (110 g/l)

Anémie nedonošených ve 4.–8. t. (70–90 g/l)

Polycytemie - žilní Hct > 0,65

<u>Hyperviskózní syndrom</u>

Hyperbilirubinemie

Indikační graf pro léčbu hyperbilirubinémie u novorozenců

skupina / pásmo	Donošení (týden těhotenství ≥ 37)			Nedonošení (týden těhotenství <37)	
	Rh	AB0	bez	Rh	Bez (AB0)
V	VT	VT (FT)	FT (VT)	VT	VT
IV	VT (FT)	FT	FT	VT	FT (VT)
III	FT	B TKI opak.	B TKI opak.	FT (VT)	FT
II	B	TKI 2xd. B	TKI 2xd.	FT	B
I	B	TKI 1xd.	(TKI 1xd.)	B	B

Poznámky:

FT ~ fototerapie
~ o jedno pásmo dříve u nedonošených (t. t. ≤ 31) a při RDS
~ při indikaci k VT po dobu přípravy výkonu
~ vždy po VT

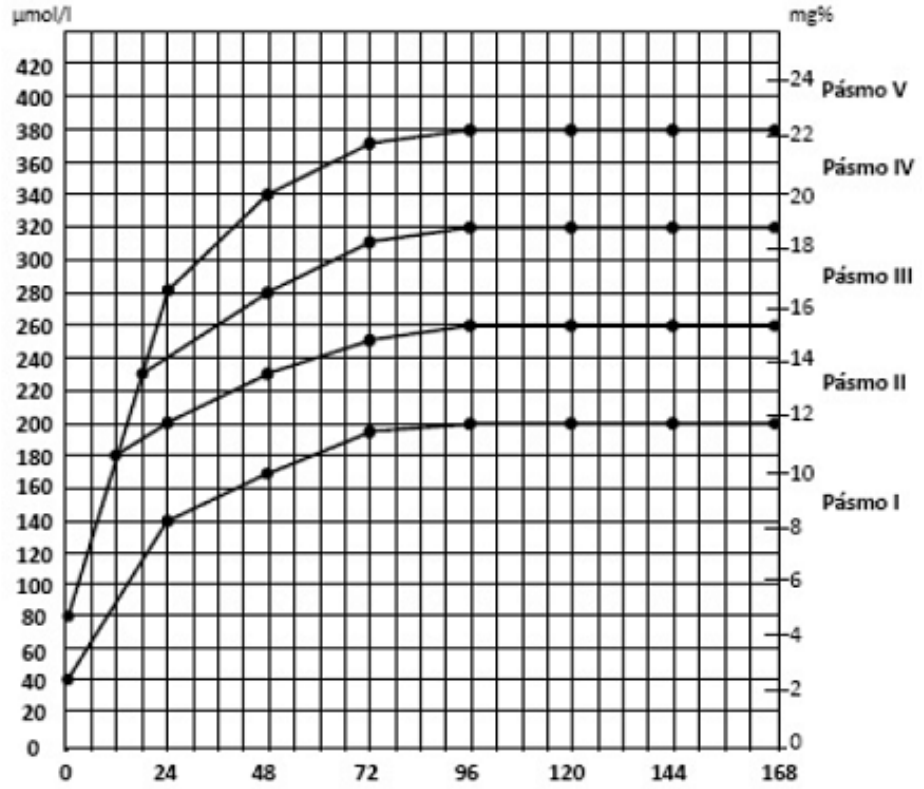
(FT) ~ terapeutický pokus (12–24 hodin), při neúspěchu VT

VT ~ výměnná transfuze
~ opakování – indikace stejné jako první VT

(VT) ~ výjimečně při selhání fototerapie

TKI ~ transfuzní ikterometrie

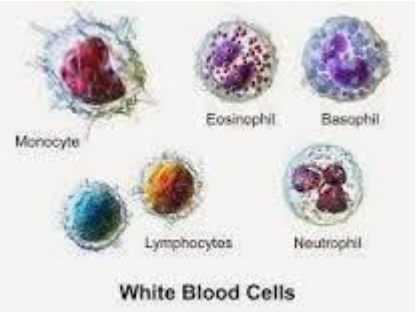
B ~ vyšetření bilirubinémie



Hodrův – Poláčkův graf

Hematologie

Bílá řada



Leukocyty 9–30x10^9/l, konec 1. t. 12x10^9/l

Diferenciální rozpočet:

Neutrofily 60% → 45% 1 týden → 35% 1 měsíc

Lymfocyty 30%→ 40% 1 týden → 55% - 1 měsíc

překřížení

Hemostáza

Trombocyty

normální počet 150–400 x 10^9/l

nižší funkční zralost

Koagulační systém

<u>Prokoagulační faktory</u> - ↓ hodnoty zejména vit. K dependentních faktorů II, VII, IX, X

<u>Prokoagulační inhibitory</u> - ↓ ATIII, protein C, S

Hemostáza

asi 50% aktivita faktorů

⇒ prodloužení koagulačních testů

Hemorhagická nemoc novorozence

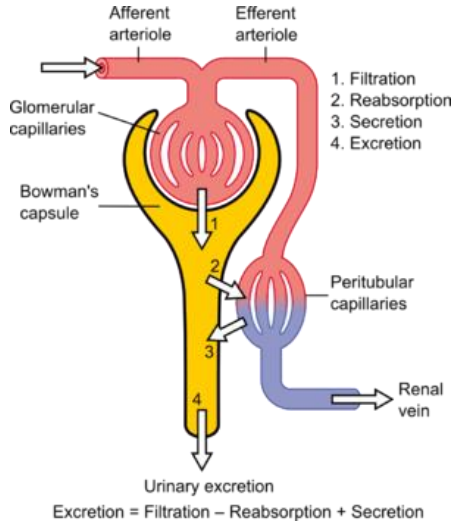
časná forma - 1. den (medikace matky)

klasická forma - 2.–7. den (inadekvátní příjem vitaminu K)

pozdní forma - 2. týden–6. měsíc (inadekvátní příjem vit. K hepatobiliární onemocnění)

DIC - za patologických stavů

Uropoetický systém
Glomerulární funkce



Glomerulární filtrace

počátek mezi 8.-10. GT

Od 34. GT ↑ GF s gestačním stářím a postnatálním věkem

Nefronogeneze kompletní ve 36. GT

↑systémového TK, ↓ cévní rezistence ve splanchniku

Vyzrávání do 5.–8. týdne po porodu (u nezralých déle)

Ve 28. GT 10 ml/min/1,73 m²

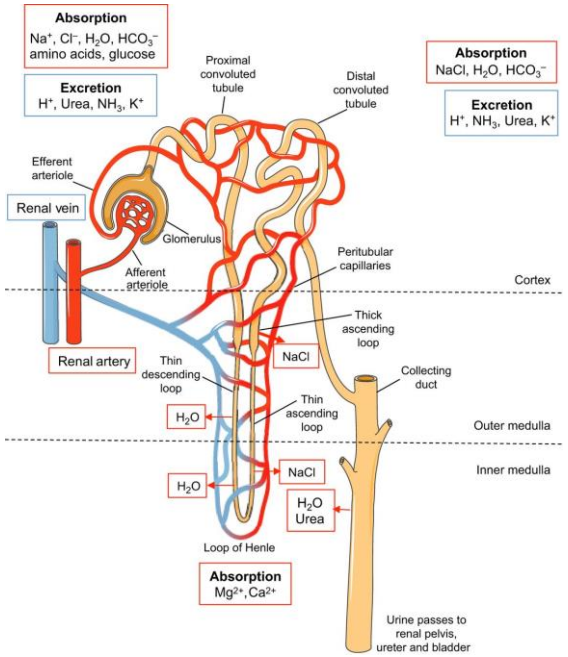
Ve 40. GT 30 ml/min/1,73 m² **(0,08–0,66 ml/s/1,73 m²)**

Povrch těla 0,25 m²

Kojenec 0,5–1 ml/min/kg

Uropoetický systém

Tubulární funkce



Funkční nezralost tubulů

Kratší Henleova klička

↓ Tonicita dřeně (anabolismus - nižší produkce urey)

↓ Exprese aquaporinů

⇒ snížená koncentrační schopnost

Maximální osmolalita 600–800 mOsm/kg

↓ schopnost udržet volum a složení tělesných tekutin

Diluční schopnost – 50 mOsm/kg

Diuréza 1–12 ml/kg/hod k vyloučení renální solutové nálože (10–15 mOsm/kg)

Donošený kojený novorozenec: diuréza 3 ml/kg/hod, osmolalita moče 200–400 mOsm/kg)

Uropoetický systém

Funkce ledvin optimální pro retenci solutů nutných pro růst, ne pro exkreci

Při přerušení růstu (infekce) porucha homeostázy

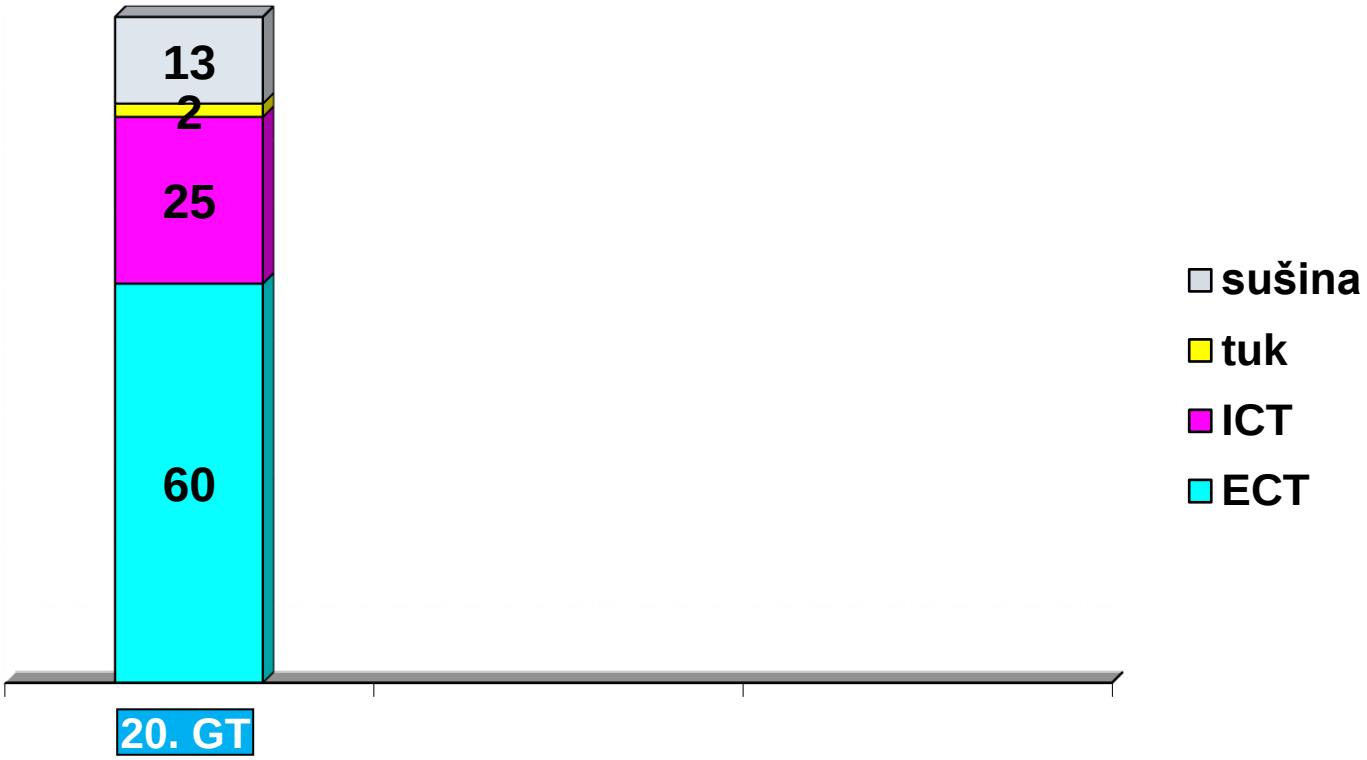
Retence Na u donošeného dítěte (příjem v MM 1,2 mmol/kg/den)

Ztráty Na u dítěte <32. GT (zpočátku potřeba 4-6 mmol/kg/den)

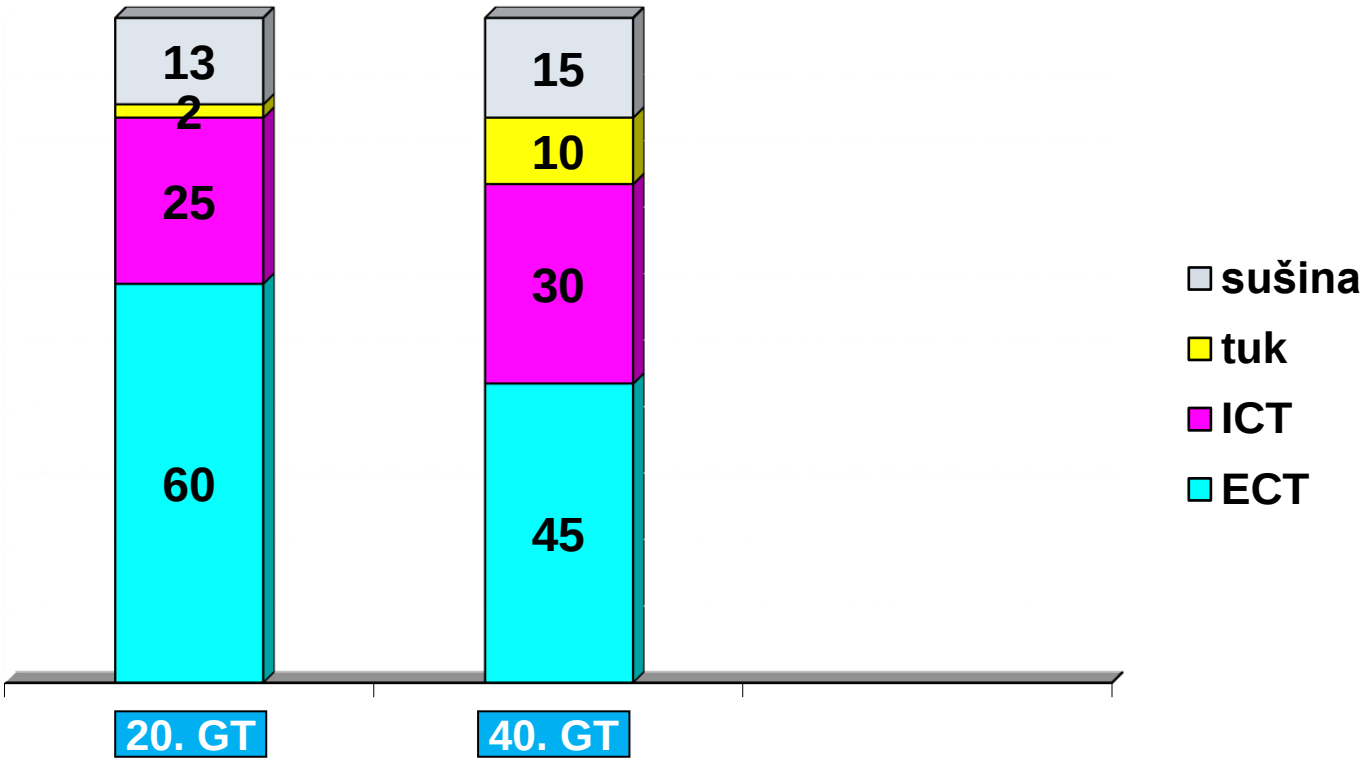
↓ senzitivita k regulujícím hormonům (RAAS)

Limitovaná schopnost vyloučit Na

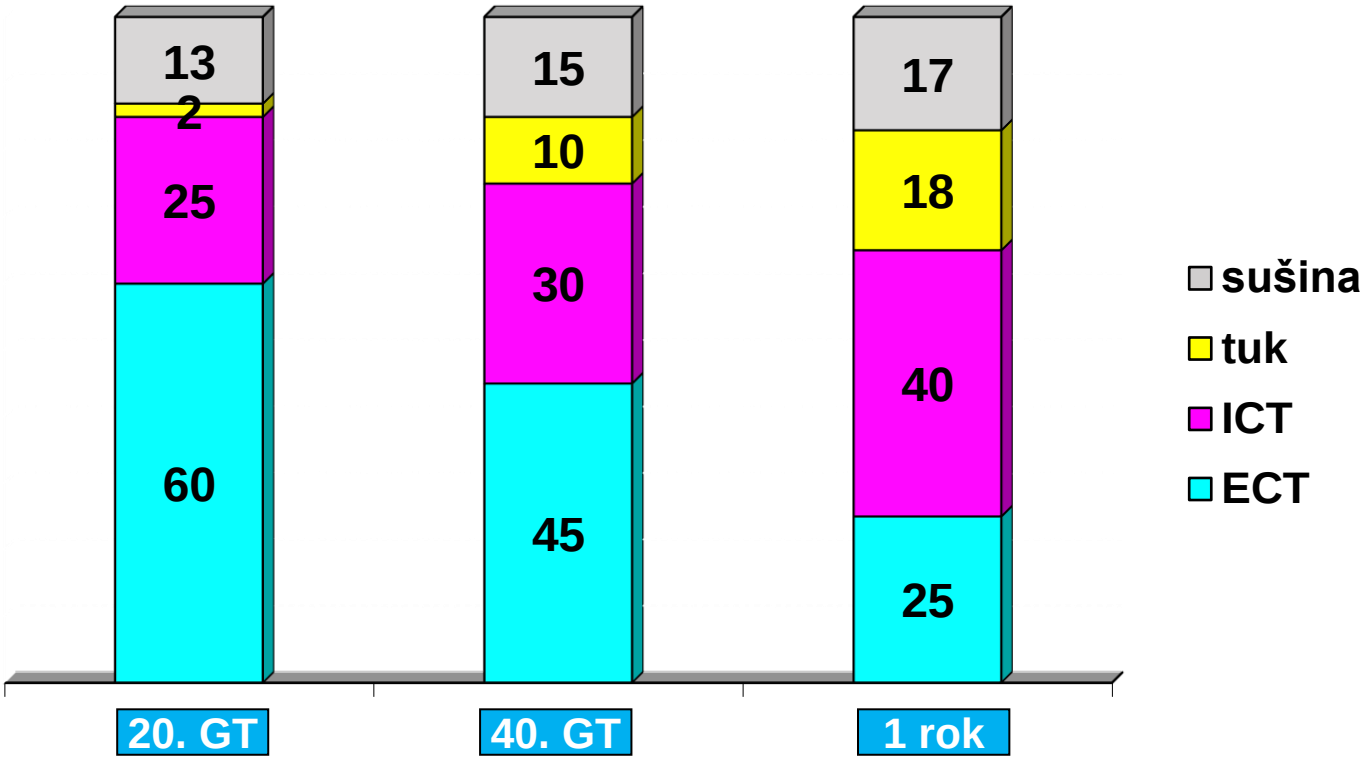
Složení těla



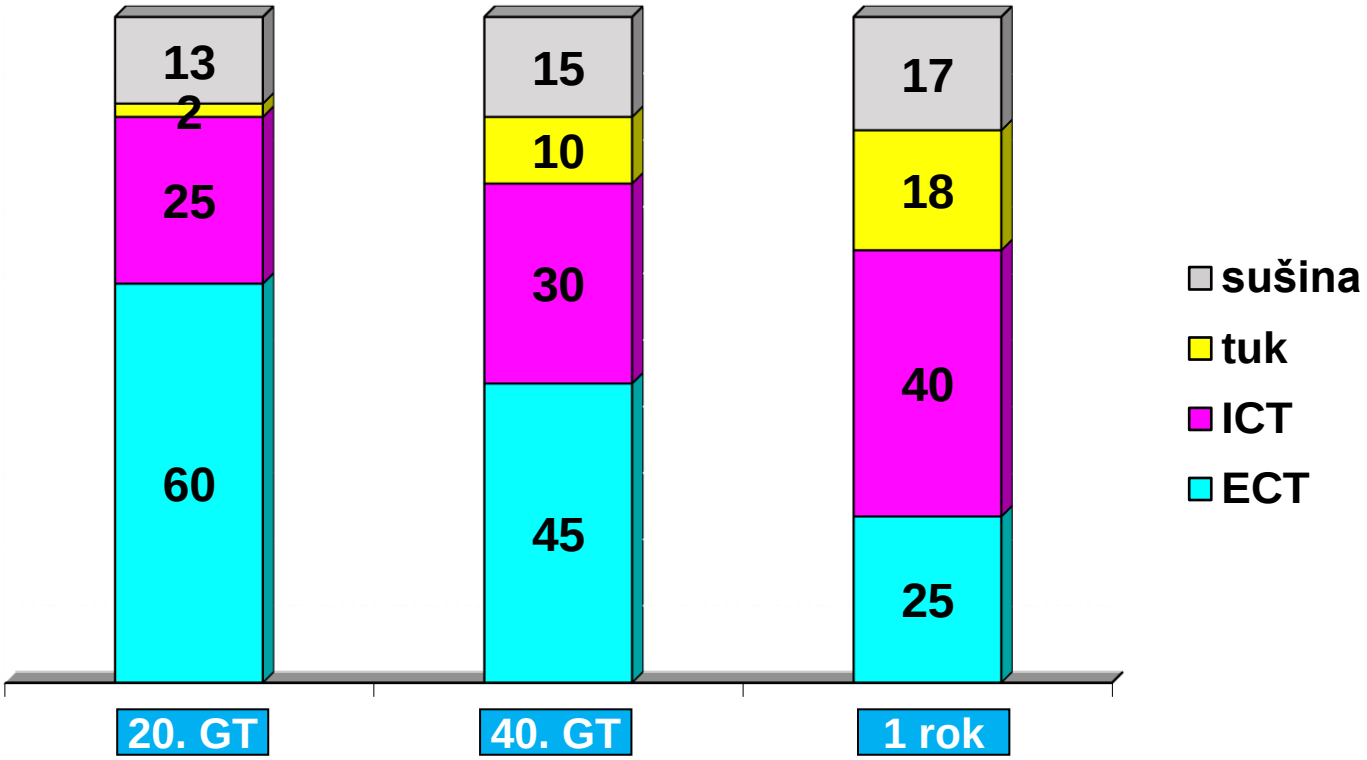
Složení těla



Složení těla

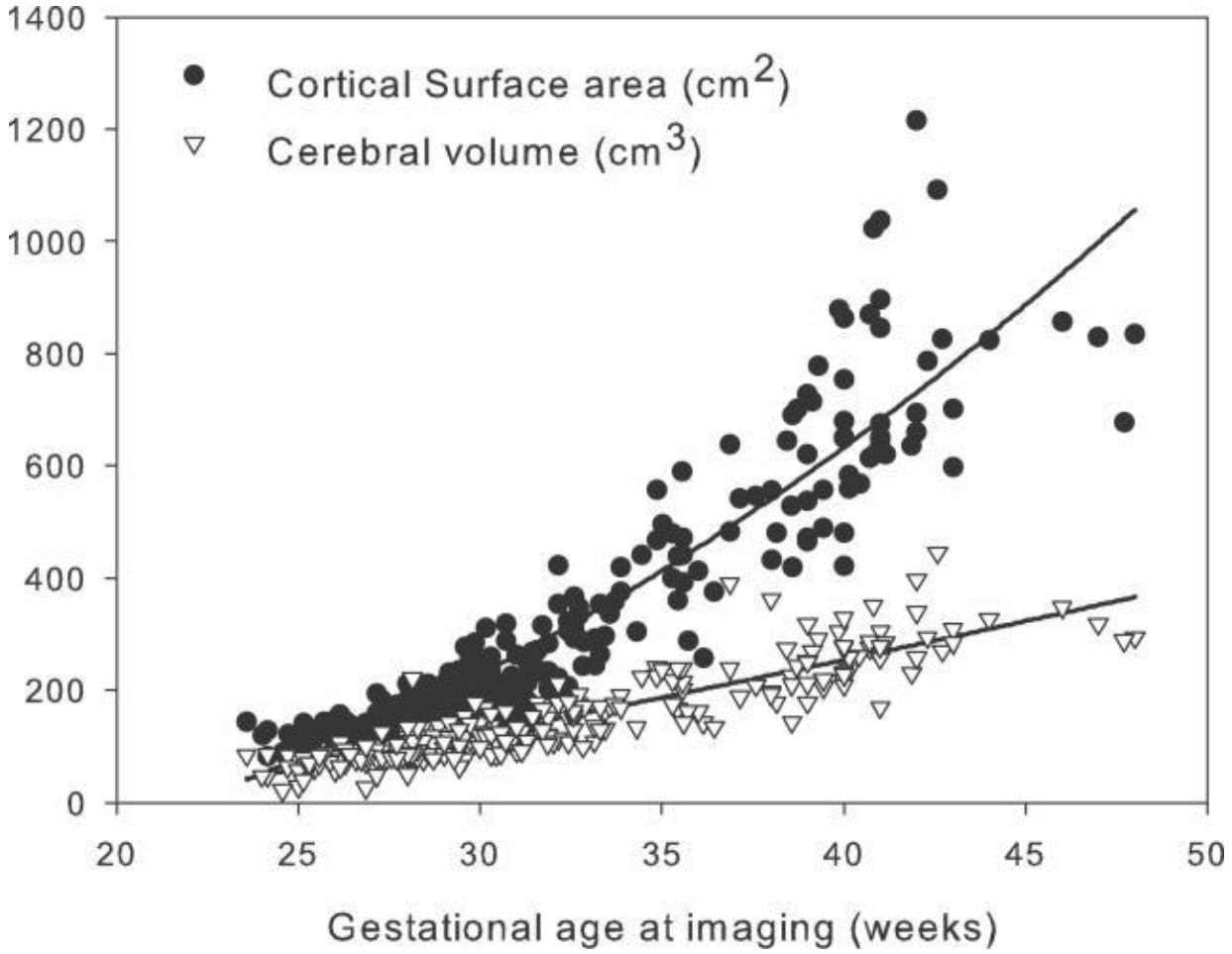


Složení těla



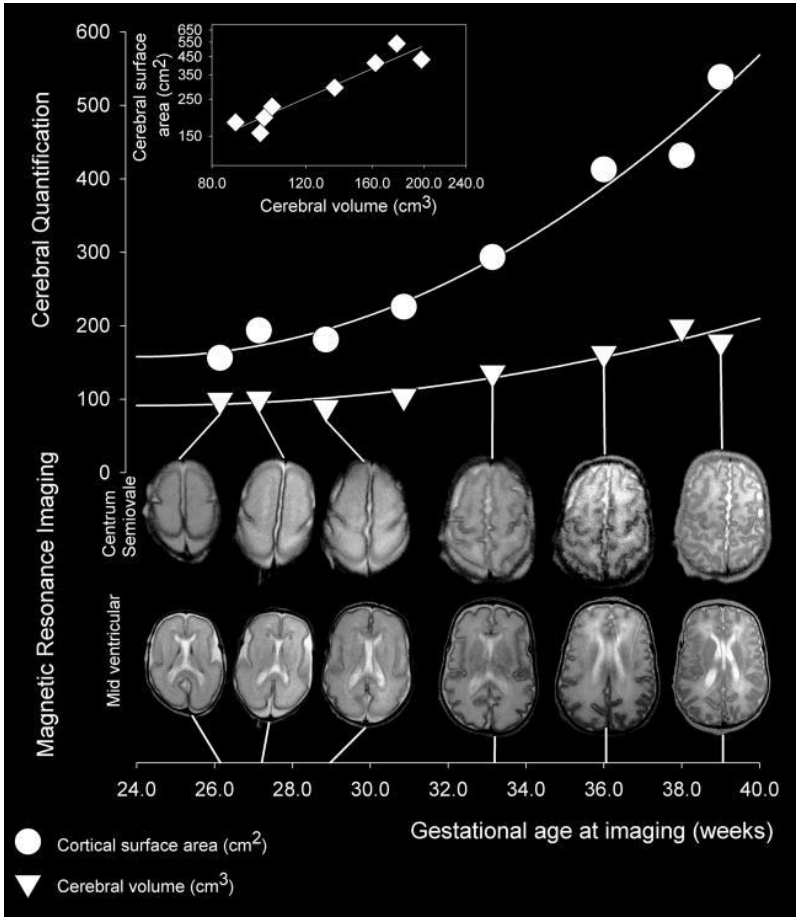
Fyziologický hmotnostní spád
Donošení 5–10%, nezralí až 15%

CNS - vývoj mozku



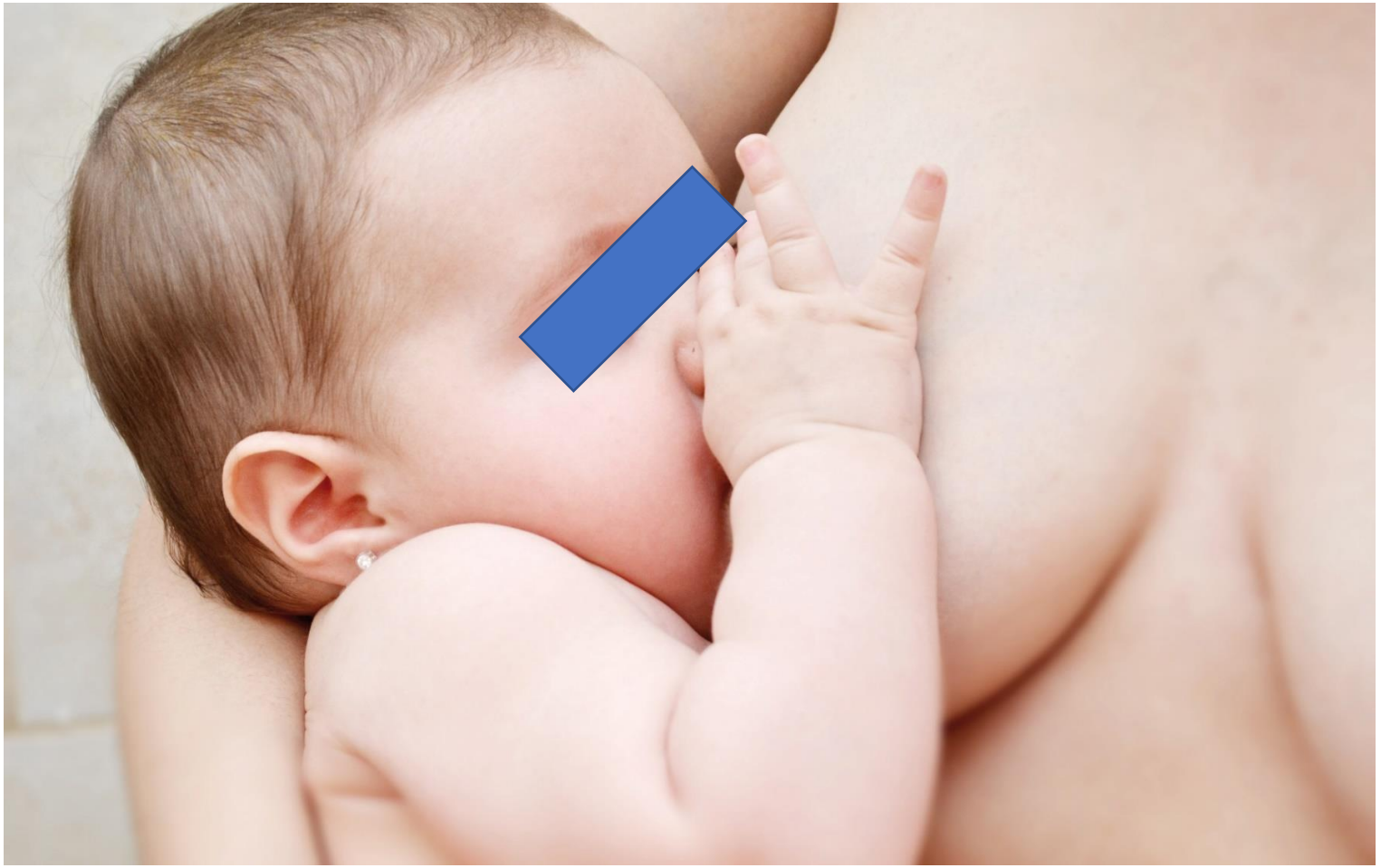
Kapellou PLoS Medicine 2006

CNS - vývoj mozku



Kapellou PLoS Medicine 2006

Dyáda matka-dítě



https://www.medicalmedia.eu/cs/Detail/14620
https://youtu.be/gZWEDu29kQ8