

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**

**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD**

Ústav porodní asistence

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2011**

**Zuzana Zemánková**

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav porodní asistence

Zuzana Zemánková

**Vliv podání krevních transfuzí na hladinu  
Ferritinu u nedonošených novorozenců**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Kantor Lumír, MUDr. Ph.D.

Olomouc 2011

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

**Název práce:**

Vliv podání krevních transfuzí na hladinu Ferritinu u nedonošených novorozenců

**Název práce v AJ:**

Effect of blood transfusion on blood Ferritin in premature infants

**Datum zadání:** 2011-01-17

**Datum odevzdání:** 2011-05-05

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav porodní asistence

**Autor práce:** Zemánková Zuzana

**Vedoucí práce:** MUDr. Lumír Kantor, Ph.D.

**Oponent práce:** MUDr. Lumír Kantor, Ph.D.

**Abstrakt v ČJ:**

Bakalářská práce se zabývá problematikou vlivu podání krevních transfuzí na hladinu Ferritinu u nedonošených novorozenců.

Cílem praktické části práce je zjistit, zda u nedonošených novorozenců dojde po aplikaci krevní transfuze ke změně hladiny Ferritinu v krevním séru a pokud ano, tak stanovit jeho hodnoty před a po podání krevní transfuze.

Smyslem teoretické části práce je shrnutí základních údajů a postupů o hemoterapii a krevních transfuzích, seznámení s embryonálním vývojem krevní řady a popis Ferritinu jako součást červené krevní řady. Součástí teoretické části je také základní popis a vysvětlení pojmu nedonošený novorozenec.

Těžištěm praktické části bakalářské práce je prospektivní výzkumné šetření, které s pomocí observační metody (hematologického vyšetření) a analýzy dokumentace zjišťuje hladinu Ferritinu v krevním séru a její reakci na podání krevní transfuze.

**Abstrakt v AJ:**

The bachelor thesis deals with the influence of blood transfusion on blood Ferritin in premature newborns.

The aim of the practical part of the thesis is to determine whether a premature birth occurs after application of a blood transfusion to change the levels of serum Ferritin. If so, determine Ferritin values before and after blood transfusion.

The theoretical part of the thesis summarises the basic information and procedures on hemotherapy and blood transfusions, introduces the embryonic development of blood cells and description of Ferritin as a component of red blood cells. The theoretical part is a basic description and explanation of premature newborns.

The main task of the practical part of the bachelor thesis is a prospective exploratory study that investigates by the means of an observe method (hematology examination) and documentation determines the level of serum ferritin and its response to blood transfusion.

**Klíčová slova v ČJ:**

krevní transfuze, železo krevní, hemoglobin, Ferritin, nedonošený novorozenec

**Klíčová slova v AJ:**

blood transfusion, iron blood, hemoglobin, Ferritin, premature newborn

**Rozsah:** 57 s., 4 příl.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci *Vliv podání krevních transfúzí na hladinu Ferritinu u nedonošených novorozenců* vypracovala samostatně pod vedením MUDr. Kantora Lumíra, Ph.D. a uvedla v seznamu literatury všechny použité literární a internetové zdroje.

V Olomouci dne .....

.....

podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych ráda poděkovala. MUDr. Kantoru Lumírovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této bakalářské práce. Děkuji MUDr. Lubomíru Dubravovi za jeho pomoc při realizaci průzkumného šetření.

## OBSAH

ÚVOD.....	8
<b>TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>9</b>
1. KLASIFIKACE NOVOROZENCE.....	9
1.1 <i>Klasifikace dle délky těhotenství</i> .....	9
1.1.1    Nedonošený novorozenec.....	9
1.1.2    Možné problémy spojené s nedonošeností.....	10
2.    HEMATOLOGIE A KREVNÍ TRANSFUZE.....	11
2.1 <i>Hemoterapie</i> .....	11
2.2 <i>Zásady třídění do 4 skupin</i> .....	11
2.3 <i>Typy transfuzí z hlediska indikace</i> .....	12
2.4 <i>Biologické preparáty z krve</i> .....	12
2.4.1    Transfuzní přípravky s obsahem erytrocytů.....	13
2.5 <i>Indikace krevní transfuze</i> .....	15
2.6 <i>Potransfuzní reakce a komplikace</i> .....	17
3    VÝVOJ KREVNÍ ŘADY.....	20
3.1 <i>Vývoj kardiovaskulárního systému</i> .....	20
3.2 <i>Vývoj jater</i> .....	20
3.3 <i>Vývoj sleziny</i> .....	20
3.4 <i>Hemopoetické kmenové buňky</i> .....	21
3.4.1    Specifické rysy krvetvorby plodu a novorozence.....	23
4    FYZIOLOGIE A PATOFYZIOLOGIE KRVE.....	25
4.1 <i>Obecné vlastnosti krve</i> .....	25
4.2 <i>Množství krve</i> .....	25
4.3 <i>Korpuskulární složky červené krevní řady</i> .....	25
4.3.1    Hemoglobin.....	27
4.3.2    Železo (viz příl. 1).....	29
4.3.3    Transferin.....	30
4.3.4    Plasmatické železo.....	32
4.3.5    Zásobní železo.....	32
<b>PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>34</b>
5.    VÝZKUMNÁ STUDIE.....	34

5.1	<i>Cíle výzkumné studie</i> .....	34
5.2	<i>Metodika výzkumné studie</i> .....	34
5.2.1	Metody získávání a zpracování dat.....	34
5.2.1.1	Organizace studie.....	34
5.2.1.2	Zpracování dat.....	35
5.3	<i>Charakteristika zkoumaného souboru</i> .....	35
5.3.1	Vstupní kritéria.....	36
5.3.2	Kritéria vylučující ze studie.....	36
5.3.3	Popis zkoumaného souboru.....	36
5.4	<i>Výsledky výzkumné studie</i> .....	37
5.4.1	Popis souboru a statistika hladiny FER 1. a 10. den.....	37
5.4.2	Změny hodnot Ferritinu 10. den vzhledem k hodnotám 1. den.....	42
5.4.3	Porovnání významnosti změny hodnot Ferritinu.....	44
5.4.4	Porovnání hladiny Ferritinu s fyziologickou hodnotou.....	47
	<b>DISKUZE</b> .....	<b>50</b>
	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>53</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>54</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ</b> .....	<b>56</b>
	<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>56</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>57</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH PŘÍLOH</b> .....	<b>57</b>



## ÚVOD

Léčba krví a krevními deriváty je nedílnou částí hematologické terapie. Každému podání transfuzního přípravku předchází laboratorní předtransfuzní vyšetření. Za podání transfuze je plně zodpovědný lékař, který transfuzi provádí.

O transfuzi krve v dnešním slova smyslu se mohlo uvažovat, až když William Harvey objevil v roce 1616 krevní oběh. První historicky doložený krevní převod se uskutečnil až v roce 1665. Provedl jej v Oxfordu Richard Lower mezi dvěma psy. První ověřenou a technicky úspěšnou transfuzi u člověka provedl v roce 1667 Jean Babtiste Denis, k transfuzi použil krve jehněte. Jeho další pokusy s transfuzemi zvířecí krve člověku však nebyly úspěšné. V roce 1816 přistoupil ke studiu transfuze krve profesor fyziologie a porodnictví James Blundell, který provedl svou první transfuzi v roce 1819.

Předčasně narozené děti patří mezi pacienty, kterým jsou nejčastěji podávány krevní transfuze. Obvykle bývají převáděny červené krvinky. Nezralost imunitního systému, jeho menší schopnost vyrovnat se s metabolickým zatížením a přítomnost mateřských protilátek, může komplikovat klinický obraz novorozence. V současné době je cílem transfuze minimalizovat rizika a podat ji pouze v nevyhnutelných případech.

Po transfuzi erytrocytů se okamžitě zvýší dodávka kyslíku do tkání, transfuze mohou snížit nemocnost spojenou s anémií, zvláště anémie z nezralosti, a mohou zachránit život u novorozenců s těžkou ztrátou krve. Nicméně, je jen dočasným opatřením, protože je spojená s rizikem infekce, akutním poškozením plic, oběhovým přetížením aj.

Teoretická část bakalářské práce je odborným vhledem do problematiky hemoterapie a krevní transfuze, také poskytuje základní informace o hemopoéze, erytrocytech, hemoglobinu, Ferritinu a o nedonošených novorozencích. Praktickou část tvoří prospektivní výzkumné šetření, jehož cílem je zjistit zda v krevním séru u nedonošených novorozenců dojde po aplikaci krevní transfuze ke změně hladiny Ferritinu a pokud ano, tak stanovit a zpracovat tyto hodnoty a porovnat je s fyziologickými parametry.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1. KLASIFIKACE NOVOROZENCE

*„Novorozence je možné bezprostředně po porodu zařadit do skupin, které mají vysokou výpovědní hodnotu z hlediska posouzení prenatálního vývoje, ale i z hlediska prognózy možné morbidity nebo mortality. Všeobecně se uplatňuje klasifikace podle délky těhotenství a podle vztahu porodní hmotnosti ke gestačnímu věku.“*

(Fendrychová, 2007, s. 24)

### 1.1 Klasifikace dle délky těhotenství

*„Dle délky těhotenství se novorozenci dělí na:*

- *Narozené před termínem (nedonošené) = gestační věk pod 38. týdnem,*
- *Narozené v termínu (donošené) = gestační věk mezi 38. – 42. týdnem,*
- *Narozené po termínu (přenašené) = gestační věk nad 42. týdnem.“*

(Fendrychová, 2007, s. 27)

#### 1.1.1 Nedonošený novorozenec

*„Je narozený před 38. týdnem gestace s hmotností menší než 2 500 gramů. Příčiny nedonošenosti jsou různé, velmi často se příčina nezjistí. Stupeň zralosti vyjadřuje jak dobře je dítě při narození vyvinuté a jaká je úroveň schopnosti jednotlivých orgánů fungovat mimo dělohu. Nezralost orgánů a tkání je tím více vyjádřena, čím je novorozenec gestačně mladší. Vždy se musí posuzovat především gestační věk než hmotnost novorozence.“*

(Fendrychová, 2007, s. 29)

Příčiny nezralosti bývají multiparita, nemoci matky (např. malnutrice, srdeční onemocnění, diabetes mellitus nebo infekce) a rizika spojená se samotným těhotenstvím, jako jsou např. těhotenstvím indukovaná hypertenze, placentární

abnormality (ty mohou vyústit v předčasnou rupturu vaku blan), v placentě praevia, případně předčasné odloučení placenty. Existují i studie, které nacházejí souvislosti mezi nezralostí a chudobou, kouřením, konzumací alkoholu, kokainu a jiných drog (2).

### *1.1.2 Možné problémy spojené s nedonošeností*

- Respirační tíseň – pro chybění surfaktantu a nezralou plicní tkáň. Může dojít až k poškození mozku.
- Hypoglykémie a hypokalcémie – nedonošení novorozenci mají malé zásoby kalcia a glukózy, protože se přenáší placentou nejvíce ve 3. trimestru. Opět může dojít k poškození mozku.
- Hypotermie – kvůli nedostatečné termoregulaci, termogenezi a téměř nebo úplně chybějící ochranné vrstvě podkožního tuku.
- Problémy s výživou a hydratací – chabé sání nebo špatná koordinace sání a polykání, snížená motilita střev a nízká produkce trávicích šťáv. I svěrače na obou koncích žaludku jsou nezralé.
- Hypotenze – po velké ztrátě krve při porodu, při infekci nebo poruchou kapilárního průsvitu.
- Anémie – z důvodu kombinace urychleného rozpadu erytrocytů a sníženou krvetvorbou.
- Hyperbilirubinémie – pro zvýšený rozpad erytrocytů a nezralost jaterních funkcí.
- Apnoické pauzy s bradykardií a cyanózou – pro nezralost nervového systému.
- Seps – generalizovaná infekce celého krevního řečiště.
- Zvýšená náchylnost ke krvácení – pro nedostatek protrombinu a vitamínu K.
- Netolerance aktivity a zvýšená únavnost novorozence pro selhávání ledvin.
- Zvýšené riziko poškození kůže pro její křehkost a nezralost (2).

## 2. HEMATOLOGIE A KREVNÍ TRANSFUZE

### 2.1 Hemoterapie

Principem účelné hemoterapie je podání specifických částí krve, které nemocný potřebuje. Podání krevní transfuze nebo přípravku z krve připraveného je ve většině případů nezbytnou součástí léčby, ale vždy s sebou nese rizika. Rozhodnutí o podání krve a krevních přípravků je založeno na posouzení léčebného postupu, který je nutný pro záchranu života, uzdravení nebo zlepšení zdravotního stavu nemocného. Transfuze krve a jejích složek je lékařský výkon. Zodpovědnost za rozhodnutí o podání krevního přípravku spočívá na ošetřujícím lékaři nebo je přenesena na provádějící zdravotní sestru (5).

Důležité je bezpečné zpracování krve a jejích jednotlivých částí. Odběr a zpracování krve se provádí v tzv. uzavřeném systému. Kromě okamžiku venepunkce nedochází ke kontaktu krve se zevním prostředím. Jakmile dojde k otevření jakéhokoli vstupu do krevního vaku, mění se systém na otevřený. Při otevření systému za účelem další technologické úpravy (např. promývání) se u všech přípravků zkracuje doba použitelnosti na 24 hodin.

Plná krev se dnes používá jen výjimečně. I zmrazená čerstvá plazma je považována především za materiál pro další zpracování (5).

### 2.2 Zásady třídění do 4 skupin

Podle mezinárodního označení se určuje příslušnost ke krevním skupinám přítomností nebo chyběním antigenu (aglutinogenu) A nebo B v červených krvinkách a dvou přirozených protilátek (aglutininů) v krevním séru, namířených proti antigenům A a B, označených anti-A a anti-B (viz tab. 1, str. 12). V krevním séru se vyskytuje protilátka proti tomu antigenu, který není přítomen v erytrocytech (3).

Tabulka 1 – Krevní skupiny

<b>Krevní skupina A</b>	na krvinkách je <b>antigen A</b> , v krevním séru je pouze protilátka <b>anti-B</b>
<b>Krevní skupina B</b>	na krvinkách je <b>antigen B</b> , v krevním séru je pouze protilátka <b>anti-A</b>
<b>Krevní skupina AB</b>	na krvinkách jsou <b>antigeny A a B</b> , v krevním séru nejsou <b>žádné protilátky</b>
<b>Krevní skupina 0</b>	na krvinkách nejsou <b>žádné antigeny</b> , v krevním séru jsou obě <b>protilátky anti-A a anti-B</b>

(17)

### 2.3 Typy transfuzí z hlediska indikace

- Vitální: transfuzní přípravek je vydán okamžitě bez provedení předepsaného předtransfuzního vyšetření.

Tuto indikaci požaduje lékař, pokud nebezpečí spojené s nepodáním transfuze je vyšší než riziko podání přípravku bez provedení předtransfuzního vyšetření. Není-li známa krevní skupina příjemce, vydávají se přípravky krevní skupiny 0 Rh negativní a plazma krevní skupiny AB. Pokud známe krevní skupinu příjemce, vydávají se stejnoskupinové transfuzní přípravky.

- Statim: požadavek je vyřizován okamžitě, předtransfuzní vyšetření je před vydáním přípravku kompletně dokončeno.
- Standardní: v požadovaný den a hodinu je transfuzní přípravek k dispozici, předtransfuzní vyšetření je kompletní (5).

### 2.4 Biologické preparáty z krve

Biologické preparáty z krve můžeme rozdělit na 3 hlavní skupiny:

- Celulární krevní preparáty: patří zde konzervační přípravky, které uchovávají po delší dobu krevní elementy. Je to především tzv. „čerstvá“ konzervovaná krev, erytrocytová masa, erytrocytová resuspenze, leukocytární náplav a trombocytární masa.

- Preparáty lidské krevní plazmy: do této skupiny patří přípravky, které neobsahují celulózní fázi lidské krve a přímo vycházejí z krevní plazmy (viz tab. 2). Je to nativní tekutá smíšená krevní plazma, zmrazená a sušená, krevní sérum, hyperimunní rekonvalescentní plazma nebo sérum (10).

Tabulka 2 – Základní údaje o plazmě ke klinickému použití

Název	Zkratka	Objem (ml)	Labilní koagulační faktory (%)	Stabilní koagulační faktory (%)	Fibrinogen (g/250 ml)	Indikační výhoda
Plazma	P	240 - 260	>70	>90	0,5 - 0,7	
Plazma z aferézy	PA	podle výroby	>70	>90	0,5 - 0,7	větší objem v balení

(14)

- Frakce krevní plazmy: v současné době mají význam např. albumin, I. Cohnova reakce, čistý fibrinogen, čistý antihemofilní globulin (AHG) a dále tzv. plastické frakce krevní plasmy kde patří trombin, trombinová pěna, trombinový zásyp a fibrin (10).

#### 2.4.1 Transfuzní přípravky s obsahem erytrocytů (viz tab. 3, s. 15)

##### ➤ Erytrocytová masa:

Jde o transfuzní přípravek získaný odstraněním části plazmy z plné krve bez dalšího zpracování. Její spotřeba by mohla v současné době krýt nejméně ¼ až ½ transfuzí. Erytrocytová masa nemá mnoho kontraindikací mimo prudké krvácení, šokové stavy a popáleniny.

Má stejné přežívání erytrocytů jako plná krev, je zdrojem bílkovin, nezatěžuje krevní oběh a má menší obsah elektrolytů než plná krev. Nevýhodami je chybění protišokového a hemostatického účinku a větší viskozita. Erytrocytová masa měla původně stanovenou expiraci 14 dní. Objem přípravku je 280 plus minus 50 ml.

##### ➤ Erytrocytová suspenze:

Během rozvoje konzervace krve byly vyvinuty metody, aby vznikla suspenze erytrocytů s odpovídající viskozitou. Zvláštním typem resuspenzí erytrocytů jsou tzv. „promývané erytrocyty“.

- Erytrocyty promyté (EP):

Tento transfuzní přípravek se připravuje po tří až šestinásobné promývací centrifugaci erytrocytové masy zpravidla v isotonickém roztoku chloridu sodného. Promýváním se odstraní bílkoviny krevní plazmy a zbytky leukocytů a trombocytů.

Jeho podání je indikováno pouze při předchozích potransfuzních reakcích na bílkoviny plazmy. Patří zde především paroxysmální noční hemoglobinurie, získané hemolytické anemie s tepelnými protilátkami, těžké alergické a bílkovinné reakce, krvácivé stavy s cirkulujícím antikoagulans aj.

- Erytrocyty bez buffy-coatu (EB):

Transfuzní přípravek se připravuje z plné krve oddělením části plazmy a vrstvy buffy-coatu z erytrocytů. Objem přípravku je 250 plus minus 50 ml.

- Erytrocyty resuspendované (ER):

Získávají se z plné krve odstředováním a odstraněním plazmy s následným přidáním vhodného výživného roztoku a erytrocytů. Hematokrit přípravku závisí na způsobu odstředování, typu výživného roztoku a množství zbylé plazmy. Pokud není použita jiná metoda odstranění, obsahuje většinu leukocytů a různé množství trombocytů závislé také na použité metodě odstředování.

- Erytrocyty bez buffy-coatu resuspendované (EBR):

Připravují se z plné krve odstředováním, odstraněním plazmy a buffy-coatu, následuje resuspenze erytrocytů ve vhodném výživném roztoku. Je to nejčastěji používaný transfuzní přípravek obsahující erytrocyty, který má významně redukovaný imunosupresní účinek a snížené riziko leukocytární senzibilizace. Resuspenzní roztok zajišťuje delší použitelnost přípravku.

Hematokrit závisí na typu výživného roztoku, způsobu odstředování a množství zbylé plazmy. Přípravek obsahuje veškeré erytrocyty a měl by obsahovat minimálně 43 g hemoglobinu.

- Erytrocyty deleukotizované (ED):

Transfuzní přípravek získaný z erytrocytového koncentrátu odstraněním většiny leukocytů, má vystupňované výhody erytrocytů zbavených buffy-coatu. Nemá imunosupresivní účinky, nesenzibilizuje proti leukocytům, je zde minimalizováno riziko přenosu cytomegaloviru a dalších nedagnostikovaných intraleukocytárních virů. Každá jednotka by měla obsahovat nejméně 40 g hemoglobinu (5, 10).

Tabulka 3 – Základní charakteristika transfuzních přípravků červené řady

Název	Hemoglobin (min v g/TU)	HKT	Obsah leukocytů na TU	Indikační výhoda
Erytrocyty resuspendované (ER)	45	0,55-0,65	$2 - 4 \times 10^9$	
Erytrocyty bez buffy-coatu resuspendované (EBR)	43	0,55-0,65	$1,2 \times 10^9$	prevence febrilních nehemolytických reakcí
Erytrocyty resuspendované deleukotizované (ERD)	40	0,55-0,65	$1 \times 10^6$	prevence imunizace, prevence přenosu CMV, sníženo riziko imunotolerance
Erytrocyty promyté (EP)	40	0,55-0,65	kolísá	při alergii na plazmatické bílkoviny

(14)

## 2.5 Indikace krevní transfuze

Mnoho chorobných stavů patří mezi indikace k provedení krevní transfuze. Transfuzní přípravky léčí některé choroby, pomáhají udržovat zdravotní stav nemocného, mohou předcházet některým nemocem a chorobným projevům a podmiňují výkon některých léčených zákroků. Transfuzní přípravky jsou schopny prakticky rovnocenně nahradit chybějící část krve.

Podle naléhavosti léčebného zákroku se indikace krevní transfuze dělí na 4 kategorie:

- Vitální: jde o chorobné podmínky, při kterých na včasném podání a množství transfúze závisí život nemocného, bez okamžité transfuze by nemocný zemřel.
- Absolutní: je to takový chorobný stav, kdy je třeba dát transfuzi bezpodmínečně, nepodání by mělo za následek poškození nemocného. Při této indikaci není možné transfuzi nahradit lékem.
- Normální (léčebná): při takových chorobných stavech je transfuze, vedle ostatních léků, jedním z léčebných prostředků potřebných k úspěšnému zvládnutí choroby.
- Relativní indikace zahrnuje takové chorobné stavy, kdy transfuze nemá rozhodující význam, ale jen podpůrný vliv při léčení nemocí (3).



## PŘEHLED HLAVNÍCH INDIKACÍ:

### 1. Ztráta krve

Nejstarší a prvořadou indikací transfuze je náhlá nebo velká ztráta krve. Dochází k ní nejčastěji při úrazech, operacích, při porodech, ale také při vředových nebo nádorových onemocněních.

Ne každá náhlá ztráta krve je indikací transfuze. Např. darování krve je v podstatě též náhlou ztrátou krve, ale ztráta takového množství nezanechá chorobné následky. Zdravý dospělý člověk bez chorobných komplikací snáší ztrátu do 10 % objemu krve, tj. 500 až 550 ml. Chorobné následky zanechává až 15% a větší ztráta krve, tj. více než 750 ml.

Při náhlé ztrátě krve trpí nemocný následky nedostatečného objemu krve (oligémií) než následky nedostatku krvinek. Konečným následkem je vykrvácení nebo oligemický šok. Proto je třeba se zaměřit na vyrovnání chybějícího objemu krve. Nemocnému se na prvním místě podává krevní náhražka, a po zvládnutí kritického stádia oligémie se podává celá krev a erytrocytární masa.

Při velké, ale postupné ztrátě krve, při opakovaných menších ztrátách krve nebo při soustavném, tzv. chronickém krvácení nestojí tolik v popředí oligémie, ale spíše anémie. V těchto případech je třeba podávat transfúzi erytrocytové masy.

Rozsah a rychlost transfuze při ztrátě krve závisí na rychlosti a velikosti krevní ztráty. Čím větší a rychlejší je ztráta krve, tím rychleji a ve větším množství je třeba podávat transfúzi.

### 2. Šok

Šok může zavinit úraz, operace nebo jiný násilný zásah, většinou spojený se ztrátou krve. Při šoku se podává transfúze krve, krevní plazmy nebo náhražky.

U popálenin má indikace podobný podklad. Při popálení větší plochy těla dochází k velkým ztrátám plazmy a při popáleninách III. stupně i celé krve. U těchto případů je indikováno podání krevní plazmy nebo celé krve.

### 3. Krevní choroby

Transfuze krve je indikována u anémií, při leukopeniích, granulocytózách a v průběhu léčení leukémie. Je potřebná skoro při všech poruchách srážení krve.

U anémií se na prvním místě podává erytrocytová masa, zředka celá krev. Při nemocech bílé složky krve má transfuze krve význam pouze tehdy, když jsou doprovázeny anémií. Při granulocytopenii přichází v úvahu transfuze granulocytového koncentrátu. Při chorobách srážení krve se indikuje transfuze krve, krevní plazmy nebo

některá bílkovinná frakce. Podávají se např. při hemofilii, trombocytopenii, trombocytopeniích, při nedostatku faktoru V, VII, X aj. Transfuze krve není indikována u krvácivých chorob podmíněných poruchou vlásečnic.

#### 4. Ostatní (viz. příl. 4)

Indikací pro transfuzi krevní plazmy a albuminu jsou chorobné stavy spojené s hypoproteinémií. Podáním plazmy se nahrazují chybějící bílkoviny, ale neléčí se příčiny jejich nedostatku.

Transfuze jsou také indikovány při některých infekčních chorobách, zejména virového původu, např. při černém kašli, spalničkách, infekčním zánětu jater, při břišním tyfu, tuberkulóze a dalších.

Důležité poslání mají transfuze v chirurgii. Díky nim se mohou provádět velké operační zákroky, např. na plicích, srdci, žaludku, střevech, mozku atd. (3).

## 2.6 Potransfuzní reakce a komplikace

Reakce po podání transfuze mají mnoho příčin a mohou se projevit již během podání, brzy po jejím skončení nebo až za několik dnů, některé i mnohem později.

### ❖ Časné reakce:

#### • Z imunologických příčin:

- akutní hemolytická reakce (inkompatibilita erytrocytů)
- nehemolytické - hořečnaté (protilátky proti antigenům leukocytů nebo trombocytů)
- anafylaktoidní (alergie u příjemce nebo dárce)
- plicní (poškození plic protilátkami proti leukocytům)

#### • Z neimunologických příčin:

- hořečnaté (přítomnost pyrogenů nebo mírná bakteriální kontaminace)
- bakteriálně toxická (endotoxinový šok při masivní kontaminaci)
- oběhové (transfúze nepřiměřeného objemu, vzduchová embolie, vyšší koncentrace kalia atd.)
- citrátová toxicita (při převodech velkého množství krve)
- neimunní hemolýza (transfúze hemolyzované krve)

### ❖ Pozdní reakce:

#### • Z imunologických příčin:

- opožděná hemolytická reakce (imunologická odpověď na transfúzi erytrocytů)
- potransfuzní imunosuprese
- reakce štěpu proti hostiteli
- potransfuzní trombocytopenická purpura
- aloimunizace proti erytrocytům, leukocytům, trombocytům a plazmatic. bílkovinám
  - Z neimunologických příčin:
    - přenos infekčních chorob (virová hepatitis, HIV, lues atd.)
    - potransfuzní hemosideróza (po četných transfuzích) (5).

Většina potransfuzních reakcí je mírných a nejsou nebezpečné, ale některé mohou být závažné a mohou ohrozit život nemocného. Sledování příjemce během a po transfúzi umožňuje včasné odhalení prvních příznaků a rychlé provedení potřebných diagnostických a léčebných opatření.

- Hemolytická reakce: je způsobena destrukcí červených krvinek protilátkami příjemce transfuze. Vzniká po převodu krve neslučitelné v systému AB0. Mezi příznaky patří prudké bolesti na hrudi, v zádech, dušnost, neklid, teplota s třesavkou, zvracení, a následný rychlý rozvoj šokového stavu s příslušnou orgánovou symptomatologií. Do 24 hodin se objeví žloutenka, rozvíjí se selhání ledvin, objevuje se krvácení vyvolané spuštěnou intravaskulární koagulací. Terapie této potransfuzní reakce je zaměřena na léčení hypotenze a zvýšení průtoku krve ledvinami.

- Horečnaté reakce: horečky, někdy i s třesavkou, bývají příznakem více potransfuzních komplikací. Většina pyretických reakcí má lehký průběh a krátké trvání. U těžších případů stoupá teplota o více než 2 °C, někdy je provázena nevolností, zvracením, tachykardií, úzkostí, bolestí hlavy a dušností. Pyretické reakce léčíme antipyretiky, v těžších případech jsou indikovány kortikoidy.

- Alergická reakce: projevuje se kopřivkou, může být provázena teplotou, nevolností nebo dušností. Reakce se vyskytují většinou u příjemců s pozitivní alergickou anamnézou. Většinou jde o mírný průběh, který rychle ustupuje po podání antihistaminik, kalcia nebo malé dávky kortikoidů. Těžší typ reakce je vzácný, ale může vyvolat až anafylaktický šok. Tuto situaci je nutné řešit podáním kortikoidů a stabilizací oběhu.

- Reakce z přetížení oběhu: u těžce nemocných může rychlý převod většího množství krve vést k projevům kardiálního selhání. Většinou u starších nemocných s ischemickou chorobou srdeční a u nemocných s perniciózní anemií vyžadující krevní převod.

- Aloimmunizace: po převodu krve kompatibilní v AB0 i Rh systému mohou vzniknout protilátky proti antigenům přítomných na povrchu krvinek. Tyto protilátky většinou působí problémy jen při zkouškách kompatibility, vzácně mohou protilátky vyvolat i hemolytickou reakci.

- Reakce štěpu proti hostiteli: jde o těžkou komplikaci po transplantaci kostní dřeně. Může se objevit i po transfuzi u novorozenců, nemocných léčených chemoterapeutiky nebo ozařováním a u dalších nemocných s výraznou imunodeficiencí. První příznaky se objevují asi po 8 dnech od podání transfuze. Nejčastěji se projevuje horečkou, těžkou pancytopenií, kožními příznaky, poruchou funkcí jater a trávicího ústrojí. Jako prevence se transfuzní přípravky obsahující lymfocyty ozařují dávkou 25-30 Gy<sup>1</sup> (5).

---

<sup>1</sup> Gray (značka Gy) je fyzikální jednotka v soustavě SI. Je to jednotka absorbované dávky záření.

### 3 VÝVOJ KREVŇÍ ŘADY

#### 3.1 Vývoj kardiovaskulárního systému

Kardiovaskulární systém embrya jako první systém nastupuje svou plnou funkci. Cirkulace krve začíná přibližně začátkem 4. týdne vývoje zárodku. Krevní cévy začínají vznikat asi 18. den vývoje zárodku. Mezodermové buňky žloutkového váčku se zmnoží, a nakupí v tzv. krevní ostrůvky. Mezodermové buňky krevních ostrůvků se diferencují v hemangioblasty, společné buňky pro všechny krvinky a cévy. Z hemangioblastů se diferencují hemoblasty (hematogonie) a hemopoetické kmenové buňky. Hemoblasty se mění na embryonální krvinky, rozptýlené v primitivní krevní plazmě. V cytoplazmě embryonálních červených krvinek se tvoří embryonální hemoglobin (4, 9).

#### 3.2 Vývoj jater

Základ jater embrya se objevuje na začátku 4. týdne vývoje. Již v 1. měsíci se formují krevní ostrůvky. Během 6. týdne začíná v ostrůvcích hemopoéza s tvorbou erytrocytů a leukocytů a játra nabývají světle červené barvy. Hemopoéza dosahuje maxima v 6. -7. měsíci, dochází ke zvětšování velikosti a hmotnosti jater. V posledních dvou měsících nitroděložního vývoje hemopoéza v játrech ustává. U novorozenců lze v játrech pozorovat již jen malé ostrůvky hemopoetické tkáně (4, 9).

#### 3.3 Vývoj sleziny

Koncem 1. měsíce se objevuje první základ sleziny. Hemopoéza s vývojem erytrocytů i leukocytů začíná ve 4. měsíci a přetrvává až do pozdního fetálního období. Vrcholu dosahuje v 5. -6. měsíci. Pak se rychle zastavuje myelopoéza a současně se snižuje i erytropoéza, která pomalu doznívá až do konce fetálního života. Tvorba lymfocytů a monocytů přetrvává ve slezině po celý život (4, 9).

### 3.4 Hemopoetické kmenové buňky

Místem primitivní embryonální krvetvorby je mezenchym, ze kterého se diferencují krevní buňky embrya. První ostrůvky hemopoetické tkáně se tvoří v oblasti žloutkového vaku koncem 2. týdne. První erytroblasty se tvoří na začátku 2. měsíce prenatalního života a obsahují již stopy hemoglobinu. Toto první mesodermální stádium hemopoézy je vystřídáno ve 3. intrauterinním měsíci stádiem hepatolínéálním. V této periodě se tvoří buňky bílé řady a trombocytů. Od 5. intrauterinního měsíce se stává hlavním místem krvetvorby kostní dřev. Je to stádium medulární.

Slezina, játra, lymfatické uzliny a tymus si zachovávají u plodu určitou aktivitu. Při narození přebírá hematopoetickou funkci výhradně kostní dřev a protože nároky na krvetvorbu jsou vysoké, tak červenou kostní dřev jsou vyplněny všechny kosti.

Časně embryonální hemopoéza má morfologické odchylky od pozdějších period. Patří sem megaloblastická erytropoéza. Pozdější stádia mají erytropoézu jen normoblastickou. Jako první při zahájení dřevové krvetvorby se objeví megakaryocyty. V krvi plodu od 4. embryonálního měsíce cirkulují zralé erytrocyty. Plod v posledních 100 dnech před porodem ztrojnásobí svou masu červených krvinek. Přežívání těchto červených krvinek plodu je o něco kratší, než přežívání erytrocytů u dospělých, které je normálně 120 dní. Erytrocyty za normálních podmínek zanikají ve slezině, při čemž se hemoglobin mění na bilirubin.

Kostní dřev představuje u novorozence jediný hemopoetický orgán. V dospělosti dřevová krvetvorba postupem věku ubývá. Ve stáří se udržuje v tělech obratlů, plochých kostech a proximálních částech humeru a femuru.

V kostní dřev je za normálních okolností asi polovina červené dřevě (aktivní hemopoetická dřev) a polovina žluté kostní dřevě (tuková tkáň). Při náhlé potřebě tvorby nových krvinek se může během několika dní tuková dřev změnit v aktivní červenou. Tuto dřev lze tedy pokládat za „dřevovou rezervu“.

V dřev kostní se tvoří 3 druhy krevních buněk pro periferní krev. Červené krvinky, granulocyty a z megakaryocytů krevní destičky.

Primární zárodečnou buňkou je proerytroblast, největší buňka z červené vývojové řady. Je lehce oválný, často vybíhá do malých oblých hrbolků, je bez granul. Jádro je téměř kulaté.

Další zralejší buňkou je makroblast, o něco menší. Jak buňka sama, tak i jádro jsou úplně kulaté.

Makroblast se dělí a vyzrává v normoblast (erytroblast). Podle stupně plnění hemoglobinem normoblasty dělíme na basofilní, polychromatofilní a oxyfilní. Oxyfilní normoblast se velikostí blíží erytrocytu. Normoblast i jeho jádro jsou kulaté. Cytoplasma má tón hemoglobinu měďově červený, jako v erytrocytech (viz obr. 1).

V kostní dřeni dochází k fragmentaci jádra normoblastu a vypuzení mimo buňku. Vzniklý retikulocyt může být předán do oběhové krve. Počet retikulocytů v periferní krvi má klinicky velký význam. Jejich zmnožení v oběhové krvi znamená, že se vyplavuje ze dřene hojně nových červených krvinek. Tuto „retikulární krizi“ pozorujeme po akutní hemolýze, při těžké anemii na začátku adekvátní substituční léčby apod. (1, 6, 7).



Obrázek 1 – Erythropoéza (13)

V některých erytrocytech periferní krve, ale hlavně v kostní dřeni, lze prokázat drobná granula v cytoplasmě. Jde o železo ve formě feritinu. Tyto erytrocyty a erytroblasty nazýváme siderocyty nebo sideroblasty.

Siderocyty v periferní krvi prokážeme pouze v 0-3 promile, jen u novorozenců může být jejich počet zvýšen na 3-17 promile. Tento počet se po několika dnech extrauterinního života normalizuje. Slezina granula feritinu ze siderocytů odstraňuje. Proto se po vynětí sleziny jejich počet v periferní krvi zvyšuje i v dospělosti.

V kostní dřeni je sideroblastů více, až 60 % všech jaderných červených precursorů obsahuje granula feritinu. Avšak vyšší hodnoty sideroblastů znamenají poruchu utilizace železa v erytroblastech. Ty z patologických důvodů nemají dostatečnou možnost zabudovávat železo do hemoglobinu. Může to být na základě defektu některého z enzymů stavících hem nebo globin, ale i z exogenních příčin, jako je např. otrava

olovem. U sideropenií sideroblasty z kostní dřeně vymizí nebo se jejich počet značně sníží (1, 6).

### 3.4.1 *Specifické rysy krve tvorby plodu a novorozence*

K charakteristickým rysům embryonální a fetální krev tvorby patří přítomnost biochemicky odlišných typů hemoglobinu. Hemoglobin embryonální (fetální) - HbF a hemoglobin dospělých - HbA.

Rozlišujeme 2 typy primitivního embryonálního hemoglobinu. Jsou označovány jako Gower 1 a Gower 2. U embryí starých 4-8 týdnů převládají hemoglobiny typu Gower 1 a 2, vymizí ve 3. měsíci. Od 8. gestačního týdne je přítomen fetální hemoglobin. Asi v 6 měsících gestace je HbF 90%. Poté nastává postupný mírný pokles. Při porodu představuje fetální hemoglobin asi 85% veškerého hemoglobinu novorozence. Během postnatálního období HbF zvolna klesá na hodnoty dospělých. Hodnoty HbF u nedonošených dětí jsou o něco vyšší. Většina dětí narozených po méně než 30 týdnech má více než 90%, zatímco děti narozené po 36. týdnu mají méně než 90% fetálního hemoglobinu (viz tab. 4 s. 24, tab. 5 s. 24).

Fetální hemoglobin se některými vlastnostmi liší od hemoglobinu dospělých. Je alkalirezistentní a má vyšší afinitu ke kyslíku. Skládá se ze dvou 2 řetězců gama, které jsou náhradou řetězců beta normálního Hb dospělých.

V prvních týdnech života novorozence dochází k fyziologickým změnám krve, které se týkají především červené složky. Pokles hemoglobinu a červených krvinek je v prvním týdnu celkem malý. V poporodním období dochází k normální nebo jen lehce zvýšené destrukci erytrocytů, která zůstává v mezích jejich normálního přežívání. Trvalé klesání hemoglobinu a počtu červených krvinek přechází do prvních měsíců kojeneckého věku.

Vysoké hodnoty retikulocytů nalézané v krvi při narození, jsou odrazem aktivní erythropoézy z fetálního života. Hodnoty nalézané po porodu přetrvávají asi 3 dny. Poté jejich počet pozvolna klesá na hodnoty dospělých. Častým nálezem v prvních dnech života novorozence je přítomnost normoblastů v periferní krvi, ten většinou mezi 3. -5. dnem vymizí.

Počet krevních destiček se po porodu významně neliší od hodnot dospělých. U nedonošených dětí mohou být nalezeny nižší počty destiček. Významnější jsou jejich



morfologické, kvalitativní a biochemické odlišnosti. Novorozenecké destičky mají sníženou adhezivní a agregační schopnost (6).

Tabulka 4 - Fyziologické rozmezí biochemických parametrů novorozence

	Novorozenci	Kojenci	Děti	Dospělí
<b>Fe</b> Umol/l	12,2	24 (4-28)	11	12 - 27
<b>Vazebná kapacita pro Fe</b> Umol/l	47	63	69-93	45-72
<b>Hemoglobin</b> (krev) g/l	pupečník: 140-190 1.d.: 165-230 14.d.: 150-190	2.m.: 100-135 12.m.: 110-140	2.r.: 109-137 10.r.: 119-155	M: 152-199 Ž: 119-172
<b>Fetální hemoglobin</b> l/l	0,71- 0,95	2.m.: 0,11-0,33 12.m.: 0,02-0,12	2.r.: 0,002- 0,085 12.r.: 0,001-0,014	0,011
<b>Transferin</b> g/l	1,81 +- 0,45	2,85 +- 0,73	2,73 +- 0,79	2,0 +- 4,0

(6)

Tabulka 5 - Hematologické údaje u nedonošených novorozenců

	1. den	7.den
	průměr	
<b>Erythrocyty</b> 10 <sup>6</sup>	5,1	4,9
<b>Hematokrit</b>	60	56
<b>Hemoglobin</b> g/l	190	178
<b>Retikulocyty</b>	3,2	0,5

(6)

## 4 FYZIOLOGIE A PATOFYZIOLOGIE KRVE

### 4.1 Obecné vlastnosti krve

Krev je neprůhledná tekutina sytě rudé barvy. Její barva do značné míry závisí na saturaci hemoglobinu kyslíkem. Arteriální krev je světle rudá, venosní krev je tmavě rudá.

Skládá se z tekuté složky (krevní plazma) a z korpuskulárních částic (červené krvinky-erytrocyty, bílé krvinky-leukocyty a destičky krevní - trombocyty) (1).

### 4.2 Množství krve

Celkový objem cirkulující krve u dospělých je 6-8% tělesné váhy, přičemž se uplatňují pohlavní rozdíly. U mužů je to asi 76 ml/KG váhy, u žen 66 ml/kg váhy. Novorozenec má asi 300 ml celkový objem krve. V prvním roce života se objem asi 2x zvětší, ale později jsou již vztahy objemu krve k tělesné váze jako u dospělých (1).

### 4.3 Korpuskulární složky červené krevní řady

Červená krevní řada se také označuje jako erytron. Pro tvorbu erytronu má jednoznačný význam železo, bílkoviny, vitamíny B 12 a B6, kyselina listová, některé endokrinní žlázy a erythropoetin.

Červená krvinka neboli erytrocyt je v periferní krvi buňka bezjaderná. Morfologicky je tvořena membránou, stromatem, náplní krevním barvivem neboli hemoglobinem a některými enzymy a metabolity.

Elastická buněčná membrána dovoluje erytrocytu značnou deformaci během průtoku úzkými kapilárami. Vzhledem k obsahu hemoglobinu je předimenzovaná, erytrocyt tedy nemá kulovitou formu, ale formu plochého kotouče uprostřed promáčkého. Membrána je silná 5-12 nanometrů (dále jen nm) a sestává se

z cholesterolu, lipoproteinů, glykoproteinů a obsahuje též některé enzymy. Má 3 vrstvy a jsou v ní póry velikosti 0,5 nm, které pravděpodobně dovolují přímý přechod molekul do určité velikosti.

Stroma je síťovina tvořená bílkovinami a lipidy. Na této struktuře je do značné míry závislý bikonkávní tvar erytrocytu.

Průměr erytrocytu je 7,2- 7,5 mikrometrů, největší tloušťka je 2,1 mikrometru a uprostřed vklesliny je tloušťka asi 1 mikrometr.

Velikost průměru erytrocytů je cennou informací pro normalitu nebo abnormalitu erythropoézy. Malé erytrocyty se také tvoří při nedostatku železa.

U erytrocytu představuje 60% váhy krvinky voda a podíl 40% je převážně hemoglobin. Kromě hemoglobinu obsahuje erytrocyt i enzymy a metabolity vznikající při energetické přeměně v erytrocytu. V důsledku ztráty jádra erytrocytu dochází i ke ztrátě cytoplazmatických organel, jako jsou ribozomy a mitochondrie. Ještě retikulocyt obsahuje zbytky enzymových struktur (1, 7).

Tabulka 6 – Fyziologické hodnoty hemoglobinu

	<b>1 - 7 dnů</b>	<b>135-205</b>
	<b>1 - 2 týdny</b>	<b>125-205</b>
	<b>2 - 4 týdny</b>	<b>117-190</b>
	<b>1 - 6 měsíců</b>	<b>95-140</b>
	<b>0,5 - 2 roky</b>	<b>105-135</b>
	<b>2 - 6 let</b>	<b>115-135</b>
	<b>6 - 12 let</b>	<b>115-155</b>
	<b>12 - 15 let</b>	<b>120-160</b>
<b>Muži</b>	<b>15 - 18 let</b>	<b>130-160</b>
<b>Ženy</b>	<b>15 - 18 let</b>	<b>120-160</b>
<b>Muži</b>	<b>18 - 110 let</b>	<b>135-174</b>
<b>Ženy</b>	<b>18 - 110 let</b>	<b>116-163</b>

(19)

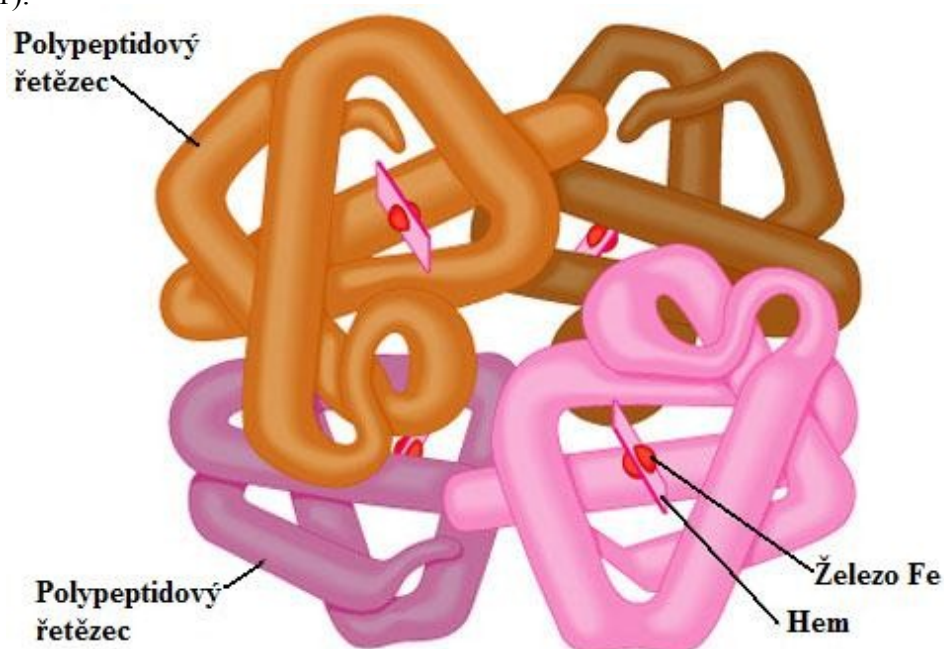
Hodnoty uvedené v tabulce 6, str. 26, jsou odvislé od nejrůznějších okolností jako např. tělesné váhy, výšky a povrchu těla, ale i okamžitého stavu fyzického nebo psychického zatížení. Fyziologický vzestup počtu erytrocytů a hemoglobinu nacházíme u osob vystavených chronicky hypoxii, to jsou obyvatelé vysokých nadmořských poloh.

Značný vliv na hodnoty erytrocytů a hemoglobinu má stáří. Po narození a v prvních týdnech života nalézáme vysoké hodnoty, poté klesají dosti rychle a minima dosahují kolem 3. měsíce. Až do puberty stoupají hodnoty u chlapců i děvčat prakticky stejně (1).

#### 4.3.1 Hemoglobin

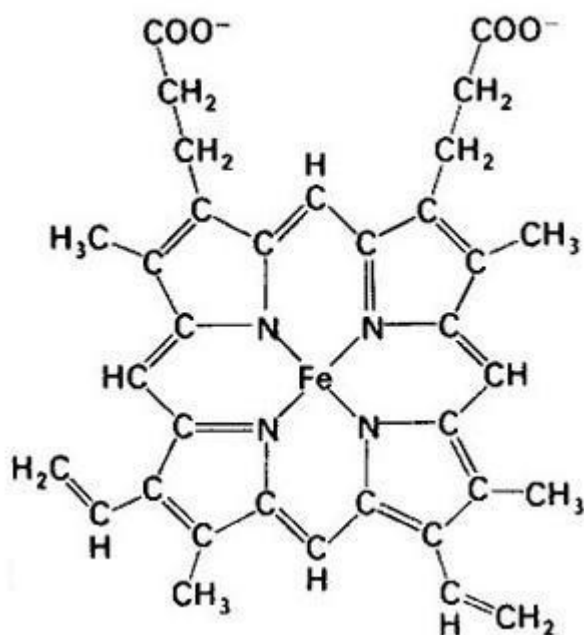
Hemoglobin neboli červené krevní barvivo, je nejdůležitější součástí červených krvinek. Jeho počáteční tvorba je již v jaderných krvinkách červené vývojové řady a zbytky jeho tvorby prokážeme ještě v retikulocytech. Skládá se ze dvou složek. Ze skupiny HEMU, který tvoří 4% molekuly hemoglobinu a z proteinového nosiče GLOBINU, představujícího zbytek molekuly.

Molekulu globinu tvoří albumin složený ze 4 polypeptidových řetězců. Každý z těchto řetězců nese jednu skupinu hemu. To znamená, že jedna molekula hemoglobinu obsahuje 4 hemy (viz obr. 2). Atomy dusíku společně váží 1 atom železa (viz obr. 3, s. 28) (1).



Obrázek 2 – Hemoglobin

(12)



Obrázek 3 - Hem

(16)

Sám Hem dostane schopnost reversibilní vazby kyslíku až po svém spojení s molekulou globinu. Po přijetí kyslíku se hemoglobin nazývá oxyhemoglobin. Když ve tkáních odevzdá kyslík, nazývá se redukovaný hemoglobin. Změní-li se procesem oxidace dvojmocné železo na železo trojmocné, vznikne tzv. methemoglobin, který není schopen přenášet kyslík. Také karboxyhemoglobin CO-Hb má ztrátu schopnosti přenášet kyslík.

Afinita hemoglobinu k CO je 300x větší než ke kyslíku a jen velmi pomalu je CO uvolňován. Ve vdechovaném vzduchu stačí jen malé množství CO, aby přivedilo těžkou otravu.

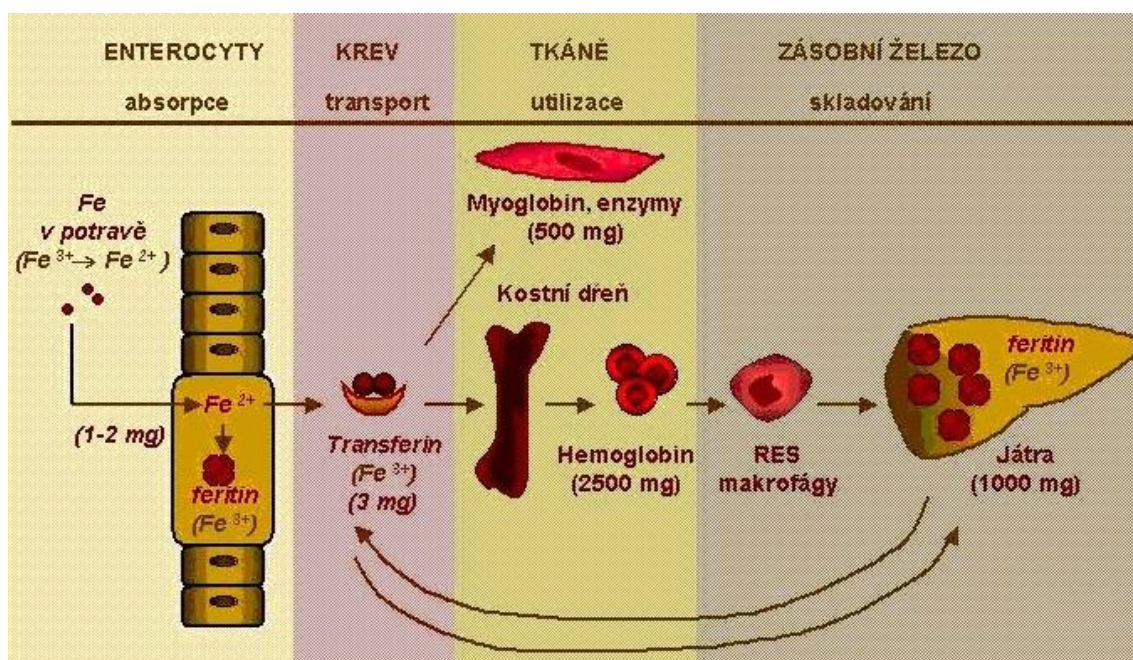
Funkce Hb spočívá v přenosu kyslíku. Kyslík absorbuje při průtoku plicními kapilárami ze vzduchu. Poté ho transportuje do tkání, kde kyslík odevzdá.

Po zániku erytrocytu jako buňky se hemoglobin odbourává v retikuloendoteliálních buňkách a jednotlivé stavební složky prodělávají vlastní metabolismus. Železo, které je uvolněno z vazby se prakticky všechno reutilizuje nebo je vázáno ve formě Ferritinu (1).

#### 4.3.2 Železo (viz příl. 1)

Železo patří k základním stopovým prvkům, nezbytným pro organismus. Je funkčním místem hemoglobinu, které mu umožňuje vazbu kyslíku tak volnou, že O<sub>2</sub> je uvolňován na základě saturačního spádu.

Celkové množství železa kolísá u dospělých podle tělesné váhy v rozmezí 3-5 g a je větší u mužů než u žen. Představuje to asi 45-60 mg na kg váhy. Největší podíl představuje železo v hemoglobinu cca 70%. Jen 0,1- 0,3 g železa je obsaženo v myoglobinu. Ostatní části mají asi 100 mg, takže zbytek železa je uložen v zásobách představovaných feritinem a hemosiderinem. Ty jsou ve všech orgánech těla s převahou v játrech, kostní dřeni a ve slezině (viz obr. 4). Železo, které se právě nachází v krvi, je vázáno na specifický nosič bílkovinné povahy tzv. transferin. Jeho podíl je pouze 4 mg (1, 7).



Obrázek 4 – Distribuce železa v organismu

(15)

Veškeré železo se do těla dostává pouze ze zažívacího traktu. Výjimkou je období fetálního života, kdy přestupuje přes placentu z cirkulace krve matky.

Pro dospělého člověka činí potřeba železa asi 10-30 mg denně. Z potravy se železo vstřebává v duodenu a proximálním jejunu. Potřeba železa stoupá u žen při menstruaci a v těhotenství. Tato potřeba se zvyšuje v těhotenství na 18 mg. Také

v období růstu organismu dětí a mládeže potřeba stoupá. U dětí se doporučuje příjem železa 10 mg/den. U nedonošených dětí 2 mg železa/kg/den do maximální denní dávky 15 mg.

Mechanismus resorpce železa ve střevě není dosud plně objasněn. Resorbuje se z potravy v celém GIT traktu, nejvíce však v duodenu a horním jejunu. Vzniku rozpustných chelátů železa napomáhá žluč obsahem kyseliny askorbové a pankreatická šťáva. Železo přestoupí přes buněčnou membránu střevní sliznice do buňky buď difúzí, nebo pomocí nějakého enzymu. Rozhodující je aktivní transport. Teprve při podání značně vysokých dávek se uplatňuje i pasivní difúze. Dojde k vazbě železa na apoferritin. Tak se vytvoří komplex železa s bílkovinou zvaný ferritin. Tento komplex železa a bílkoviny se opět rozpadne a železo přestoupí do krve, kde je navázáno na přenašečový globulin, zvaný transferin. Část železa může projít buňkou střevní sliznice i v tzv. volné formě.

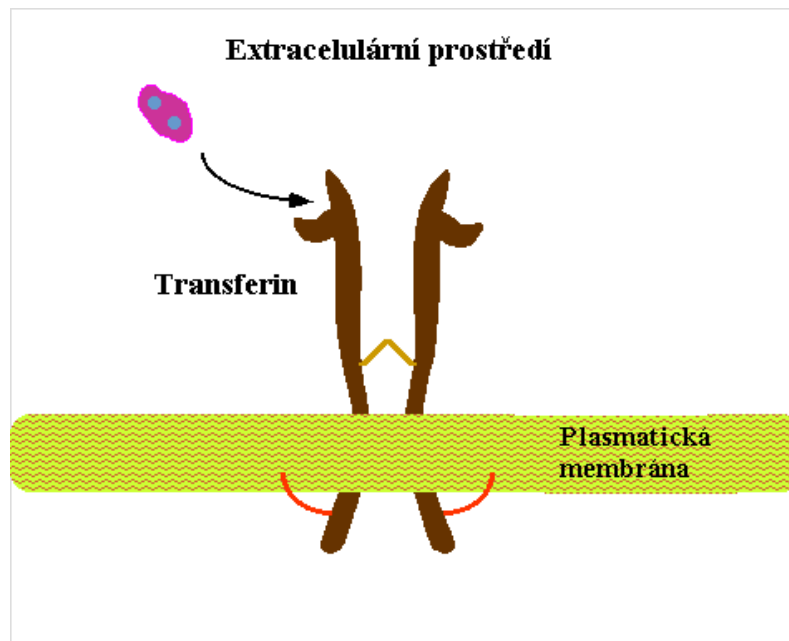
Resorpce železa ze střeva podléhá zpětné regulaci. Řídí se potřebou hemopoézy. Čím větší je erytropoéza a čím nižší jsou zásoby železa, tím více se ho resorbuje. Naopak, při aplastických anémiích, kdy je téměř vyhaslá červená krevetvorba, nebo při polyglobulii vyvolané transfúzí krve, je resorpce železa ze střeva snížena. Sama hladina železa v krvi ovšem ovlivňuje resorpci jen nepatrně. Vysoké hladiny ferritinu ve střevní sliznici blokují do značné míry další resorpci.

V žaludeční šťávě byl nalezen tzv. gastroferin, činitel bílkovinné povahy, podobný plastickému transferinu. Váže železo a brání tak jeho resorpci. Po velkých krevních ztrátách klesá obsah gastroferinu v žaludeční šťávě a resorpce se zvyšuje (1, 7, 8, 11).

### 4.3.3 *Transferin*

Jak již bylo řečeno, v plasmě je pro přenos železa k dispozici transferin, který při dělení plasmatických bílkovin putuje do oblastí globulinů. Jedna molekula tohoto globulinu může vázat 2 atomy železa (viz obr. 5, str. 31) (1).





Obrázek 5 – Transferin

(18)

Transferin je tvořen v jaterní buňce, proto je jeho množství ovlivňováno funkční schopností jaterního parenchymu. Dospělá osoba má v krvi 7-15 g transferinu. V cirkulující krvi je asi polovina z tohoto množství a polovina pak v mezibuněčném prostoru. Prakticky všechno plasmatické železo je vázáno na transferin, jen malá část je vázána na haptoglobin a hemopexin.

Transferin přináší ke tkáňovým buňkám atomy železa. Jsou to buňky kostní dřeně a erytroblasty, které zabudovávají železo do tvořícího se hemoglobinu. A jsou to buňky tělové, především jaterní. Přes buněčnou membránu se železo pomocí přechodné vazby přenáší na komplex adenosinfosfátu a kyseliny askorbové. Uvnitř buňky se pak váže na obvyklý nosič apoferitin. V erythropoetických buňkách se železo nabídne hemosyntéze pro zabudování do hemu.

Koncentrace transferinu v plasmě je 300 - 400 mg na 100 mikrolitru krve, což představuje celkovou vazebnou kapacitu pro železo. Ta činí 250-400 mikrogramu. Využita je jen asi 1/3 celkové vazebné kapacity, zbytek je tzv. volná vazebná kapacita.

Stanovení obou těchto hodnot a stanovení plasmatického železa je cenným vodítkem pro posouzení stavu metabolismu železa (1, 8, 11).



### 3.3.4 Plasmatické železo

Plasmatické železo je skoro všechno vázáno na transferin. Jeho normální hladiny jsou u mužů 80-150 mikrogramu/100 mikrolitru, a u žen 70-130 mikrogramu/100 mikrolitru.

U dětí v prvních týdnech života klesá hladina velmi prudce k hodnotám kolem 50 mikrogramu. Ve druhém měsíci stoupá na hodnotu asi 140 mikrogramu, v šestém měsíci klesá pod 100 mikrogramu a pak pomalu stoupá. Až kolem 7. roku života se dostává na hladiny jako u dospělých.

Na hladinách plasmatického železa se podílí i denní rytmy. Ráno jsou hodnoty o 10-30 % vyšší než večer.

Denní obrat železa je 25-30mg. Při celkovém množství železa 3-4 mg cirkulujícího v krvi je to velké množství, ale je to způsobeno neustále se rozpadajícími a tvořícími erytrocyty, takže přesuny železa jsou rychlé (1).

### 4.3.5 Zásobní železo

Zásobní železo představuje asi  $\frac{1}{3}$  –  $\frac{1}{4}$  celkového tělesného železa v organismu. Vyskytuje se ve dvou formách. Jako ve vodě rozpustný Ferritin a nerozpustný hemosiderin (viz tab. 7, s. 33). Obě tyto formy jsou v buňkách vázány na bílkovinu apoferritin.

Ferritin představuje fyziologickou formu zásob a obsahuje asi 20% železa. Podle potřeby se z ferritinu uvolňuje železo tzv. xantinoxydázou.

Hemosiderin obsahuje 30-37 % železa. Z hemosiderinu se železo uvolňuje velmi pomalu a dokonce z určitého množství hemosiderinu nelze železo uvolnit vůbec. Hemosiderin se může přeměnit na ferritin, takže oba způsoby zásobního železa se navzájem do jisté míry doplňují.

Ukládání železa do zásob závisí na množství resorbovaného železa ze zažívacího traktu a odvíjí se také od požadavků kostní dřeně při stavbě hemoglobinu.

V dětském věku odpovídá množství zásobního Fe okamžité potřebě rostoucího organismu. Od 4. měsíce života do 2. roku jsou rezervy nízké, stejně jako v období růstu a puberty (1, 8, 11).

Tabulka 7 – Formy železa v organismu

Forma	Funkce	Protein	Množství v g
<b>Aktivní železo</b>	transport kyslíku	hemoglobin	2,5 - 3,0
		myoglobin	0,3
	přenos elektronů	cytochromy, cytochromoxidasa	0,2
	rozklad peroxidu vodíku	katalasa, peroxidasa	
<b>Zásobní železo</b>		feritin, hemosiderin	0,8 - 1,0
<b>Transportní železo</b>		transferin	0,003

(15)

## PRAKTICKÁ ČÁST

### 5. VÝZKUMNÁ STUDIE

#### 5.1 Cíle výzkumné studie

##### **Hlavní cíle:**

1. Zjistit, zda u nedonošených novorozenců dojde po podání krevní transfuze mezi 1. a 10. dnem po narození ke změně hladiny Ferritinu v krevním séru.
2. Porovnat hodnoty Ferritinu u nedonošených novorozenců, kterým krevní transfuze nebyla podána, s nedonošenými novorozenci, kterým transfuze aplikována byla.
3. Porovnat hodnoty Ferritinu 1. den po narození naměřené u nedonošených novorozenců s hladinou udávanou pro fyziologické novorozence.

#### 5.2 Metodika výzkumné studie

##### *5.2.1 Metody získávání a zpracování dat*

K získání potřebných dat byla použita observační metoda (biochemické a hematologické vyšetření krve) a analýza dokumentace. Výzkumnému šetření předcházelo studium odborné literatury na dané téma.

##### *5.2.1.1 Organizace studie*

Výzkumná studie byla realizována od měsíce dubna 2008 do prosince roku 2009 ve Fakultní nemocnici Olomouc na jednotce intenzivní a resuscitační péče novorozeneckého oddělení. Celkem bylo vyšetřeno 282 novorozenců. Dle vstupních a vylučujících kritérií bylo do studie zařazeno 196 novorozenců, 104 dívek (53,1 %) a 92 chlapců (46,9 %). 34 dětem (17,3 %) byla mezi 1. dnem a 10. dnem po narození podána transfuze, 162 dětí (82,7 %) transfuzi nemělo.

Odběr krve novorozenců na příslušná vyšetření pro stanovení parametrů metabolismu Fe a hodnot červeného krevního obrazu prováděli kompetentní pracovníci JIRP novorozeneckého oddělení FNO. Bakalářská práce je zaměřena na parametry metabolismu Fe a to na hodnoty ferritinu v krevním séru.

Potřebné parametry se vyšetřovaly ve dnech: 1., 10., 21., 42., 63., 84., 105., a 126. den vždy do propuštění z novorozeneckého odd. Pro tuto bakalářskou práci byly vyhodnocovány parametry vyšetřené 1. a 10. den života novorozence. Uvedené hodnoty se dávaly do vztahu ke gestačnímu věku a porodní hmotnosti (viz příl. 2), pohlaví a aplikaci krevní transfuze (viz příl. 3).

#### 5.2.1.2 Zpracování dat

K výsledkům hematologického vyšetření byly podle rodného čísla a pohlaví přiřazeny další údaje o příslušném novorozenci získané z dokumentace novorozeneckého oddělení.

K analýze a zpracování získaných dat byl použit program MS Excel 2003. Ke statistické analýze dat byl použit software SPSS verze 15 (SPSS Inc., Chicago, USA).

Kvalitativní znaky byly popsány pomocí četnostních tabulek a grafů, kvantitativní znaky byly popsány pomocí základních popisných statistik: průměrné hodnoty, minimální a maximální hodnoty, mediánu a směrodatné odchylky.

Ke zjištění významnosti změny Ferritinu 10. den v porovnání s 1. dnem ve skupině dětí s transfuzí a bez transfuze bylo použito Wilcoxonova párového testu. Posouzení vlivu transfuze na velikost změny hladiny Ferritinu v procentech bylo provedeno pomocí testu Mann-Whitney. Porovnání hladiny Ferritinu naměřené 1. den s hladinou udávanou pro fyziologické novorozence je uvedeno v tabulce popisné statistiky a distribučním grafu pomocí percentilů.

### 5.3 Charakteristika zkoumaného souboru

Odběr venózní krve u novorozenců byl proveden na novorozeneckém oddělení JIRP Fakultní nemocnice Olomouc.

### 5.3.1 Vstupní kritéria

■ Nedonošení novorozenci narození do ukončeného 37. týdne gravidity (36 + 6), kteří byli hospitalizováni ve Fakultní nemocnici Olomouc na JIRP novorozeneckého oddělení.

■ Nedonošení novorozenci u kterých byly 1. a 10. den života vyšetřeny hladiny sérového ferritinu.

Zařazení do studie prováděl vedoucí bakalářské práce.

### 5.3.2 Kritéria vylučující ze studie

Do studie nebyli zařazeni novorozenci, pokud splňovali některou z následujících podmínek:

■ Vzorek krve nebyl odebrán 1. a 10. den po narození, tzn., že nebyly vyšetřeny potřebné parametry metabolismu Fe.

■ Novorozenci narození po ukončeném 37. týdnu gravidity (37 + 1).

O nezařazení rozhodoval vedoucí bakalářské práce.

### 5.3.3 Popis zkoumaného souboru

Vyšetřeno bylo celkem 282 novorozenců, zařazeno do studie jich bylo 196 novorozenců, 104 dívek (53,1 %) a 92 chlapců (46,9 %). 34 dětem (17,3 %) byla mezi 1. dnem a 10. dnem po narození podána transfuze, 162 dětí (82,7 %) transfuzi nemělo. Všichni novorozenci byli hospitalizováni ve Fakultní nemocnici Olomouc na novorozeneckém oddělení JIRP. Tito novorozenci odpovídali indikačním kritériím zařazení do výzkumné studie.

Novorozenci ze zkoumaného souboru dosahovali těchto průměrných hodnot:

**Gestační věk v okamžiku porodu:** Ø 32 týdnů, SD 3 týdny (rozmezí 23-37 týdnů)

**Gestační věk v okamžiku porodu u dětí s transfuzí:**

Ø 28 týdnů, SD 3 týdny (rozmezí 23-34 týdnů)

**Gestační věk v okamžiku porodu u dětí bez transfuze:**

Ø 32 týdnů, SD 2 týdny (rozmezí 24-37 týdnů)

**Hodnota Ferritinu u dětí s transfuzí: 1. den:** Ø 355,6, SD 1223,0 (rozmezí 27-7251)

**10. den:** Ø 408,7, SD 276,4 (rozmezí 125-1487)

**Hodnota Ferritinu u dětí bez transfuze 1. den:** Ø 192,8, SD 692,3 (rozmezí 6-8817)

**10. den:** Ø 233,0, SD 119,5 (rozmezí 15-623)

**Hodnota ferritinu u všech dětí 1. den:** Ø 221,1, SD 807,9 (rozmezí 6-8817)

**10. den:** Ø 263,5, SD 170,8 (rozmezí 15-1487)

## 5.4 Výsledky výzkumné studie

### 5.4.1 Nedonošené děti – popis souboru a statistika hladiny FER 1. den a 10. den po narození

#### Popisné charakteristiky souboru dětí:

Ve sledovaném souboru bylo celkem 196 dětí, 104 dívek (53,1 %) a 92 chlapců (46,9 %). 34 dětem (17,3 %) byla mezi 1. dnem a 10. dnem po narození podána transfuze, 162 dětí (82,7 %) transfuzi nemělo.

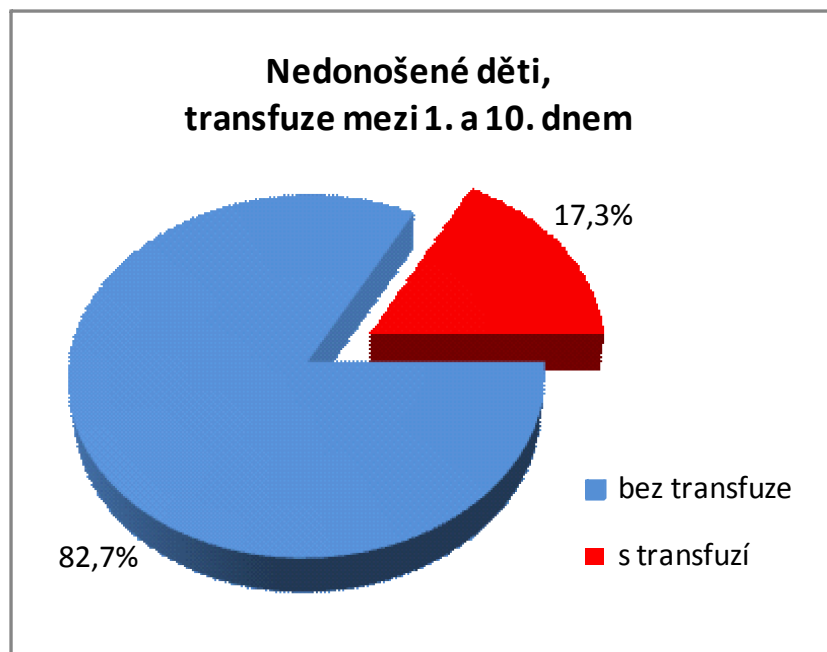
Průměrný gestační věk dětí byl 32 týdnů (min–max: 23-37 týdnů, směrodatná odchylka věku 3 týdny). Ve skupině dětí s transfuzí byl průměrný gestační věk 28 týdnů (min-max: 23-34 týdnů, směrodatná odchylka 3 týdny). Ve skupině dětí bez transfuze byl průměrný gestační věk 32 týdnů (min-max: 24-37 týdnů, směrodatná odchylka 2 týdny).

Tabulka 8 - počet chlapců a dívek ve skupině dětí s transfuzí a bez transfuze

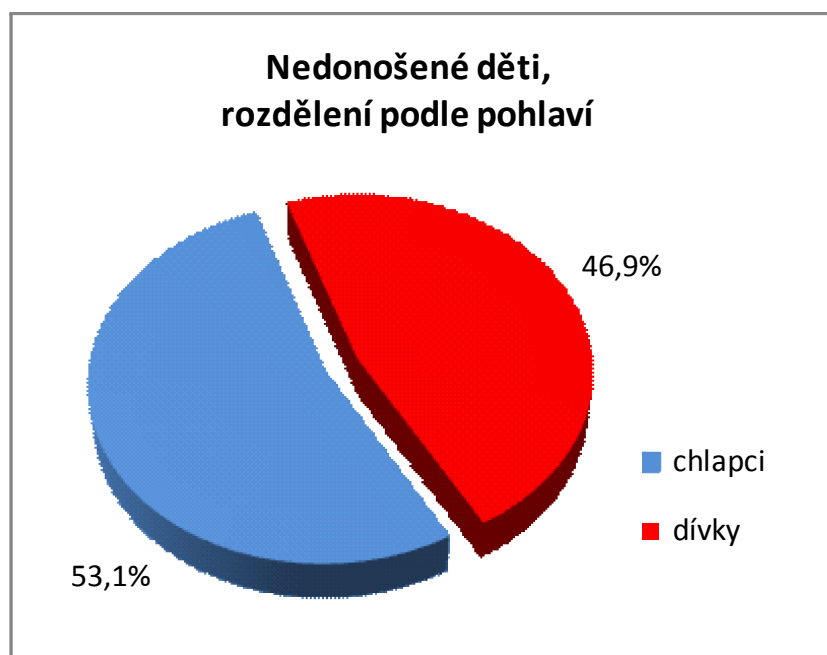
**Kontingenční tabulka**

			Pohlaví		Celkem
			dívky	chlapci	
transfuze mezi 1. a 10. dnem	bez transfuze	Četnost	86	76	162
		%	53,1%	46,9%	100,0%
	s transfuzí	Četnost	18	16	34
		%	52,9%	47,1%	100,0%
Celkem		Četnost	104	92	196
		%	53,1%	46,9%	100,0%

Graf 1 – Nedonošené děti, transfuze mezi 1. a 10. dnem života



Graf 2 – Rozdělení nedonošených novorozenců podle pohlaví



Tabulka 9 - Gestační věk (v týdnech)

**Gestační věk**

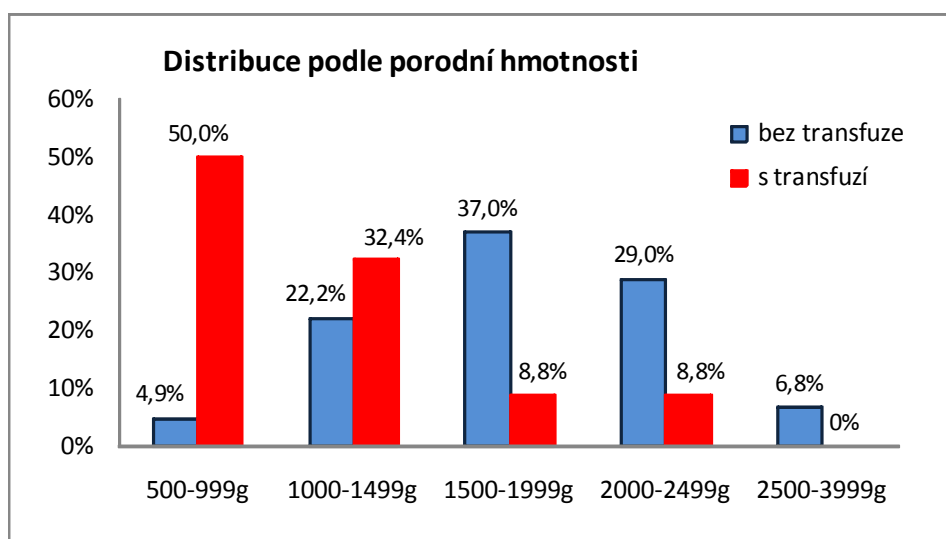
transfuze	N	Minimum	Maximum	Medián	Průměr	Směrodatná odchylka
bez transfuze	162	24	37	33,0	32,2	2,4
s transfuzí	34	23	34	28,5	28,1	3,1
Celý soubor	196	23	37	32,0	31,5	2,9

Tabulka 10 - Rozdělení dětí podle porodní hmotnosti

**Kontingenční tabulka - porodní hmotnost**

		500g-999g	1000g-1499g	1500g-1999g	2000g-2499g	2500g-3999g	Celkem
bez transfuze	Četnost	8	36	60	47	11	162
	%	4,9%	22,2%	37,0%	29,0%	6,8%	100,0%
s transfuzí	Četnost	17	11	3	3	0	34
	%	50,0%	32,4%	8,8%	8,8%	,0%	100,0%
Celkem	Četnost	25	47	63	50	11	196
	%	12,8%	24,0%	32,1%	25,5%	5,6%	100,0%

Graf 3 - Distribuce dětí podle porodní hmotnosti



**Hladina FER 1. den a 10. den po narození v celém souboru a ve skupině dětí s transfuzí a bez transfuze:**

Ve skupině dětí s transfuzí byl medián hladiny Ferritinu 1. den po narození 119 µg/l (min-max: 27-7251 µg/l), 10. den po narození 320 µg/l (min-max: 125-1487 µg/l).

Ve skupině dětí bez transfuze byl medián hladiny Ferritinu 1. den po narození 113 µg/l (min-max: 6-8817 µg/l), 10. den po narození 225 µg/l (min-max: 15-623 µg/l).

Distribuce hodnot Ferritinu 1. a 10. den po narození ve skupině dětí s transfuzí a bez transfuze je zobrazena pomocí kvartilových krabicových grafů (tzv. box grafů). Z grafů je zřejmé, že distribuce hodnot je doprava zešikmená.

Box graf popisuje distribuci hodnot měřeného parametru pomocí kvartilů. Siná čára uvnitř boxu reprezentuje medián hodnot (tj. 2. kvartil), dno boxu reprezentuje 1. kvartil a víko boxu 3. kvartil. Výška boxu odpovídá mezikvartilovému rozpětí (tj. charakteristice variability dat – v intervalu mezi 1. a 3. kvartilem leží 50% naměřených



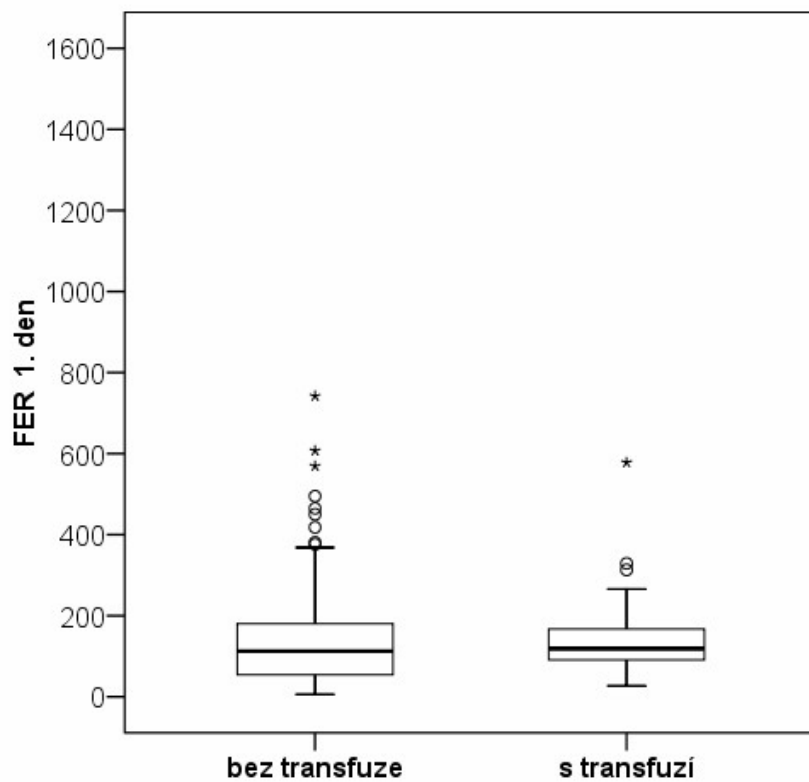
hodnot). Anténka dole a nahoře odpovídají minimální a maximální neodlehle hodnotě. Odlehle hodnoty jsou označeny symbolem kroužek a extrémní hodnoty symbolem hvězdička.

Tabulka 11 - popisné charakteristiky FER 1. a 10. den po narození

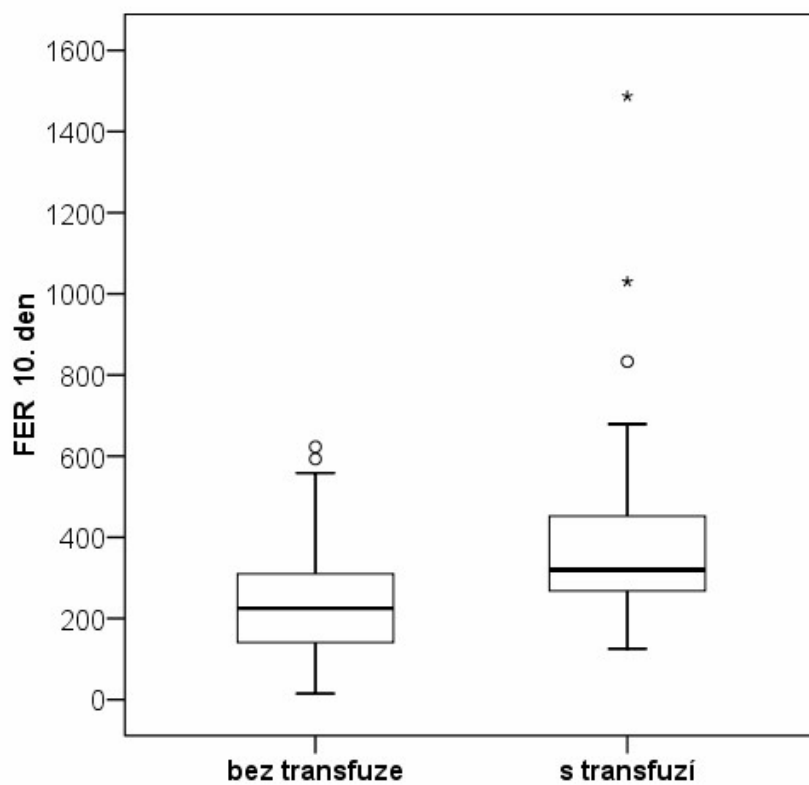
**Hladina FER 1. a 10. den po narození**

transfuze		FER /1	FER /10
bez transfuze	N	162	162
	Minimum	6	15
	Maximum	8817	623
	Medián	112,5	225,0
	Průměr	192,8	233,0
	Směrodatná odchylka	692,3	119,5
s transfuzí	N	34	34
	Minimum	27	125
	Maximum	7251	1487
	Medián	119,0	320,0
	Průměr	355,6	408,7
	Směrodatná odchylka	1223,0	276,4
celý soubor	N	196	196
	Minimum	6	15
	Maximum	8817	1487
	Medián	114,5	256,5
	Průměr	221,1	263,5
	Směrodatná odchylka	807,9	170,8

Graf 4 – rozdělení hodnot Ferritinu 1. den po narození



Graf 5 – rozdělení hodnot Ferritinu 10. den po narození



5.4.2 *Popisné charakteristiky změny hodnot Ferritinu 10. den po narození vzhledem k hodnotám 1. den po narození.*

Tabulka uvádí základní popisné charakteristiky změny hladiny Ferritinu v procentem a absolutních hodnotách v  $\mu\text{g/l}$ . Vzhledem k nenormální distribuci hodnot diferencí je vhodnější charakterizovat tuto změnu pomocí mediánu a percentilů.

Tabulka 12 - Popisné statistiky změny FER 10. den – celý soubor

**Popisné statistiky**

		změna FER 10. den v %	změna FER 10. den
N	Počet naměřených hodnot	196	196
Průměr		211,5	42,4
Směrodatná chyba průměru		24,3	57,6
Medián		115,6	97,5
Směrodatná odchylka		339,5	805,8
Minimum		-96,2	-8479,0
Maximum		2070,0	1373,0
Percentily	5	-35,4	-140,0
	10	-14,8	-35,1
	25	25,7	33,3
	50	115,6	97,5
	75	241,4	189,0
	90	494,1	261,7
	95	864,2	354,6

Tabulka 13 - Popisné statistiky změny FER 10. den – soubor bez transfuze

**Popisné statistiky<sup>a</sup>**

		změna FER 10. den v %	změna FER 10. den
N	Počet naměřených hodnot	162	162
Průměr		197,3	40,2
Směrodatná chyba průměru		26,9	53,8
Medián		106,2	91,0
Směrodatná odchylka		342,5	685,4
Minimum		-96,2	-8479,0
Maximum		2070,0	523,0
Percentily	5	-35,0	-139,0
	10	-22,5	-37,9
	25	20,6	21,8
	50	106,2	91,0
	75	231,8	172,3
	90	448,4	228,3
	95	772,5	293,4

a. děti bez transfuze

Tabulka 14 -Popisné statistiky změny FER 10. den – soubor s transfuzí

**Statistics<sup>a</sup>**

		změna FER 10. den v %	změna FER 10. den
N	Počet naměřených hodnot	34	34
Průměr		279,1	53,2
Směrodatná chyba průměru		55,1	213,2
Medián		171,2	195,0
Směrodatná odchylka		321,0	1243,2
Minimum		-93,8	-6799,0
Maximum		1204,4	1373,0
Percentily	5	-67,8	-1838,5
	10	-6,4	-22,0
	25	57,3	90,3
	50	171,2	195,0
	75	401,1	300,8
	90	835,3	675,0
	95	1152,0	990,5

a. děti s transfuzí

### Výsledky testů normality změny FER 10. den vzhledem k 1. dni:

Pro ověření normality hodnot změny Ferritinu ve skupině dětí s transfuzí byl použit Shapiro-Wilk test, který se používá v případě, že počet hodnot  $n < 100$ . Pro ověření normality hodnot změny Ferritinu ve skupině dětí bez transfuze byl použit test Kolmogorov-Smirnov. Testy prokázaly nenormální distribuci změny hodnot, hladina signifikance všech testů byla menší než 0,05.

Tabulka 15 - výsledky testů normality dat

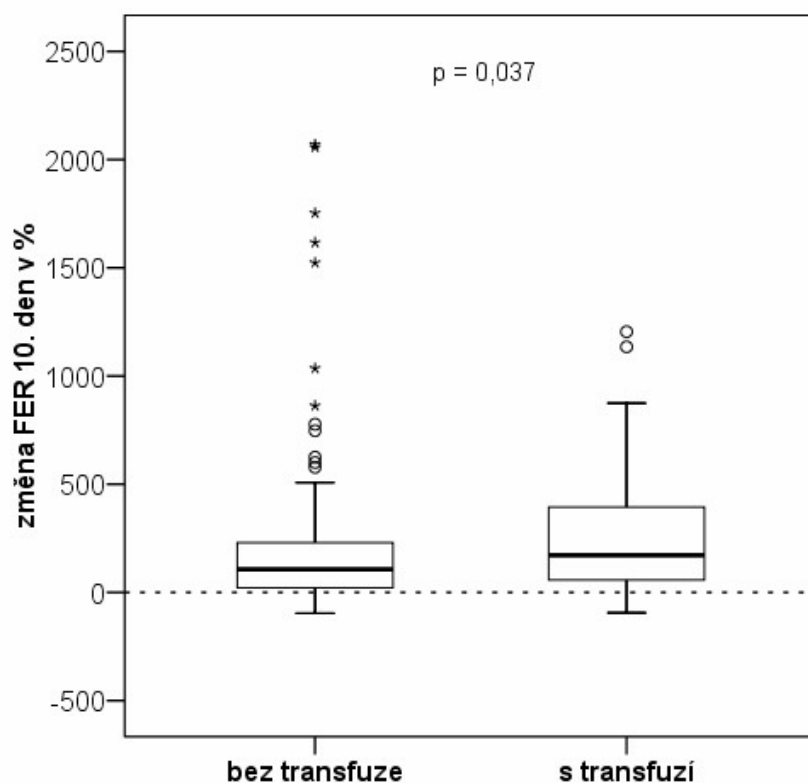
**Tests of Normality**

		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistika	df	Sig.	Statistika	df	Sig.
změna FER 10. den v %	bez transfuze	,230	162	<b>&lt; 0,0001</b>	,824	34	<b>&lt; 0,0001</b>
	s transfuzí						
změna FER 10. den	bez transfuze	,365	162	<b>&lt; 0,0001</b>	,338	34	<b>&lt; 0,0001</b>
	s transfuzí						

a. Lilliefors Significance Correction

Popis distribuce hodnot změny Ferritinu 10. den po narození vzhledem k hodnotám 1. den po narození ve skupině dětí s transfuzí a bez transfuze v Box grafu.

Graf 6 - Box graf



#### 5.4.3 Porovnání významnosti změny hodnot Ferritinu 10. den vzhledem k hodnotám 1. den

K posouzení významnosti změny hodnot Ferritinu naměřených 10. den po narození vzhledem k hodnotám naměřeným 1. den po narození byl použit Wilcoxonův párový test.

##### **Skupina dětí s transfuzí:**

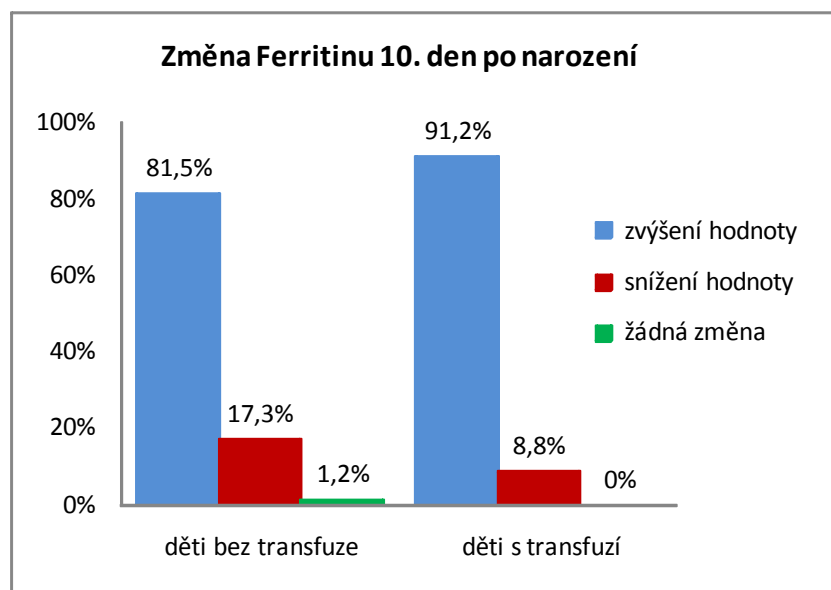
Ve skupině dětí s transfuzí prokázal Wilcoxonův párový test statisticky významné zvýšení hodnot Ferritinu 10. den po narození vzhledem k hodnotám 1. den po narození. Ke zvýšení hodnoty Ferritinu došlo u 31 dětí (91,2 %), u 3 dětí (8,8%) došlo ke snížení hodnoty. Přesně vypočítaná hladina signifikance testu  $p < 0,0001$ .

##### **Skupina dětí bez transfuze:**

Ve skupině dětí bez transfuze prokázal Wilcoxonův párový test statisticky významné zvýšení hodnot Ferritinu 10. den po narození vzhledem k hodnotám 1. den po narození. Ke zvýšení hodnoty Ferritinu došlo u 132 dětí (81,5 %), u 28 dětí (17,3 %)

došlo ke snížení hodnoty, u 2 dětí (1,2 %) se hodnota Ferritinu nezměnila. Přesně vypočítaná hladina signifikance testu  $p < 0,0001$ .

Graf 7 – Změna Ferritinu 10. den po narození



Tabulka 16 - Výsledky Wilcoxonova párového testu, skupina dětí s transfuzí

**Pořadí<sup>d</sup>**

	N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
FER /10 - FER /1			
Kladné pořadí (snížení hodnoty 10. den)	3	17,00	51,00
Záporné pořadí (zvýšení hodnoty 10. den)	31	17,55	544,00
Počet shod (žádná změna)	0		
Celkem	34		

d. s transfuzí

**Testové statistiky<sup>b,c</sup>**

	FER /10 - FER /1
Z	-4,214
Asymptotická signifikance (oboustranná)	<b>&lt; 0,0001</b>

b. Wilcoxonův párový test Test

c. s transfuzí

Z ... hodnota testového kritéria Wilcoxonova párového testu

Tabulka 17 - Výsledky Wilcoxonova párového testu, skupina dětí bez transfuze

**Pořadí<sup>d</sup>**

	N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
FER /10 - FER /1			
Kladné pořadí (snížení hodnoty 10. den)	28	60,18	1685,00
Záporné pořadí (zvýšení hodnoty 10. den)	132	84,81	11195,00
Počet shod (žádná změna)	2		
Celkem	162		

d. bez transfuze

**Testové statistiky<sup>b,c</sup>**

	FER /10 - FER /1
Z	-8,101
Asymptotická signifikance (oboustranná)	<b>&lt; 0,0001</b>

b. Wilcoxonův párový test

c. bez transfuze

**Porovnání skupiny dětí s transfuzí se skupinou dětí bez transfuze ve změně hodnot Ferritinu 10. den po narození vzhledem k hodnotám naměřeným 1. den po narození:**

K porovnání skupin dětí byl použit neparametrický test Mann-Whitney. Test byl použit vzhledem k nenormální distribuci hodnot změn Ferritinu.

Testem Mann-Whitney bylo prokázáno, že ve skupině dětí s transfuzí bylo zvýšení hladiny Ferritinu 10. den po narození statisticky významně vyšší než u skupiny dětí bez transfuze. Přesně vypočítaná hladina signifikance testu  $p = 0,037 (< 0,05)$ .

Výsledky Mann-Whitney testu:

Tabulka 18 - Porovnání dětí s transfuzí a bez transfuze ve změně hodnot Ferritinu

**Pořadí**

	N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
transfuze			
změna FER 10. den v %			
bez transfuze	162	94,64	15331,00
s transfuzí	34	116,91	3975,00
Celkem	196		

**Testové statistiky<sup>a</sup>**

	změna FER 10. den v %
Mann-Whitneyho U	2128,000
Z	-2,082
Asymptotická signifikance (oboustranná)	<b>,037</b>

a. porovnání skupin podle transfuze

Mann-Whitneyho U ... hodnota testového kritéria Mann-Whitney testu

Z ... standardizovaná z-hodnota hodnoty testového kritéria

#### 5.4.4 Porovnání hladiny Ferritinu 1. den po narození naměřené u nedonošených dětí s hladinou udávanou pro fyziologické novorozence (25-200 µg/l)

V souboru nedonošených dětí se 95% hodnot Ferritinu 1. den po narození pohybovalo mezi 2,5-tým percentilem a 97,5-tým percentilem, tj. v intervalu od 10 µg/l do 580 µg/l.

Popis distribuce hodnot pomocí percentilů udává následující tabulka a graf distribuční funkce:

Tabulka 19 – Ferritin v percentilech 1. den po narození

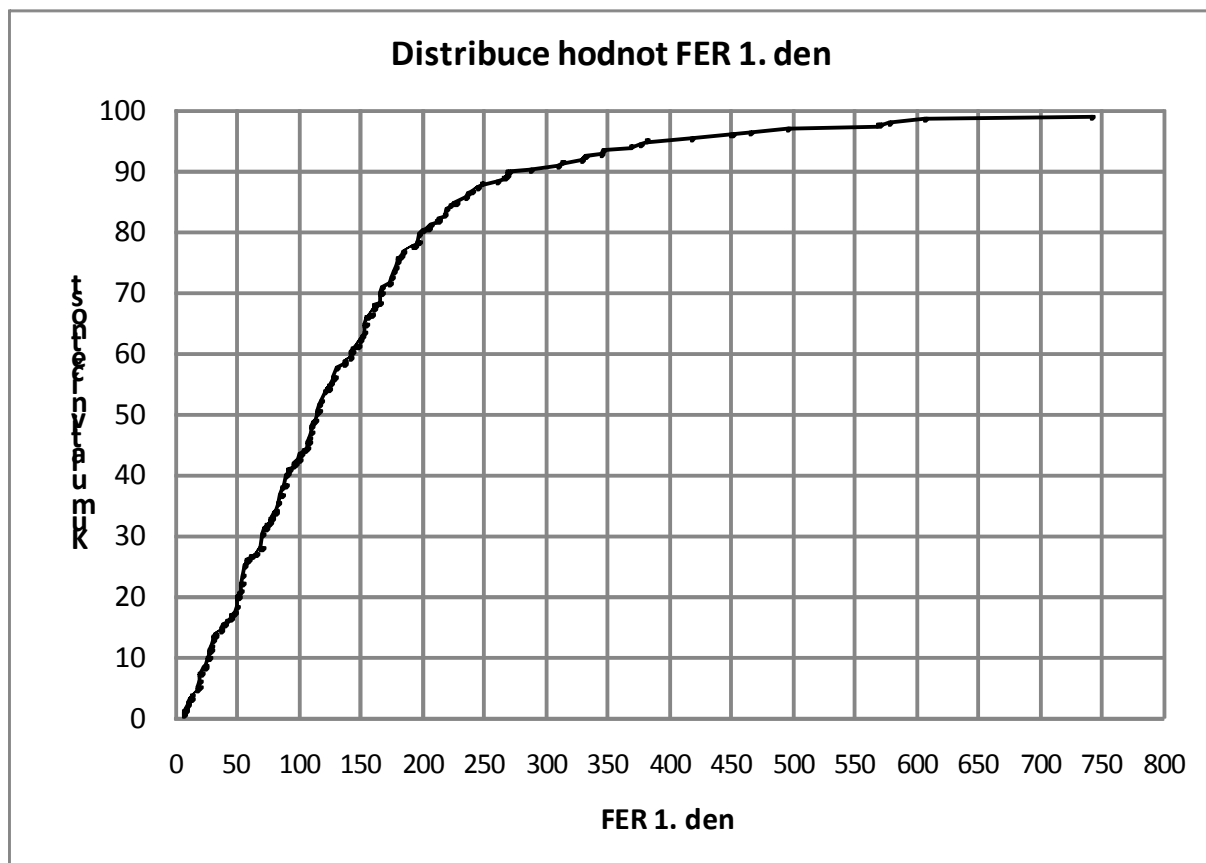
#### Popisné statistiky FER 1. den po narození

FER /1		
Percentily	2,5	9,9
	5	17,9
	10	26,7
	25	55,5
	50	114,5
	75	179,8
	90	293,9
	95	422,8
	97,5	580,2

Z grafu distribuční funkce (viz graf 8) lze vyčíst, že přibližně 80% nedonošených dětí má hodnotu Ferritinu 1. den po narození do 200 µg/l a přibližně 20% dětí má hodnotu Ferritinu  $\leq 50$  µg/l.



Graf 8 – Distribuce hodnot Ferritinu 1. den



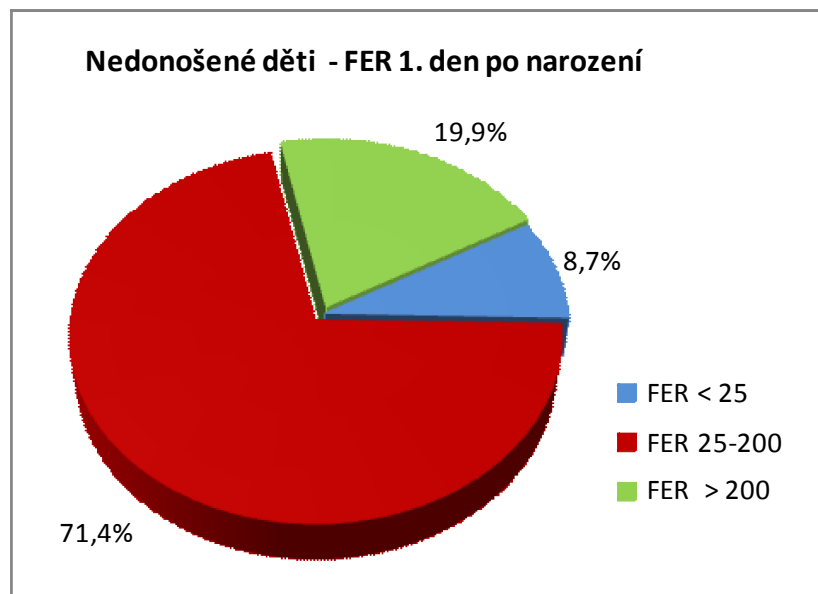
**Porovnání hodnot Ferritinu naměřených v souboru nedonošených dětí s hladinou udávanou pro fyziologické novorozence 25-200  $\mu\text{g/l}$ :**

V souboru nedonošených dětí mělo 1. den po narození 17 dětí (8,7 %) hladinu Ferritinu nižší než 25  $\mu\text{g/l}$ . Hodnotu Ferritinu v intervalu 25-200  $\mu\text{g/l}$  mělo 140 dětí (71,4 %) a hodnotu vyšší než 200  $\mu\text{g/l}$  mělo 39 dětí (19,9 %).

Tabulka 20 – Hladina Ferritinu 1. den v porovnání s fyziologickou hodnotou

	počet	procento
počet dětí s hodnotou FER 1. den < 25	17	8,7
počet dětí s hodnotou FER 1. den v intervalu 25-200	140	71,4
počet dětí s hodnotou FER 1. den s hodnotou nad 200	39	19,9

Graf 9 - Hladina Ferritinu 1. den v porovnání s fyziologickou hodnotou



## DISKUSE

Tato část bakalářské práce je zaměřena na stanovení vybraných hematologických parametrů u nedonošených novorozenců, s cílem zjistit hodnoty Ferritinu před a po podání krevní transfuze. Dále jejich porovnání s hodnotami Ferritinu u nedonošených novorozenců, kterým krevní transfuze aplikována nebyla a porovnání zjištěných hodnot s fyziologickými parametry Ferritinu.

Všechny informace byly shromážděny pomocí prospektivní výzkumné studie, která byla realizována ve Fakultní nemocnici Olomouc.

### **1. Hodnoty Ferritinu u novorozenců, kterým byla podána krevní transfuze**

Stěžejní částí práce bylo zjistit, zda po podání krevní transfuze nedonošeným novorozencům v období mezi 1. a 10. dnem života dojde ke změně hodnoty Ferritinu, vyšetřované 1. a 10. den života novorozence. Ze zkoumaného souboru 196 nedonošených novorozenců, kteří byli hospitalizováni na novorozenecké JIRP ve Fakultní nemocnici Olomouc bylo do této části práce zařazeno celkem 34 novorozenců (17,3 %).

Medián hladiny Ferritinu 1. den po narození byl 119  $\mu\text{g/l}$  (min-max: 27-7251  $\mu\text{g/l}$ ), průměr 355,6 a SD = 1 223. Hodnota mediánu 10. den po narození byla 320  $\mu\text{g/l}$  (min-max: 125-1487  $\mu\text{g/l}$ ), průměr 408,7, SD = 276,4.

### **2. Hodnoty Ferritinu u dětí kterým transfuze podány nebyla**

Ve skupině dětí bez transfuze, což je 162 novorozenců byly 1. den po narození stanoveny tyto hodnoty Ferritinu: medián 113  $\mu\text{g/l}$  (min-max: 6-8817  $\mu\text{g/l}$ ), průměr 192,8, SD = 692,3. 10. den po narození byl medián 225  $\mu\text{g/l}$  (min-max: 15-623  $\mu\text{g/l}$ ), průměr 233,0, SD = 119,5.

### **3. Porovnání změny Ferritinu 1. a 10. den**

Ve skupině novorozenců s transfuzí prokázal Wilcoxonův párový test statisticky významné zvýšení hodnot Ferritinu 10. den po narození vzhledem k hodnotám 1. den po narození. Ke zvýšení hodnoty Ferritinu došlo u 31 dětí (91,2 %), u 3 dětí (8,8%) došlo ke snížení hodnoty. Přesně vypočítaná hladina signifikance testu  $p < 0,0001$ .

Ve skupině novorozenců bez transfuze prokázal tentýž test statisticky významné zvýšení hodnot Ferritinu 10. den po narození vzhledem k hodnotám 1. den po narození.

Ke zvýšení hodnoty Ferritinu došlo u 132 dětí (81,5 %), u 28 dětí (17,3 %) došlo ke snížení hodnoty, u 2 dětí (1,2 %) se hodnota Ferritinu nezměnila. Přesně vypočítaná hladina signifikance testu  $p < 0,0001$ .

Testem Mann-Whitney bylo prokázáno, že ve skupině dětí s transfuzí bylo zvýšení hladiny Ferritinu 10. den po narození statisticky významně vyšší než u skupiny dětí bez transfuze. Přesně vypočítaná hladina signifikance testu  $p = 0,037 (< 0,05)$ .

#### 4. Rozdělení dětí podle porodní hmotnosti

Soubor dětí byl rozdělen podle porodní hmotnosti do pěti kategorií. **I. kategorie** představuje porodní hmotnost 500-999 g a z celkového počtu novorozenců činí 12,8 %. **II. kategorie** zahrnuje hmotnost 1 000-1 499 g, představuje 24 % novorozenců. **III. kategorie** je 1 500-1 999 g, představuje 32,1 % novorozenců. **IV. kategorie** značí váhu 2 000-2 499 g, činí 25,5 %. **V. kategorie** je 2 500-3 999 g, značí 5,6 %. Každá kategorie byla ještě rozdělena na dvě skupiny, podle dětí které dostaly nebo nedostaly krevní transfuzi.

	S transfuzí	Bez transfuze
I. kategorie	50 %	4,9 %
II. kategorie	32,4 %	22,2 %
III. kategorie	8,8 %	37 %
IV. kategorie	8,8 %	29 %
V. kategorie	0 %	6,8 %

#### 5. Rozdělení novorozenců podle pohlaví

V souboru 196 nedonošených novorozenců bylo 104 dívek (53,1 %) a 92 chlapců (46,9 %). Pomocí kontingenční tabulky jsme zjistili, že krevní transfuze nebyla podána 86 dívkám (53,1 %) a 76 chlapcům (46,9 %). Naopak krevní transfuzi obdrželo 18 dívek (52,9 %) a 16 chlapců (47,1 %).

#### 6. Gestační věk

V celém souboru 196 novorozenců byl stanoven gestační věk  $\bar{O}$  31,5 týdnů. Medián 32,0 týdnů, minimální věk 23 a maximální věk 37 týdnů.  $SD = 2,9$  týdnů.

V souboru 34 novorozenců, kterým byla podána krevní transfuze, byl stanoven  $\bar{O}$  gestačního věku 28,1 týdnů. Medián 28,5 týdnů, minimální věk 23 týdnů, maximální věk 34 týdnů.  $SD = 3,1$  týdnů.

U 162 novorozenců, kterým krevní transfuze podána nebyla, byl stanoven gestační věk  $\bar{X}$  32,2 týdnů. Medián 33 týdnů, minimální věk 24 týdnů, maximální věk 37 týdnů. SD = 2,4

### **7. Porovnání hodnot Ferritinu novorozenců s fyziologickým rozmezím**

V celkovém souboru 196 nedonošených novorozenců mělo 1. den po narození 17 dětí (8,7 %) hladinu Ferritinu nižší než 25  $\mu\text{g/l}$ . Hodnotu Ferritinu v intervalu 25-200  $\mu\text{g/l}$  mělo 140 dětí (71,4 %) a hodnotu vyšší než 200  $\mu\text{g/l}$  mělo 39 dětí (19,9 %).

## ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývala problematikou parametrů metabolismu Fe u nedonošených novorozenců. Prospektivní výzkumná studie byla realizována pomocí observační metody (hematologického vyšetření) a analýzy dokumentace u nedonošených novorozenců hospitalizovaných na novorozeneckém oddělení JIRP Fakultní nemocnice Olomouc.

Ke zkoumané problematice v této práci byly stanoveny 3 hlavní cíle. Prvním hlavním cílem bylo zjistit, zda u nedonošených novorozenců dojde po podání krevní transfuze ke změně hladiny Ferritinu v krevním séru. Tyto hodnoty byly porovnávány 1. a 10. den po porodu. V tomto rozmezí byla novorozencům aplikována krevní transfuze. U toho cíle byla vyslovena domněnka, která předpokládala, že hodnoty Ferritinu se po aplikaci transfuze mezi 1. a 10. dnem po narození změní. Analýzou bylo zjištěno, že u 132 dětí se hodnoty zvýšily, u 28 dětí došlo ke snížení, u 2 dětí se hodnota Ferritinu nezměnila. **Hlavní cíl 1 byl splněn.**

Druhým hlavním cílem bylo porovnat hladiny Ferritinu u nedonošených novorozenců, kterým krevní transfuze nebyla podána, s nedonošenými novorozenci, kterým transfuze aplikována byla. Analýzou dat byly zjištěny hodnoty u nedonošených novorozenců před a po podání krevní transfuze a hodnoty u nedonošených novorozenců, kterým transfuze podány nebyly. Data byla porovnávána 1. a 10. den života novorozence. **Hlavní cíl 2 byl splněn.**

Třetím cílem bylo porovnat hodnoty Ferritinu 1. den po narození naměřené u nedonošených novorozenců s hladinou udávanou pro fyziologické novorozence. Předpokladem tohoto cíle bylo, že hodnoty nedonošených novorozenců se budou ve většině případů pohybovat ve fyziologickém rozmezí. Domněnka se potvrdila, neboť analýzou dat bylo prokázáno, že ve skupině nedonošených novorozenců se 71,4 % hodnot pohybovala ve fyziologickém rozmezí. U 8,7 % nedonošených novorozenců byla hladina Ferritinu nižší a u 19,9 % nedonošených novorozenců byla hladina vyšší než je fyziologické rozmezí. **Hlavní cíl 3 byl splněn.**

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. DEJMAL, Václav; STOILOV, Stoil. *Fyziologie krve*. 1. vyd. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1975. 98 s.
2. FENDRYCHOVÁ, Jaroslava, et al. *Intenzivní péče o novorozence*. vydání první. Brno : Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2007. 403 s. ISBN 978-80-7013-447-4.
3. HRUBIŠKO, Mikuláš, et al. *Hematologie a krevní transfúze II.*. 1. vyd. Praha : Avicenum, 1983. 208 s. ISBN 08-056-83.
4. KLIKA, Eduard; POHUNKOVÁ, Hana. *EMBRYOLOGIE ČLOVĚKA - II. Organogenese*. Vydání první. Praha : Univerzita Karlova v Praze, 1981. 117 s.
5. MAISNER, Vladimír; ŘEHÁČEK, Vít . *Léčba transfúzními přípravky*. 1. vydání. Hradec Králové : HK CREDIT spol. s.r.o., 2001. 44 s. ISBN 80-902753-3-8.
6. POLÁČEK, Karel, et al. *Fyziologie a patologie novorozence*. Vyd. 1. Praha : Avicenum, 1981. 429 s.
7. ŠMEJKAL, Václav. *Patologická fyziologie krve*. Vydání první. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1982. 57 s.
8. ULVIK, Rune J. *Studies on the mobilization of iron from ferritin by isolated mitochondria*. Bergen : Universitetsforlaget, 1982. 54 s.
9. VACEK, Zdeněk. *Embryologie: učebnice pro studenty lékařství a oborů všeobecná sestra a porodní asistentka*. 1. vyd. Praha : Grada, 2006. 255 s. ISBN 80-247-1267-9.
10. VACL, Jan . *Krevní transfúze*. 3., dopl. a přeprac. vyd. Brno : [s.n.], 1975. 135 s.
11. WICK, Manfred; PINGGERA, Wulf; LEHMAN, Paul. *Ferritin in Iron Metabolism: Diagnostic Strategies*. Springer-Wien : [s.n.], 1991. 70 s. ISBN 3-211-82284-4.

### Internetové zdroje:

12. KING, Michael . *Http://themedicalbiochemistrypage.org* [online]. 1996, 27. 2. 2011 [cit. 2011-03-17]. Hemoglobin. Dostupné z WWW: <<http://themedicalbiochemistrypage.org/hemoglobin-myoglobin.html>>.
13. KOCZANOWSKI, Bogdan . *Http://cyf-kr.edu.pl* [online]. 2008 [cit. 2011-03-16]. Krew. Dostupné z WWW: <<http://cyf-kr.edu.pl/~sikoczan/fiz.html>>.

14. TUREK, Petr. *Http://www.zdn.cz* [online]. 22. 2. 2010 [cit. 2011-03-17]. Účelná hemoterapie. Dostupné z WWW: <<http://www.zdn.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/ucelna-hemoterapie-449920>>.
15. <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Železo>
16. *Http://sandwalk.blogspot.com* [online]. 1. 8. 2007 [cit. 2011-03-17]. Heme groups. Dostupné z WWW: <<http://sandwalk.blogspot.com/2007/08/heme-groups.html>>.
17. *Http://www.lib.cas.cz* [online]. 2008 [cit. 2011-03-16]. Kalendárium červen 2008. Dostupné z WWW: <<http://www.lib.cas.cz/cs/kalendarium?pg=4&s=kalendarium>>.
18. *Http://sickle.bwh.harvard.edu* [online]. 2001 [cit. 2011-03-17]. Iron Transport and Cellular Uptake. Dostupné z WWW: <[http://sickle.bwh.harvard.edu/iron\\_transport.html](http://sickle.bwh.harvard.edu/iron_transport.html)>.
19. *Http://www.ordinace.cz* [online]. 2011, 9.3.2011 [cit. 2011-03-16]. Databáze laboratorních hodnot. Dostupné z WWW: <<http://www.ordinace.cz/laboratorni-hodnoty/100/>>. ISSN 1801-8467.



## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 – Nedonošené děti, transfuze mezi 1. a 10. dnem života	38
Graf 2 – Rozdělení nedonošených novorozenců podle pohlaví	38
Graf 3 - Distribuce dětí podle porodní hmotnosti	39
Graf 4 – rozdělení hodnot Ferritinu 1. den po narození	41
Graf 5 – rozdělení hodnot Ferritinu 10. den po narození	41
Graf 6 - Box graf	44
Graf 7 – Změna Ferritinu 10. den po narození	45
Graf 8 – Distribuce hodnot Ferritinu 1. den	48
Graf 9 - Hladina Ferritinu 1. den v porovnání s fyziologickou hodnotou	49

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Krevní skupiny	12
Tabulka 2 - Základní údaje o plazmě ke klinickému použití	13
Tabulka 3 – Základní charakteristika transfuzních přípravků červené řady	15
Tabulka 4 - Fyziologické rozmezí biochemických parametrů novorozence	24
Tabulka 5 - Hematologické údaje u nedonošených novorozenců	24
Tabulka 6 – Fyziologické hodnoty hemoglobinu	26
Tabulka 7 – Formy železa v organismu	33
Tabulka 8 - Počet chlapců a dívek ve skupině dětí s transfuzí a bez transfuze	37
Tabulka 9 - Gestační věk (v týdnech)	38
Tabulka 10 - Rozdělení dětí podle porodní hmotnosti	39
Tabulka 11 - popisné charakteristiky FER 1. a 10. den po narození	40
Tabulka 12 - Popisné statistiky změny FER 10. den – celý soubor	42
Tabulka 13 - Popisné statistiky změny FER 10. den – soubor bez transfuze	42
Tabulka 14 -Popisné statistiky změny FER 10. den – soubor s transfuzí	43
Tabulka 15 - výsledky testů normality dat	43
Tabulka 16 - Výsledky Wilcoxonova párového testu, skupina dětí s transfuzí	45
Tabulka 17 - Výsledky Wilcoxonova párového testu, skupina dětí bez transfuze	46
Tabulka 18 - Porovnání Ferritinu u dětí s transfuzí a bez transfuze	46
Tabulka 19 – Ferritin v percentilech 1. den po narození	47
Tabulka 20 – Hladina Ferritinu 1. den v porovnání s fyziologickou hodnotou	48

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 – Erytropoéza	22
Obrázek 2 – Hemoglobin	27
Obrázek 3 – Hem	28
Obrázek 4 – Distribuce železa v organismu	29
Obrázek 5 – Transferin	31

## **SEZNAM POUŽITÝCH PŘÍLOH**

PŘÍLOHA 1 - Laboratorní ukazatelé nedostatku nebo nadbytku železa	I
PŘÍLOHA 2 – Průměrná hmotnost novorozenců ve vztahu ke gestačnímu týdnu	II
PŘÍLOHA 3 – Ošetrovatelský postup novorozeneckého oddělení FNO	III
PŘÍLOHA 4 – Indikace krevní transfuze na novorozeneckém oddělení JIP FNO	V

## PŘÍLOHA 1 - Laboratorní ukazatelé nedostatku nebo nadbytku železa

### • Stanovení Fe v séru

Tranzitní pool Fe je stanovován jako plazmatické nebo sérové železo. Prakticky veškeré železo v cirkulaci je vázáno na transferin.

Normální ferrémie: novorozenci 17,90 – 44,75  $\mu\text{mol/l}$

### • Plazmatický transferin

Transportní protein železa, tvořený v játrech a uvolňovaný do oběhu.

Fyziologická koncentrace: 2 – 3 g/l

### • % saturace transferinu

Někdy je udáno jako % saturace Fe.

Výpočet: sérové železo : TIBC (total iron binding capacity) = celková vazebná kapacita železa

Norma: 20 – 55 %

### • Feritin v séru

Hodnota slouží k posouzení stavu zásob železa v organismu.

Norma: ( $\mu\text{g/litr}$ ; ng/ml)

- novorozenec 25 – 200
- 1. měsíc 200 – 600
- 6. měs. - 15 let 7 – 140

### • Sérový (solubilní) transferinový receptor (sTfR)

Transferinový receptor (TfR) je hlavním mediátorem přísunu železa do buňky.

### • Erytrocytární feritin

Stav zásob v průběhu posledních 3 měsíců.

### • Volný erytrocytární porfyrin

(WikiSkripta)

(Laboratorní ukazatel nedostatku nebo nadbytku železa. In *Wikiskripta* [online]. Praha : MEFANET, 15. 12. 2008, stránka naposledy změněna 4. 4. 2011 [cit. 2011-05-04].

Dostupné z WWW:

[http://www.wikiskripta.eu/index.php/Laboratorni\\_ukazatel\\_nedostatku\\_nebo\\_nadbytku\\_zeleza](http://www.wikiskripta.eu/index.php/Laboratorni_ukazatel_nedostatku_nebo_nadbytku_zeleza).)

PŘÍLOHA 2 – Průměrná hmotnost novorozenců ve vztahu ke gestačnímu týdnu

22. GT	500 g
27. GT	1000 g
32. GT	♀ 1 800 g ♂ 1 900 g
40. GT	♀ 3 350 g ♂ 3 500 g
GT = gestační týden	

(ZLATOHLÁVKOVÁ, Blanka. *Http://kddl.lf1.cuni.cz/* [online]. 2006 [cit. 2011-05-03].  
Fyziologie Novorozence. Dostupné z WWW: <<http://kddl.lf1.cuni.cz/download/Fyziologie-novorozence.pdf>>.)

### **Transfuze u novorozence**

Krevní transfuze u novorozence se nejčastěji podávají z důvodů anemie nezralého dítěte, kdy klesá hladina hemoglobinu, a objevují se klinické příznaky z nedostatku kyslíku ve tkáních.

Cílem krevní transfuze je zdravý novorozenec bez známek anemie a nekomplikovaný krevní převod.

**Kompetentní pracovník:** lékař, všeobecná sestra se specializovanou způsobilostí dětská sestra, porodní asistentka.

#### **Dokumentace:**

- Transfuzní sešit: datum aplikace transfuze, jméno dítěte, reakce, číslo chorobopisu, druh a množství krevního derivátu, číslo krevní konzervy.
- Transfuzní list: - identifikační údaje o dítěti (jméno, rodné číslo, diagnóza, zdravotní pojišťovna...)
  - lékař vypisuje a kontroluje číslo krevní konzervy
  - vyplnit přesný čas podání transfuze
  - záznam fyziologických funkcí před a po podání transfuze
- Záznam do teplotní tabulky o podání krevního derivátu
- Eldonova karta pro křížovou zkoušku (sangvitest)

#### **Pomůcky:**

- Vydesinfikovaný sterilní stolek překrytý sterilní rouškou (50x50 cm)
- Transfuzní set, trojcestný kohout, 20 ml stříkačka se závitkem 2x, fyziologický roztok, spojovací hadička
- Heparinizovaná kapilára pro odběr krve na křížovou zkoušku, bodec (kopíčko), diagnostická souprava na určování krevních skupin v ABO systému (testovací kartička, diagnostické séra anti-A a anti-B, 2x tyčinka)
- Emitní miska, desinfikované nůžky, rukavice, sterilní buničité čtverečky, vázání
- Pomůcky k zavedení PŽK (PŽK, lepení, tegaderm, sterilní rukavice, 2 ml stříkačka s FR, sterilní čtverce, desinkekce)
- Transfuzní přípravek, dezinfekční prostředek, transfuzní list, transfuzní deník, dokumentace.

#### **Struktura:**

- znalost zásad a postupu při podávání transfuze
- znalost potransfuzních komplikací
- znalost hygienicko-epidemiologického režimu
- dokumentace: ošetrovatelská dokumentace, vyplněné žádanky

#### **Proces:**

1. Při ordinaci transfuze vyplňte a odešlete **Žádanku o vydání transfuzního přípravku** společně s krevním vzorkem na transfuzní oddělení, telefonicky ověřte, zda je transfuzní přípravek připraven a telefonicky kontaktujte pochůzkovou službu.

2. Po doručení TP na oddělení zkontrolujte: neporušenost vaku, shodu údajů na štítku TP a průvodce k TP (jméno, příjmení a rodné číslo na průvodce, KS v AB0 a RhD systému na průvodce i na vaku, číslo a typ TP na průvodce i vaku, datum expirace TP).
3. Vypište údaje do Transfuzního deníku, a pokud není tak založte transfuzní list.
4. Erytrocytární TP aplikujte až za 30 minut od vyjmutí z chladícího zařízení.
5. Připravte stolek s pomůckami – na roušku naskládejte: TP, transfuzní set, stříkačku se závitěm, trojcestný kohout, dlouhou spojovací hadičku, heparinovanou kapiláru, kopíčko, diagnostickou soupravu na určování krevních skupin v AB0 systému, emitní misku, nůžky, rukavice, sterilní buničité čtverečky, dezinfekci.
6. Ověřte identifikaci pacienta a krevního derivátu.
7. proveďte předtransfuzní vyšetření pacienta – změřte dítěti P, TT, TK, zajistěte kontinuální monitoring, vše запиšte do Transfuzního listu.
8. U přípravků, které obsahují erytrocyty, lékař provede orientační určení krevní skupiny v AB0 systému u pacienta a ve vaku (karta s výsledkem zkoušky se na oddělení uchovává 24 hod), odeberte krevní vzorek pacienta na tuto zkoušku (pokud zavádíte PŽK, tak nasajte krev do kapiláry při zavádění, pokud je kanyla zavedená odeberte kapilární krev z paty).
9. Lékař zkontroluje druh a identifikaci krevního derivátu, zkontroluje shodu údajů na štítku TP a údaje na průvodce, zkontroluje makroskopický vzhled krevní konzervy. Vyplní transfuzní list, transfuzní deník a naordinuje množství a dobu podání transfuze.
10. Za aseptických podmínek krouživým pohybem napíchněte transfuzní set do vývodu krevního vaku, druhý konec napojte na prostřední vývod trojcestného kohoutu. Na pravý výstup připojte 20 ml stříkačku se závitěm a na levý konec dlouhou spojovací hadičku.
11. Naplňte stříkačku naordinovaným množstvím TP, zavřete tlačku na transfuzním setu, kohout k transfuznímu vaku zavřete, ale neodpojujte, stříkačku vložte do lineárního dávkovače a nastavte na něm požadovanou rychlost podání TP.
12. napojte konec spojovací hadičky na bezjehlovou spojku, nebo přímo na kanylu.
13. proveďte biologickou zkoušku – po zavedení transfuze 15 min neopouštějte dítě a sledujte jeho celkový zdravotní stav. Pokud se po tuto dobu neobjeví nežádoucí reakce, lze v transfuzi pokračovat v rychlosti a po dobu, kterou určí lékař, při výskytu nežádoucích příznaků ihned informujte lékaře.
14. Po vykapání TP ze stříkačky vyměňte stříkačku za stříkačku s proplachem (5 ml fyziologického roztoku).
15. Jakmile celé množství TP vykape, dle ordinace lékaře i.v. vstup zrušte, ev. Odpojte spojovací hadičku od bezjehlové spojky.
16. po celou dobu dítě a místo vpichu v intervalech kontrolujte.
17. Transfuzní vak se zbytkem TP skladujte v lednici na biologický odpad po dobu 24 hodin pro případ prošetření transfuzní reakce, vak označte datem, hodinou a identifikačním štítkem novorozence.
18. Změřte vitální funkce po transfuzi a doplňte údaje do transfuzního listu.
19. Proveďte úklid a dezinfekci pomůcek.
20. proveďte záznam do dokumentace.

(Zpracoval: Kafková Leona, Muchová Martina, Bc.)

## PŘÍLOHA 4 – Indikace krevní transfuze na novorozeneckém oddělení JIRP FNO

<p><b>TRANSFUZNÍ PROTOKOL:</b></p> <p>HtK <math>\leq</math> 0,35 / Hb <math>\leq</math> 111</p> <p>-střední nebo náročná mechanická ventilace : MAP &gt; 8 cm H<sub>2</sub>O, FiO<sub>2</sub> &gt; 0,40</p>
<p><b>TRANSFUZNÍ PROTOKOL:</b></p> <p>HtK <math>\leq</math> 0,30 / Hb <math>\leq</math> 100</p> <p>-minimální ventilační nebo distenční terapie CPAP &gt; 6 cm H<sub>2</sub>O a FiO<sub>2</sub> &gt; 0,40</p>
<p><b>TRANSFUZNÍ PROTOKOL:</b></p> <p>HtK <math>\leq</math> 0,25 / Hb <math>\leq</math> 80</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. tachykardie (HR &gt; 180) nebo tachypnoe (RR &gt; 80) trvající <math>\geq</math> 24 hodin.</li><li>2. zvýšení potřeby O<sub>2</sub> během 48 hodin (4x průtok na nasální kanyle nebo <math>\uparrow</math> CPAP <math>\geq</math> 20%).</li><li>3. váhové přírůstky &lt; 10g/kg/den v průběhu 4 dnů při kalorickém příjmu <math>\geq</math> 100 kcal/kg/den.</li><li>4. vzestup epizod apnoe a bradykardie (&gt; 9 epizod/24 hodin, nebo <math>\geq</math> 2 vyžadující prodýchání vakem).</li><li>5. plánovaný chirurgický výkon.</li></ol>
<p><b>TRANSFUZNÍ PROTOKOL:</b></p> <p>HtK <math>\leq</math> 0,20 / Hb <math>\leq</math> 70</p> <p>-pokud je bez klinických obtíží a absolutní počet retikulocytů &lt; 100 000/ul &lt; (2%).</p> <p>(Nedonošené děti, které jsou dobře krmeny a rostou normálně, málokdy potřebují transfuzi, pokud nemají významné iatrogenní ztráty krve. U jinak zdravých nedonošených dětí jsou i hodnoty Hb 65g/l obvykle dobře tolerovány).</p>

(Transfuzní protokoly JIRP novorozeneckého oddělení)