

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav porodní asistence

Diana Hanáková Tomanová

## **Asfyxie – hypoxie donošeného novorozence**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Věra Šibravová

Olomouc 2021

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 20. dubna 2021

Děkuji vedoucí mé práce, paní magistře Věře Šibravové za ochotu, trpělivost, odborné vedení a cenné rady, které mi během zpracování bakalářské práce poskytla.

# **Anotace**

**Typ závěrečné práce:** Bakalářská práce teoretická – přehledová

**Téma práce:** Hypoxie novorozence

**Název práce:** Asfyxie - hypoxie donošeného novorozence

**Název práce v AJ:** Asphyxia - hypoxia in a mature newborn

**Datum zadání:** 20.11.2020

**Datum odevzdání:** 28.4.2021

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

Fakulta zdravotnických věd

Ústav porodní asistence

**Autor práce:** Diana Hanáková Tomanová

**Vedoucí práce:** Mgr. Věra Šibravová

**Oponent práce:** MUDr. Soňa Šuláková

### **Abstrakt v ČJ:**

Přehledová bakalářská práce se zabývá problematikou perinatální hypoxie a asfyxie u donošeného novorozence. Hlavním cílem práce je předložit dohledané a aktuální publikované poznatky o možných příčinách perinatální asfyxie, její diagnostice, klinickém i laboratorním obraze a možnostmi terapie. V dílčích cílech se práce zaměřuje také podrobněji na možnou prenatální diagnostiku a podrobněji prezentuje léčbu terapeutickou hypotermií u novorozence. Závěr práce přináší údaje o outcomu novorozenců, kteří prodělali perinatální asfyxi. Poznatky k bakalářské práci byly dohledány v databázích EBSCO, MEDVIK, Google Scholar, ScienceDirect, UpToDate a Pubmed a dále pak v českých a slovenských periodických.

### **Abstrakt v AJ:**

This review bachelor thesis deals with the issue of perinatal hypoxia and asphyxia in a full-term newborn. The main goal of this work is to present researched and current published knowledge about the possible causes of perinatal asphyxia, its diagnosis, clinical and laboratory count and treatment options. In the partial goals, the work also focuses in more detail on the possible prenatal diagnosis and presents in more detail the treatment of therapeutic hypothermia in the case of newborn. The conclusion of this thesis provides data on the outcom of newborns who underwent perinatal asphyxia. Facts and statements for the bachelor's thesis were found in the databases EBSCO, MEDVIK, Google Scholar, ScienceDirect, UpToDate and pubmed, as well as in Czech and Slovak daily Press.

**Klíčová slova v ČJ:** novorozenec, hypoxie, asfyxie, donošený novorozenec, hypoxemie, hyperkapnie, hypoxicko – ischemická encefalopatie, terapeutická hypotermie, kardiopulmonální resuscitace u novorozence

**Klíčová slova v AJ:** newborn, hypoxia, asfyxia, mature newborn, hypercapnia, hypoxic ischemic- encefalopathy, therapeutic hypotermiature, cardiopulmonary resuscitation in the newborn

**Počet stran: 55**

## Obsah

Úvod	8
Cíle práce: .....	9
1    Popis rešeršní činnosti .....	10
Hlavní literární zdroje .....	11
2    Hypoxie plodu v antepartálním a intrapartálním období.....	12
2.1    Definice hypoxie.....	12
2.2    Patofyziologie hypoxie .....	13
2.3    Stadia hypoxie .....	13
2.3.1    Dle etiologie dělíme hypoxii.....	14
2.3.2    Dělení hypoxie a časový faktor .....	15
2.4    Příčiny intrapartální hypoxie plodu .....	15
2.4.1    Dělení dle vzniku patologie .....	16
3    Monitorace plodu v děloze před a během porodu.....	18
4    Perinatální asfyxie.....	23
4.1    Klasifikace perinatální hypoxie .....	23
4.2    Klinický obraz perinatální hypoxie .....	26
4.3    Diagnostika asfyxie .....	27
4.3.1    Laboratorní diagnostika – laktát, S100, ABR, pH, BE.....	28
4.3.2    Zobrazovací metody NMR,UZV a EEG .....	32
5    Terapie PA, management léčby .....	33
5.1    Resuscitace novorozence .....	34
5.2    Terapeutická hypotermie.....	39
5.3    Indikace celotělové řízené hypotermie .....	41
5.4    Vylučující kritéria pro řízenou hypotermii.....	43
5.5    Péče porodní asistentky při terapeutické hypotermii.....	44
6    Hypoxicko ischemická encefalopatii .....	45
6.1    Incidence HIE.....	45
6.2    Klinické příznaky .....	48
6.3    Klasifikace a diagnostika .....	49
7    Vyhodnocení cílů a shrnutí teoretických východisek.....	52
Vyhodnocení cílů .....	52
Závěr .....	55
Seznam použité literatury a zdrojů.....	56
Seznam použitých zkratk .....	61



## Úvod

Téma ohrožení novorozence hypoxií mě zaujalo již v průběhu studia, při diskuzích o porodu mimo zdravotnická zařízení, kde nelze intrauterinní monitoraci dostatečně zajistit. Z dat Ústavu zdravotnických informací a statistik (UZIS) vyplývá, že novorozeně je po porodu ohroženo především syndromem perzistující fetální cirkulace (PFC) a hypoxicko-ischemickou encefalopatií (HIE) (ÚZIS ČR 2017, Rodička a novorozenec 2014-2015). Ukazuje se, že právě průběh porodu může se sebou nést situace s mnoha možnými neočekávatelnými zvraty, kdy se nekomplikované těhotenství náhle mění v boj o život dítěte. (Pařízek, A., 2012, s. 28). Pokud komplikace nastanou, je zapotřebí velmi rychle a všemi známými a dostupnými postupy, za pomoci erudovaného personálu a potřebného vybavení, nepředvídatelnou situaci řešit. To vše, s ohledem na prověřené doporučené postupy a nové poznatky v moderní medicíně.

Kyslík a jeho dostatečné množství v krvi, je pro organismus člověka limitujícím faktorem. Při jeho nedostatku - hypoxii, dochází v buňkách k metabolickým změnám, jejichž závažnost se liší v závislosti na délce trvání hypoxického stavu. Snížený obsah kyslíku nebo úplné přerušení výměny krevních plynů u plodu, je závažný gynekologicko - porodnický problémem. Přes veškeré pokroky v prenatální péči a v péči neonatologické, je hypoxie závažnou komplikací, která má vliv nejen na novorozeneckou mortalitu, ale má i obrovský podíl na dětské morbiditě s vážnými celoživotními následky (Vintrová, J., 2018, s. 204-211). Včasné řešení, může zabránit nebo zmírnit rozvoji dalších komplikací v podobě hypoxicko ischemické encefalopatie a následně dětské mozkové obrny (Poláčková, R., 2009, s. 30-34). Data dokládají, že celosvětově je perinatální a prenatální nedostatečné okysličení plodu jednou z nejčastějších příčin úmrtí v novorozeneckém věku. Řadí se hned na druhé místo, těsně po úmrtí v důsledku nezralosti plodu (Llu, L., Oza, S., Hogan, D., et al., 2014).

V minulosti se péče o asfyktického novorozence omezovala na podpůrnou a symptomatologickou léčbu. Po roce 2007 byla řízená terapeutická hypotermie zařazena mezi metody doporučované Evropskou radou pro resuscitaci (ERC). Postupně se zaváděla do klinické praxe, a se stala uznávanou metodou v léčbě hypoxicko - ischemické encefalopatie u novorozenců (Hoehn, T., 2008; s. 7-12).

Dlouhodobé dopady po prodělané asfyxie u plodu, mohou vést k celoživotnímu zatížení jak samotného jedince, tak i jeho rodiny. Mezi nejčastější následky HIE patří dětská mozková obrna (DMO) různého rozsahu, mentální retardace, epileptické syndromy a postižení sluchu a zraku. Život dětí a jejich rodičů je v případě středního a těžkého psychomotorického postižení následkem hypoxicko-ischemické encefalopatie poznamenán



nejen v oblasti zdravotních komplikací, ale i psychických, sociálních a finančních nerovností se zdravou populací (Poláčková, R., 2009, s. 30-34).

V České republice se každoročně narodí okolo 100 000 dětí. Až 4% dětí vyžadují po porodu resuscitaci. Přestože neexistují přesné evidence o porodech mimo zdravotnická zařízení a nejsou k dispozici údaje, které by mohly srovnávat riziko vzniku akutní hypoxie u dětí narozených ve zdravotnickém zařízení a mimo působení poskytovatelů zdravotní péče. Proto je nutno na tuto problematiku pohlížet ze statisticky uznávané metody - pravděpodobnosti. Tedy jaká je míra očekávání, že bude nutné poskytnout odbornou intervenci novorozenci narozenou mimo zdravotnické zařízení. Přičemž se vychází z dat, podle kterých bylo nutno poskytnout intervenci u fyziologických a bezproblémových gravidit ve zdravotnických zařízeních (Vintrová, J., Pařízek, A., 2018 s. 204-211).

Bakalářské práce se zabývá problematikou hypoxických a asfyktických stavů plodu. Prezentuje publikované poznatky o možnostech současné intrapartální a partální monitoraci, diagnostice a léčbě u donošeného novorozence. Součástí práce jsou předloženy poznatky z fyziologie a patofyziologie incidence v populaci a léčbě.

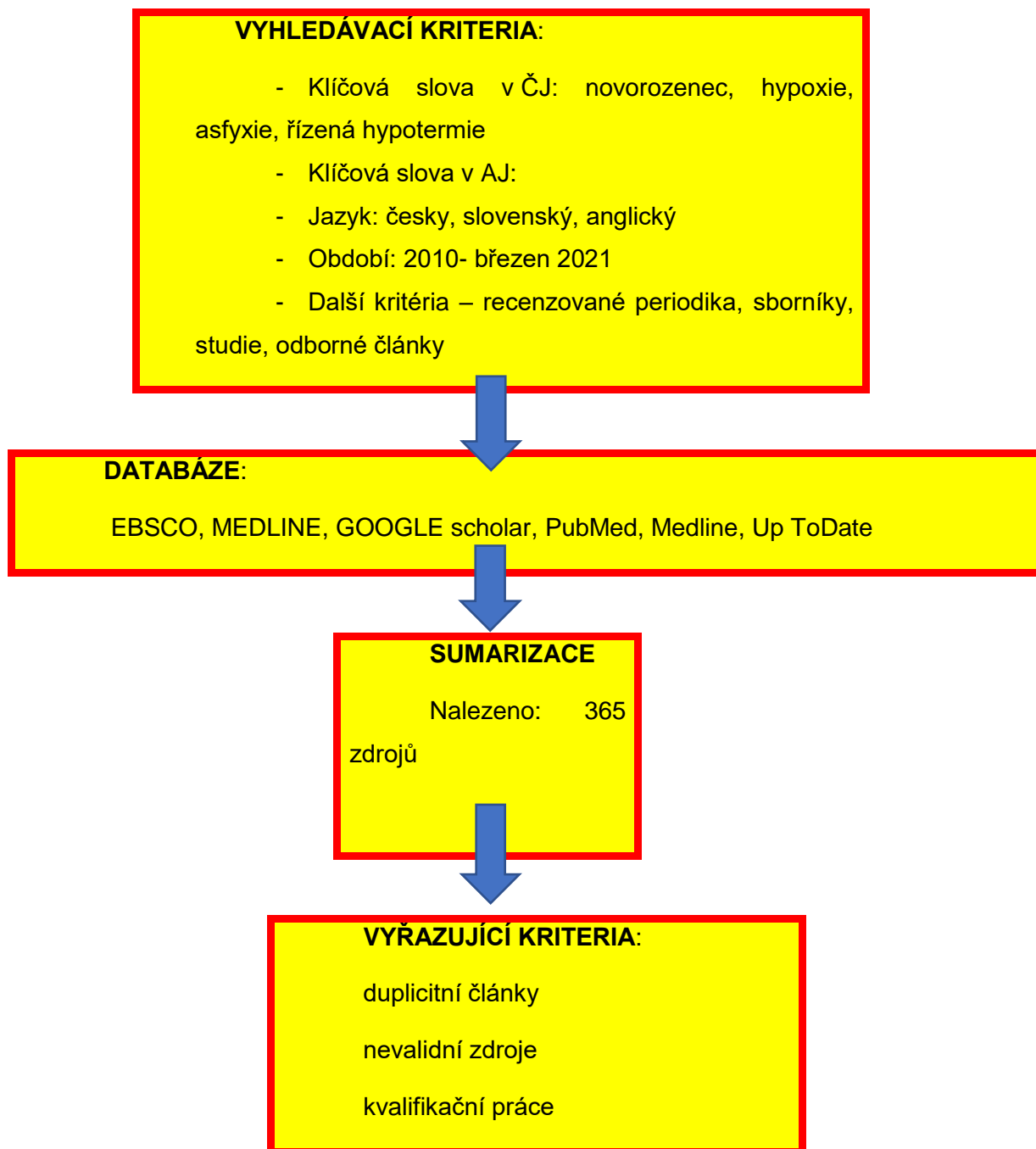
### **Cíle práce:**

1. Sumarizovat aktuální informace o perinatální asfyxii a možnostech její perinatální diagnostiky
2. Sumarizovat aktuální informace o hypoxicko – ischemických stavech u novorozence, jejich možných příčinách, klinických projevech a diagnostice
3. Sumarizovat aktuální informace o terapeutické hypotermii a dalších možnostech léčby hypoxických stavů u novorozence
4. Předložit aktuální informace o počtech a outcome donošených novorozenců, kteří byli po porodu indikované k terapeutické hypotermii

# 1 Popis rešeržní činnosti

Pro zpracování bakalářské práce byla vyhledávána data v knižních publikacích, odborných periodických a odborných elektronických databázích. Knižní a tištěné zdroje byly vyhledávány ve Vědecké knihovně Ostrava a knihovně Univerzity Palackého v Olomouci (UPOL).

Pro elektronické zdroje bylo zvoleno použití databází určených pro hledání validních zdrojů prostřednictvím univerzitní knihovny UPOL Olomouc.





## SUMARIZACE POUŽITÝCH PERIODIKÁLNÍCH DOKUMENTŮ

Medvik – 8 zahraničních článků, 5 českých článků

Ebsco – 14 zahraničních článků

PubMed – 6 českých článků

Google – 2 české články

Publikace – 10 českých knih, 1 zahraniční

UpToDate – 2 zahraniční články



Výsledek rešeršní činnosti:  
bylo použito 48 zdrojů

## Hlavní literární zdroje

1. DORT, J., DORTOVÁ, E., JEHLIČKA, P., Neonatologie. 3. vyd. Praha: Karolinum, 2018, Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 978-80-246-3936-9.
2. FENDRYCHOVÁ, J., Adaptované doporučené postupy v péči o novorozence, Brno, Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2020, ISBN 978-80-7013-605-8
3. FENDRYCHOVÁ, J., Hodnotící metodiky v neonatologii, Brno, Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2013, ISBN 978-80-7013-560-0
4. LAJTMAN, E., DVOŘÁKOVÁ, V., Akutní stavy v gynekologii a porodnictví, Jihlava, VŠ polytechnická Jihlava, katedra katedra zdr.studii, 2019, ISBN 978-80-88064-39-8
5. JANOTA, J., STRAŇÁK, Z., a kol., 2015. Neonatologie. Praha, Mladá fronta. 637 s. ISBN 978-80-204-3861-4
6. PROCHÁZKA, M. Porodní asistence. Praha, Maxdorf, 2020. 788 s. ISBN 978-80-7345-618-4

## 2 Hypoxie plodu v antepartálním a intrapartálním období

Jednou z nejčastějších možných příčin ohrožení plodu v graviditě je rozvoj fetální hypoxie s dalším možným hypoxicko-ischemickým poškozením novorozence a jeho následným neurologickým deficitem (Roztočil, A., 2004, s. 339). Cílem gynekologické a porodnické péče o těhotnou ženu, plod i novorozence, je předejít možným komplikacím a včas detekovat nebezpečí, která mohou být zapříčiněna sníženým, nebo až nulovým přísunem kyslíku k životně důležitým orgánům plodu v. antepartálním a intrapartálním období. Komplikace způsobené hypoxií, mohou být příčinou závažných morbidit u novorozence, nebo mohou způsobit i jeho smrt.

Na hypoxické stavy u plodu lze pohlížet z mnoha hledisek. Například dle vyvolávající příčiny, stupně zatížení organismu, nebo délky působení na orgánové soustavy.

### 2.1 Definice hypoxie

Roztočil objasňuje obecně používaný termín distress plodu, který se užívá pro nedostatečné okysličení plodu. Toto označení, však zahrnuje jakýkoli stresový podnět v prepartálním a partálním období, který může stav novorozence při porodu zhoršovat. Pojmenování distress plodu je používáno jak u hypoxických stavů, tak v případě infekcí a jiných patologií v graviditě. Pro patologie oxygenace plodu by se měl dle Roztočila používat termín hypoxie (Roztočil, A., 2017 s. 405).

Podle Měchurové je hypoxie definována jako stav přerušování dodávky kyslíku tkáním, která se kombinuje s hyperkápní, hypoperfúzí a metabolickou acidózou (Měchurová, A., 2007, s., 24-26)

Z hlediska patofyziologie je hypoxie plodu užívané pojmenování, které vystihuje snížené nebo úplné přerušování výměny krevních plynů ve fetoplacentární jednotce, kdy dochází k poklesu saturace kyslíkem a hromadění oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) nejprve v krvi a následně poté ve tkáních plodu. Následkem těchto dějů dochází ke snížení pH (power of hydrogen aktivita oxoniových kationtů vyjádřená zápornou logaritmickou škálou) v organismu a rozvoji respirační acidózy a následným poruchám metabolismu na buněčné úrovni a posléze i funkčním a strukturálním orgánovým patologiím (Silbernagl, S., Lang, F., 2012, s. 345).

Až 90 % případů hypoxie a asfyxie plodu vzniká intrauterinně, tedy ještě před samotným narozením dítěte. Zbýlých 10 % se přičítá poruchám dýchání a jiným respiračním komplikacím, jako jsou syndrom dechové tísně novorozence (RDS), infekcím novorozenců, perzistující plicní hypertenzi a traumatickému poškození plic. Příčinami mohou být i vrozená vývojové vady (VVV) srdce a centrální nervové soustavy. Častěji vzniká hypoxie v době před

samotným porodem nebo během porodu plodu. Nedostatečné zásobení kyslíkem může nepříznivě ovlivnit i protražovaná I a II. doba porodní. (Hálek, J., 2011, s. 390-393).

## 2.2 Patofyziologie hypoxie

Již bylo zmíněno, že hypoxie představuje nedostatek kyslíku vzhledem k metabolické potřebě organismu. Pokud dochází ke snížení přísunu kyslíku, organismus ihned reaguje a aktivuje své kompenzační reakce jak lokálně, tak na úrovni celého organismu.

V místě vzniku hypoxie se projeví vazodilatace cév aktivována chemoreceptory, ve snaze zvýšit průtok krve a zajistit vyšší přísun kyslíku k postiženému místu. Další reakce na pokles  $O_2$  je snížení afinity hemoglobinu (Hb) pro kyslík a ten se pak je ve větší míře z Hb uvolňuje.

Pro systémové odpovědi organismu jsou aktivovány nejen periferní a lokální chemoreceptory v místě vzniku, ale i sympatikus několika kompenzačními mechanismy, které po vyčerpání přecházejí do patologických stavů. Jsou to zvýšení srdečního výdeje, přestavba periferní cirkulace, zvýšení plicní ventilace, zvýšení počtu červených krvinek. Klinicky se tyto změny projevují jako hyperventilace a tachykardie, provázena hypertenzí, změnou barvy kůže bledost nebo cyanóza. Patrná je únava, snížení výkonnosti, poruchy kognitivních funkcí a poruchy vědomí (Rokyta, R., 2012, s. 84-86).

Jednotlivé buňky organismu reagují na nedostatek kyslíku zvýšeným příjmem glukózy a jejím využitím k tvorbě ATP (adenosintifofát) formou anaerobní glykolýzy, při hlubším nedostatku kyslíku však hynou procesem apoptozy nebo nekrozy (Ganong, W., F., 2005, s. 689-701)

Optimální a aktuální potřebu  $O_2$  tkáním zajišťují systémy kardiovaskulární a respirační s podílem transportní funkce krve.

## 2.3 Stadia hypoxie

Podle obsahu fetálního parciální tlak kyslíku ( $pO_2$ ) určujeme zatížení organismu nedostatečným oksyličněním a závažnost dělíme do 3 stupňů. Ty označujeme jako hypoxemii, hypoxii a asfyxii a vypovídá nám o závažnosti stavu hypoxie.

- **Hypoxémie**, jako počáteční stádium nedostatku kyslíku pro plod, se vyznačuje sníženou saturací, kdy se aktivizují všechny kompenzační mechanismy organismu. To má za následek snížení kyslíku v arteriálním řečišti, ale bez následků poškození organismu. Nedochozí k orgánovému a buněčnému poškození. Plod tedy pod vlivem aktivace obranných mechanismů, lépe vstřebává kyslík, sníží vlastní spotřebu kyslíku tím, že maximálně omezí pohyb. Dlouhodobá hypoxémie, chronické snížení přísunu kyslíku, se může promítnout v neprospěch prospívání plodu. Tuto abnormalitu

označujeme jako růstovou restrikcí plodu. Plod, díky kompenzačním dějům v organismu, zajišťujícím energetickou rovnováhu, může zvládat hypoxemii i několik týdnů bez velkých následků. Při dlouhodobém trvání hypoxémie, nad limity kompenzačních mechanismů, může dojít k negativnímu ovlivnění vývoje orgánových soustav.

- **Hypoxie** je nejen obecně používaný termín pro omezení a zástavu výměny krevních plynů, ale i stav, kdy na rozdíl od hypoxemie začíná být ovlivněná periferní tkáň organismu nedostatečným přísunem kyslíku. Aktivují se další reakce organismu. Redistribuce krevního zásobení ve prospěch centrálních vitálních orgánů a glykogenolýza v játrech plodu. Takto se glykogen uložený v játrech použije ve prospěch udržení energetické rovnováhy. Dochází však k aktivaci anaerobního metabolismu v periferních tkáních. Tato hormonálně řízená reakce dokáže energeticky kompenzovat snížený přísun kyslíku až několik hodin, které jsou důležité pro včasné vybavení plodu z dělohy.
- **Asfixie** je nejtěžší fáze hypoxie. Pokud obranné kompenzační mechanismy již nejsou dostačující a dochází k narušení energetické rovnováhy u plodu díky kritické hladině  $O_2$ , nebo úplné zástavě transportu kyslíku do organismu plodu, hovoříme o asfyxii. Organismus plodu se snaží za pomoci aktivace stresových hormonů o vyrovnání metabolických potřeb, použitím glykogenových zásob z jater a myokardu. Přestože se aktivuje redistribuce krevního toku, dochází k poškození orgánu - mozku a kardiovaskulárního aparátu během několika málo minut. Tento stav bezprostředně ohrožuje nenarozené dítě na životě a v nemalé míře, pokud přežije asfyxii, může mít trvalé neurologické poškození (Hájek, 2014, s. 339).

### 2.3.1 Dle etiologie dělíme hypoxii

- **Hypoxická hypoxie** – vzniká porušením přívodu kyslíku do plicních kapilár v důsledku nízkého parciálního tlaku. Například při poklesu barometrického tlaku ve vyšších nadmořských výškách a vzniku horské nemoci. Jinou příčinou hypoxické hypoxie je obohacení vdechovaného vzduchu jinými plyny, například oxidem uhličitým.
- **Transportní hypoxie** – je také nazývána anemickou hypoxií a vzniká u všech typů anemii. Tato hypoxie je zapříčiněna sníženou vazebnou kapacitou pro kyslík. Projevuje se normálním arteriální  $pO_2$  a současně poklesem obsahu kyslíku v krvi. Při dekompenzaci objemu kyslíku v krvi pod fyziologickou hodnotu 200ml/l krve, dochází k systémové tkáňové hypoxii. Symptomatologii je námahová dušnost, laboratorně se projevuje sníženou hladinou hemoglobinu.

- **Cirkulační hypoxie** – vzniká snížením perfuze v tkáních. Příčiny mohou být ischemické vzniklé uzávěrem tepny, nebo levostranným srdečním selháním, a stagnační. Ke stagnačním typům cirkulační hypoxie dochází u žilních uzávěrů, nebo levostranného srdečního selhávání. Mezi symptomy patří bolest v místě hypoxie, bledost u ischemie a cyanóza u stagnace. Jsou patrné normální hodnoty pO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> arteriální krve i hladiny Hb.
- **Hystotoxická hypoxie** – příčina této hypoxie je neschopnost buněk využívat dodávaný kyslík. Poruchy se nacházejí na úrovni buněčného metabolismu nejčastěji mitochondrii, nebo cytochromoxidázového systému. Vyskytují se u otrav kyanidem nebo kobaltem. Protože je v oběhu dostatečné množství kyslíku, není patrná cyanóza ani bledost. Kůže postiženého červená, protože okysličená krev koluje i v žilním oběhu (Rokyta, A., 2017 s. 2010 - 2015).

### 2.3.2 Dělení hypoxie a časový faktor

Je nutné rozdělit tyto stavy na akutní a chronickou hypoxii.

- **Chronická hypoxie** - snížením saturace O<sub>2</sub> v organismu plodu se můžeme setkat během těhotenství. Je na gynekologovi, aby tyto stavy během pravidelných návštěv prenatální poradny detekoval a tím zabránil dalším možným komplikacím nebo včas zasáhl radikální intervencí a rozhodl o ukončení těhotenství. Zjištění chronické nitroděložní hypoxie se nejčastěji projevuje restrikcí plodu. Takto riziková gravidita je v mnoha případech včas ukončena, dříve než by se mohl rozvinout akutní asfyktický stav u nenarozeného dítěte. Vždy se posuzuje akutnost ohrožení dítěte nedostatkem zásobení kyslíkem a gestačním stářím. Projevuje se asi u 10 % stavů hypoxie u plodu (Hájek, 2014 s. 282).
- **Akutní hypoxie** – tvoří většinu intrapartálních hypoxických epizod, asi z 90. %. Jedná se o náhlý stav dočasné, nebo trvalé omezené nebo přerušené cirkulace mezi matkou a plodem, který může vést k akutnímu ohrožení plodu na zdraví, nebo na životě. Přičemž každá chronická nedostatečnost perfuze, může změnit svou podobu do akutního stavu.

## 2.4 Příčiny intrapartální hypoxie plodu

Asfyxie vzniká v důsledku nedostatku kyslíku a je to jedna z nejtěžších postnatálních porucha přizpůsobení. Často začíná již intrauterinně a mezi její klinické projevy patří bradykardie (zpomalená dechová frekvence) a poruchy dýchání (Muntau, 2007, s. 7).

Fendrychová ve své publikaci hovoří o centrálních a periferních příčinách asfyxie. U centrálních příčin dochází k neschopnosti dýchacích center v prodloužené míše reagovat na impulzy vyvolávající normální začátek dýchání. Do centrálních příčin řadíme pokračování

nitroděložní hypoxie, anestezie a analgezie aplikovaná matce při porodu, mechanické trauma jako krvácení a komprese postihující mozkový kmen.

Další příčiny asfyxie mohou být periferní, tj. selhání respiračního nebo cirkulačního systému a zásobování organismu kyslíkem. K periferním příčinám patří překážky plicní ventilace, vývojové vady plic, vrozené srdeční vady, šok či krevní změny. (Roztočil, 2017) Nižší reaktivita dechových center může být také způsobena u nezralých novorozenců strukturální nezralostí plic a nedostatkem surfaktantu (Fendrychová, 2012, s. 76).

Časný asfyktický syndrom (ČAS) je porucha dýchání novorozence po jeho vybavení. Je provázený známkami nedostatku kyslíku v krvi, nedostatku kyslíku ve tkáních či také známkami útlumu nervových funkcí. Za asfyktického novorozence považujeme novorozence, u kterého se do 30. sekund neobjeví začátek dýchacího úsilí či do 90. sekund přítomnost rytmického dýchání (Roztočil, 2017 s. 352).

Až 90 % případů hypoxie a asfyxie vzniká intrauterinně, tedy ještě před samotným narozením dítěte. Zbýlých 10 % se přičítá poruchám dýchání a jiným respiračním komplikacím, jako jsou RDS, infekce novorozenců, perzistující plicní hypertenze a traumatické poškození plic. Příčiny mohou být i VVV srdce, oběhu a centrální nervová soustava (CNS). Mnohem častější vzniká hypoxie v době před samotným porodem, nebo za porodu plodu (Hálek, J., 2011, s. 390-393). Nedostatečné zásobení kyslíkem může nepříznivě ovlivnit i protražovaná I a II. doba porodní. Dle lokality vzniklé patologie se dělí příčiny na straně matky, placentární jednotky a pupečníku, nebo u plodu. Důležitý faktor sehrává i to, zda se jedná o náhle vzniklou ischemii, nebo chronickou nedostatečnost. Následky hypoxie závisí nejen na závažnosti - stupni stavu, jak bylo popsáno v předešlé části, ale i délce trvání a rychlosti vyřešení či zmírnění zjištěné patologie. Nemaý vliv má i gestační stáří plodu (Muntau, 2007, s. 7).

#### **2.4.1 Dělení dle vzniku patologie**

- **Ze strany matky** - může jednat o jakoukoli patologickou změnu v mateřském organismu. Některé důvody horší perfuze plodu jsou zdárně ovlivnitelné. Například u hypotenzního syndromu v poloze na zádech matky, nebo medikamentózní ovlivnění vazoaktivními látkami. Obě příčiny, úprava polohy ženy i racionalizace léčby můžou rychle stabilizovat oxygenaci plodu. U jiných dlouhotrvajících onemocnění matky, například chronickém plicním onemocnění, nebo srdečním selháváním, jde často o multidisciplinární přístup zdravotnických odborností, který vede k minimalizaci rizika těžké asfyxie. Mezi další možné příčiny patří patologická děložní činnost za porodu, nebo zvýšený nitroděložní tlak (Čech, J., 2006, s. 223). Také těžká anémie může vést k snížení množství kyslíku a tím následně k nedostatečné placentární cirkulaci. Anémie může vznikat na základě



krvácení, nebo poruchami krve. Závažné poruchy krve a krevetvorby se řeší v graviditě ve spolupráci s hematologem (Jirsová, 2003, s. 196-200).

- **Ze strany placentární jednotky a pupečníku** -Nedostatečný průnik trofoblastu do artérií placenty také může zapříčinit chronické snížení perfuze placentárního lůžka. I jemné změny v cévním systému placentární jednotky, například infarkty nebo degenerativní změny, mohou být příčinou chronické hypoxie plodu. Ta, se podobně, jak již bylo řečeno v předešlé kapitole, často projevuje jako IUGR (intrauterinní růstová restrikce). Stejně tak chronickou nedostatečností se může projevit trombóza pupečnickových cév, nebo abnormalita, kterou nazýváme jako pravý uzel na pupečníku. Obě patologie mohou mít jak chronický, tak akutní charakter. Mezi náhlé vzniklé stavy hypoxie plodu zapříčiněné v oblasti pupečníku a placenty patří předčasné odloučení placenty, prolaps, komprese nebo strangulace na pupečníku (Roztočil, A., 2008, s. 262).
- **Ze strany plodu** -Mezi nejčastější příčiny hypoxie vzniklé u plodu, řadíme vrozené srdeční vady (VSV) různého typu, které mohou zapříčinit srdeční selhávání dítěte v děloze. VVV srdce a oběhové soustavy tvoří více než 40% všech VVV (Šípek, A., 2010, s. 221-242).
- Riziko hypoxie hrozí u anemie způsobené hemolýzou při rhesus faktor (Rh) - inkompatibilitě. Tomuto stavu lze však úspěšně předcházet imunoprofylaxí rhesus faktor, antigen D (RhD) aloimunizací ženy po proběhlé graviditě a včasné detekci protilátek v graviditě. Mezi akutní stavy narušení průtoku orgány u plodu kyslíkem patří hypotenze plodu, zapříčiněná při velamentozní inzerci pupečníku u vasa previa. Při porodu může dojít k ruptuře dělohy a masivnímu krvácení (Hájek, Z., 2004, s. 379-395).

Někdy se mohou na vzniku hypoxie současně podílet patologie ze strany matky, plodu i placentární jednotky. Kombinace těchto příčin může zvýšit riziko vzniku hypoxie u plodu. Akutní situace nedostatečné oxygenace plodu, vyžadují okamžité řešení. To znamená ukončení gravidity z vitální indikace dítěte (Hájek, 2014 s. 282).

### 3 Monitorace plodu v děloze před a během porodu

Pro detekci stavu plodu v děloze má porodník i porodní asistentka k dispozici v moderní medicíně mnoho postupů. Mezi požadavky kladené na využívání jednotlivých metod patří jednoduchá interpretace výsledku, rychlost, validita a co možná nejméně invazivní postup vůči gravidní ženě i plodu. V čase se jednotlivé diagnostické metody modernizují, tak aby přinesly očekávaný výsledek. Cílem lékařů i porodních asistentek je porození zdravého novorozence, proto je nutno využívat takové metody, které by zaručily nejrelevantnější možná data, z celého spektra současných diagnostických možností (Vavřínková, 2006, s. 13).

Pro včasnou detekci hypoxie plodu se v současné době používá několik diagnostických metod. Jak ale uvádí Čech, žádná z nich není ideální pro samostatné používání, ať už z hlediska přesné diagnostiky, komfortu pro rodičku nebo z pohledu ekonomické nákladnosti (Čech, 2014, s. 439).

#### Auskultace ozev srdce u plodu

Poslech srdečních ozev plodu patří k nejstarší popsané metodě monitorace novorozence v děloze. Poznatky přinesl v roce 1821 francouzský lékař, který ve své praxi použil pro poslech volné ucho na břicho ženy. Standardním postupem se však tato metoda stala až v 60. letech minulého století. Auskultací – poslechem, hodnotíme bazální fetal heard rate (FHR), rytmus srdeční plodu, zkušený porodník či porodní asistentka akceleraci a deceleraci. Podle příchodu kontrakcí a délky decelerace je možno rozlišit i typy decelerací (Hrtánková, M., 2014, s. 326-331). Roztočil uvádí, že auskultací lze rozeznat bradykardii, jako vážné ohrožení plodu. Předpokladem je ale, dobrá znalost této diagnostiky s přepokládanou získanou praxí (Roztočil, A., 2010, s. 36). V současné době by se měla metoda využívat tam, kde není k dispozici kardiokografie (CTG) pro nitroděložní monitoring stavu plodu. Spoléhat se, ale jen na použití poslechu akce srdce plodu vykazuje dle Měchurové vyšší riziko křečí i u fyziologických resp. nízkého rizikových gravidit. Další nevýhodou je délka doby, kterou musí být pacientka poslouchána pro určení bazální frekvence. Teprve od této hodnoty je možno vyhodnocovat další poslechový náález. Doporučuje se auskultovat co 15 minut v I. porodní době a v II. době porodní co 5 minut po dobu 60. sekund v průběhu kontrakce, mimo kontrakci pak co 30 sekund. Dále je nutno se orientovat v detailech, které by ovlivnily interpretaci nálezu, například srdeční frekvence matky, nebo děložní kontrakce. Pro všechny tyto podmínky se monitorace pomocí poslechu běžně nepoužívá (Měchurová, A., a kol. 2016, s. 112-124).

## Kardiotokografie

Kardiotokografie jako metoda monitorace srdeční akce plodu a současně monitorace děložní činnosti byla zavedena do praxe porodníků v 60 letech minulého století. V porodnictví se CTG v současnosti používá jako zlatý standart sledování stavu plodu jak v graviditě, tak u samotného porodu. Toto vyšetření je založeno na principu záznamu srdeční frekvence v časovém odstupu vždy dvou následných srdečních cyklů, od tepu k tepu ohraničeno QRS (komplex vertikální vychýlení elektrokardiografie) komplexy. Přičemž rychlost posunu papíru v záznamu je 1cm za minutu. Kardiotokograf je přístroj, který vykazuje srdeční frekvenci plodu ve vztahu ke kontrakční činnosti dělohy (Měchurová, A., a kol. 2016, s. 112-124). I u této nejpoužívanější metody, je důležitá dobrá znalost pro provedení vyšetření. Například nesprávné uložení pelot by mohlo zkreslit mnohé faktory, jako například ztrátu signálu z důvodu nepřesného umístění peloty, zachycení nejasných signálů, které mohou způsobit pohyby končetin plodu, dýchací svaly matky, arteriální pulzace matky a mnoho jiných. I popis získaného výsledku je díky vysoké senzitivitě a současně nízké specifitě složitá. Zvláště obtížné je zhodnotit tzv. suspektní nálezy. Jedná se interpretace takových záznamu, které nelze jednoznačně posoudit jako negativní, tedy vylučující patologii, ale ani jednoznačně potvrdit pozitivní, tedy patologické CTG. Takovou patologii nálezu, která si vyžaduje okamžité řešení a ukončení gravidity císařským řezem (SC), pro akutní hypoxii plodu (Hrtánková, M., 2014, s. 326-331). Jak uvádí ve své práci Biringer suspektní nález CTG se může objevit až ve více než polovině sledovaných pacientek, přičemž metabolická acidóza, která znamená hypoxický stav u plodu, byla detekována u méně než 10% sledovaných (Biringer, K., a kol. 2011, s. 222-229). U kardiotokografie se jedná o nepřímý průkaz hypoxie, protože je založena na sledování akce plodu a předpokládaných změn v srdeční frekvenci, pokud by k hypoxii u plodu docházelo. Proto se využívání a interpretace výsledků kardiotokografie dostává do popředí v diskuzích o nadměrném používání. Mnohé gravidity jsou pak pro suspektní nálezy zbytečně akutně ukončený per SC. A to právě na základě hodnocení CTG nálezu porodníkem jako suspektní nález s ohrožením plodu hypoxii (Hájek, 2004, s. 345). Znalost interpretace CTG je nedílnou součástí vzdělání každého porodníka i porodní asistentky a řídí se doporučenými postupy. Základní parametry k hodnocení jsou bazální frekvence, variabilita, akcelerace, decelerace a kontrakce. Všechny tyto parametry současně vypovídají o nálezu CTG, pro průkaz jevů se doporučuje kontinuální monitoring v délce 20 minut. Na základě interpretace FIGO (Interpretace intrapartálního fetálního kardiotokogramu) 2015 by se vzhledem k variabilitě signálů během porodu mělo k monitoraci a přehodnocování CTG přistupovat co 30 min (Měchurová, A., a kol., 2016, s. 89-91). Hájek ve své práci, kde sleduje skupinu 55 žen s rizikovým nebo patologickým porodem uvádí že, CTG signifikantně

vykazovalo nižší specifitu než jiné metody monitorace. Do porovnání uvádí fetální pulzní oxymetrie (FpO<sub>2</sub>), segment fetální elektrokardiogram (ST-analýza EKG), přičemž u jednotlivých metod nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v indikaci k operativnímu ukončení porodu. Přes nižší specifitu než současné použití FpO<sub>2</sub> a ST-analýza EKG je monitorace plodu pomocí CTG v současné době běžně užívána v detekci hypoxie plodu. Rozšíření diagnostických metod, by mohlo ovlivnit počet vykonaných operačních zákroků pro indikaci akutní hypoxie plodu (Hájek, Z., 2005, s. 22-26).

## **Fetální pulzní oxymetrie**

Intrapartální fetální pulzní oxymetrie (IFPO) monitorace, hodnotící periferní kapilární okysličení plodu. Jedná se o neinvazivní vyšetřovací metodu, která je založena na spektrofotometrii a rozdílné absorpci světla oxyhemoglobinem a deoxyhemoglobinem. IFPO se provádí sondou dlouhou asi 35 cm, zaváděnou vaginální cestou. Senzor pro měření SpO<sub>2</sub> (nasyčení krve kyslíkem) se umísťuje na tvář, u konce pánevního na hýždě plodu. Podmínkou pro měření saturace, je již odteklá plodová voda a nález na brance minimálně 2 cm. Hodnoty okysličení krve jsou uváděny v procentech. Tato metoda přímého měření okysličení plodu se využívá u suspektních, případně patologických nálezů CTG. Předchůdcem IFPO je měření oxygenace fetální krve během porodu invazivním způsobem. Průměrná saturace plodu během fyziologické děložní činnosti je nasyčení O<sub>2</sub> vyšší než 35 %, po dobu měření 10. minut. Takto vysoké hodnoty se následně promítají do normálního scóre dle Apgarové po porodu. I sledované parametry pupečnickového pH po porodu vykazují výsledky ve fyziologických referenčních hodnotách. Výsledek se interpretuje jako suspektní, pokud hodnoty kapilárního okysličení naměříme mezi 30% - 35%. Pokud je obsah kyslíku v periferní krvi menší než 30%, v časovém intervalu delší než 10 minut je takový nález považován za patologický a plod je ohrožen hypoxií. Tato hodnota je v přímé korelaci s nižším poporodním pH pod 7,2 pupečnickové krve. Užití IFPO může dle práce Uchyty a kol., významně snížit počet vykonaných porodů per SC (Uchyta, T., and all., 2018). Samostatně, bez kombinace kontinuální monitorace tepové frekvence plodu se však pulzní oxymetrie neužívá. Limitaci pro širší využití lze spatřovat i v souvislosti s diskomfortem, který působí ženě zavedení a především fixace sondy. Validitu mohou také negativně ovlivnit některé faktory, vyplývající z technického možností provedení vyšetření. Například pohyby plodu, přítomnost mekonie v místě kontaktu senzoru, postupující porod a tím poměrně častá změna polohy plodu, která vyžaduje korekce čidla a jiné. Protože je důležité, aby sonda byla těsně přiložena celou plochou a měla kontakt s kůží, používají se pro lepší fixaci mnohé pomůcky. Speciální tkáňové lepidlo, spirální elektroda, nebo nafukovací pomůcky, které se umísťují mezi senzor a stěnu děložní (Čech, E., 2006, s. 472).

## **Stanovení acidobazická rovnováha z krve plodu**

Již v roce 1967 zavedl Saling vyšetřovací metodu odběru krve z hlavičky naléhajícího plodu pro stanovení acidobazické rovnováhy (ABR) v těle nenarozeného děťátka. ABR popisuje dynamickou rovnováhu mezi kyselými a zásaditými látkami v organismu. Vyšetřením krve dle Astrupa nám dává informace o krevních plynech, vnitřním prostředí organismu a i o pH krve. Tato metoda má však mnohá omezení a limitací, proto se nestala běžnou vyšetřovací metodou v detekci hypoxických stavů plodu. Získané výsledky, mohou být ovlivněny hemodynamickými změnami ve skalpu vlivem porodního národu, který může vznikat při kontrakcích u naléhající části. Další komplikací se jeví ohrožení zdravotního stavu novorozence přenosu infekce, kterou každý invazivní vstup přináší. A u odběru krve z hlavičky plodu za porodu tomu není jinak. Za nevhodné se dá považovat i skutečnost, že odběr ABR, nelze provádět kontinuálně. V průběhu celé II. doby porodní, kdy je dítě ohroženo náhlým vznikem hypoxemie či hypoxie. Dalšími omezujícími faktory jsou podmínky pro odběr Astrupu. Porodní cesty by měly být přístupné pro manipulaci při náběrech, musí být odteklá plodová voda, branka by měla být dostatečně otevřená. Časová náročnost na přípravu nekoresponduje s akutností, kterou hypoxie a náhle řešení asfyktických stavů bezesporu je. Je nutné uvážit, že se jedná o výsledek okamžitý pro dobu odběru a vzhledem k možnosti velmi rychle změny a náhlého rozvoje hypoxického stavu nenašla tato metoda širšího uplatnění (Hájek, Z., a kol. 2004, s. 344-346).

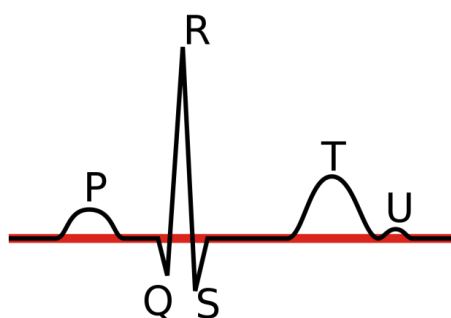
## **STAN – analýza úseku EKG plodu**

Pro detekci hypoxie se v posledních letech nejvíce hovoří i o nejmodernější metodě – fetální analýze ST úseku EKG elektrokardiograf (EKG). Metoda je mladá, první analýzy pochází z roku 1999 a pochází ze Švédska. Principem je nepřímé snímání EKG plodu elektrodou při intrapartální monitoraci. Elektroda se umisťují na naléhající část, ať už na hlavičku plodu, nebo na hýždě při poloze koncem pánevním (KP). Přístroj je schopen kontinuálně měřit srdeční akci plodu, EKG křivku i kardiokardiografický záznam. Záznam vykazuje aktuální změny ve stavu hypoxemie a hypoxie myokardu (Hruban, L., 2005, s. 11-16). Z EKG záznamu se hodnotí jednotlivé ukazatele, parametry vln, úseků a intervalů. Ve vztahu k problematice hypoxie plodu se sleduje ST úsek, T vlna, QRS (části záznamu EKG) komplex získaný ze záznamu elektrokardiogramem (obrázek č. 1). ST úsek je část EKG záznamu, mezi koncem komorového komplexu QRS a počátkem vlny T. Přičemž odchylky, zvýšení - elevace, nebo snížení - deprese v úseku ST, jsou známkami depolarizace myokardu. Úsek ST na EKG velmi citlivě reaguje na stres a snížení kyslíku v myokardu. T vlna prezentuje na EKG záznamu repolarizaci komorového myokardu. Jeho bifázické varianty, které se popisují jako diskordance se vyskytují obdobně jako u patologie ST úseku při hypoxii myokardu. Zvýšení vlny T vypovídá o reakci plodu na hypoxii, při krátkodobém

trvání této doby je plod schopen kompenzovat nedostatek kyslíku. QRS komplex znázorňuje směr elektrické aktivace komor. Pro patologické změny myokardu v důsledku hypoxie především hovoří délka trvání tohoto přenosu. Zatímco fyziologické hodnoty trvání jsou do 0,11s(sekund), při prodloužení nad tento časový úsek se hovoří jako o akutní ischemii. Jestliže je úsek T- QRS zvýšen na kratší dobu než 10 minut, hovoříme o krátkodobé hypoxii. Pokud je zároveň registrován i patologický úsek CTG záznamu, je zapotřebí porod akutně ukončit pro hypoxii. Jestli se ale zvýší dlouhodobě bazální T- QRS je plod hypoxii schopen kompenzovat (Rokyta, R. 2015, s. 426). Při popisu bifázie úseku ST je často nutno neprodleně ukončit porod. Akutním císařským řezem se často ukončují gravidity, pokud je současně suspektní, nebo patologický nálezn na CTG. Zvláště obezřetně a rychle, je nutno vyhodnotit situaci pokud se jedná o 2., nebo 3. stupeň bifázie T vlny.(Čech, E., a kolek. 2006, s. 472-474).

Vyšetřovací metoda STAN se rutinně používána při monitorování rizikových porodů a v průběhu patologii v graviditě. Tato detekce hypoxie nabízí nové možnosti a zpřísnění diagnostiky intrapartální tísne plodu. Zatímco IFPO se hodí pro monitoraci akutních stavů, jeví se kombinace CTG, IFPO a STAN jako přínosná metoda především pro snížení počtu akutních porodu SC z indikace intrapartální hypoxie plodu. Nicméně zatím se neuvažuje o běžném zařazení do provozu gynekologicko-porodnických oddělení. To především z důvodu technické náročnosti ve vybavenosti oddělení. Další limitující faktor je nutnost rozsáhlé edukace lékařů a porodních asistentek v manipulaci a hodnocení touto při používání nové přístrojové techniky. V České republice (ČR) není ještě jednotný názor na široké požívání monitorace metodou STAN (Roztočil, A., Kučera, M., 2008, s. 156).

V práci, kde Hájek analyzoval současné vyšetřovací metody, signifikantně vykazovala ST analýza EKG společně s FpO<sub>2</sub> vyšší specifitu než CTG monitorace plodu. Pomocí STAN se lépe predikovala hrozící hypoxii plodu způsobena zkalenou až kašovitě plodové vody. Přes tyto vědecké poznatky se však shoduje názorem Roztočila a Kučery, že běžné zavedení do praxe není možné bez široké edukace z řad odborníků v gynekologii a porodnictví (Hájek, Z., 2005, s. 22-26).



Obrázek 1 Izoelektronická linie v zápise EKG/fyziologický

## 4 Perinatální asfyxie

Roztočil uvádí, že v období lidského života od narození do 40 let je jedinec nejvíce ohrožen v době porodu. Novorozenci, kteří prodělali intrapartální hypoxii či asfyxii jsou ohrožení smrtí nebo závažnou poruchou integrity organismu s trvalými následky (Roztočil (2008, s. 262).

Podobné vyjádření vystihuje Vintová ve svém pojednání o plánovaných domácích porodech, kde uvádí, že porod je dynamický proces a nekomplikovaná gravidita se může nečekaně rychle změnit v důsledku neprediktabilních komplikací v dramatickou situaci. Jako fyziologický je můžeme označit vždy až retrospektivně.(Vintová, J., Pařízek, A., 2018, s. 208)

### 4.1 Klasifikace perinatální hypoxie

Klasifikace hypoxie plodu podle závažnosti je důležitá pro posouzení stavu dítěte v prvních minutách po porodu a pro řešení potřeby resuscitace a intenzivní péče. Dle závažnosti dělíme asfyxii na mírnou, střední a těžkou.

Ve své publikaci Borek a Matušková klasifikují asfyxii na livida a pallida. Při lehčí a střední asfyktické zátěži vzniká asfyxie livida, také je používán termín modrá asfyxie. Projevuje se cyanózou celého těla, novorozenec nepravidelně dýchá, ale pulz je pravidelný. U asfyxie pallida, tedy bledé asfyxie je novorozenec bledý a nachází se v terminální apnoe, nebo jsou přítomny lapavé dechy, takzvaný gasping. Kůže může být prochladlá, zornice nereagují na osvit, nacházejí se v mydriáze. Svalový tonus není přítomen a svěrače jsou uvolněny. Tento stav je důsledkem těžké asfyxie (Borek, V., 2008, s. 347-356).

Dle mezinárodní klasifikace nemocí (MKN) je rozlišena mírná nebo střední asfyxie a těžká porodní asfyxie.

#### Mírná nebo střední porodní asfyxie

- Během jedné minuty nezjištěno normální dýchání, ale akce srdeční 100 nebo více, určitý svalový tonus přítomný a určitá reakce na podnět
- Asfyxie s jednominutovým bodovým hodnocením Apgarové 4–7
- Modrá asfyxie

#### Těžká porodní asfyxie

- Při narození akce srdeční méně než 100 za minutu nebo klesající, chybějící nebo lapavé dýchání, bledá kůže, snížený svalový tonus nebo atonie
- Asfyxie s jednominutovým bodovým hodnocením Apgarové 0–3
- Bílá asfyxie (MKN-10 2020)

Součástí tohoto hodnocení je Apgar skóre. Jedná se bodové hodnocení novorozence v první, páté a desáté minutě po porodu. Hodnotíme srdeční frekvenci, dechovou aktivitu, reakci na podráždění, barvu kůže, svalový tonus. Každý parametr je hodnocen přidělením buď žádného, jednoho, nebo dvou bodů. Součtem se zjišťuje výsledné skóre. (tab. č. 2)

Výsledky hodnocení Apgar skóre a interpretace asfyxie:

0-3 body těžká asfyxie, ČAS III.

4-6 bodů střední asfyxie, ČAS II.

7-8 bodů mírná asfyxie, ČAS I.


(Fendrychová, J., a kol. 2012, s. 74-80).

Jak uvádí Polášková, samotné nízké Apgar skóre (AS) nelze považovat za jednoznačný důkaz ani důsledek asfyxie. Hodnota Apgar skóre ve výši 0–3 bodů v 1. minutě nemá žádnou výpověď hodnotu pro vývoj dítěte v budoucnu. Stejně bodové hodnocení v 5. minutě života však již může předpovídat vyšší novorozeneckou úmrtnost a zvýšené riziko vzniku DMO (Poláčková, R., 2019, s. 30-37).

Stejný závěr předložila skupina lékařů vedena Hayakavou, který popsal, že mezi rizikové faktory předpovídající špatný výsledek v HIE patří narození dítěte, nízké Apgarovo skóre za 5 minut, použití epinefrinu, laboratorní abnormality a abnormální nálezy na magnetické rezonanci (MR).



## APGAR SCORING SYSTEM

	0 Points	1 Point	2 Points	Points totaled
Activity (muscle tone)	Absent	Arms and legs flexed	Active movement	<div style="text-align: center;">  </div>
Pulse	Absent	Below 100 bpm	Over 100 bpm	
Grimace (reflex irritability)	Flaccid	Some flexion of Extremities	Active motion (sneeze, cough, pull away)	
Appearance (skin color)	Blue, pale	Body pink, Extremities blue	Completely pink	
Respiration	Absent	Slow, irregular	Vigorous cry	

Severely depressed	0-3
Moderately depressed	4-6
Excellent condition	7-10

*Obrázek 2 Skórovací systém dle Apgárové*

## 4.2 Klinický obraz perinatální hypoxie

Nedostatečnost v oxyličení plodu v děloze, může mít po narození různé symptomy. V nejranějších fázích se tento stav promítá do metabolismu dítěte a narušením rovnováhy vnitřního prostředí organismu. Nejdříve jsou poruchy metabolismu zachytitelné laboratorně. Mnohem dříve než se složitou kaskádou kompenzačních dějů a jejich postupným selháváním projeví následky poruch metabolismu symptomatologicky na různých orgánových soustavách (Roztočil, A., Kučera, M., 2008, s 87).

Projevy perinatální asfyxie na orgánových systémech:

- Metabolismus - metabolickou acidózou, hyperkalémie, nízká hladinou kalcia, magnezia a sodíku, hypoglykemie nebo hyperglykemie
- Respirační aparát - hyperventilace, hypoventilace, apnoické pauzy, cyanóza perzistující plicní hypertenze, dušností, tachypnoe, syndrom akutní dechové tísně (Staňák, Z., 2015, s. 94).
- Kardiovaskulární systém - dysfunkcí myokardu, přechodná nedostatečnost chlopní, arytmie
- Urologický systém – oligourie, anurie, selhání ledvin, selhání ledvin podmíněna porucha sekrece antidiuretického hormonu v nadledvinách, nebo náhle vzniklé tubulární nekrózy. Prodělaná perinatální asfyxie se dále může promítnout negativně na funkci orgánů trávicí soustavy. Mezi první známky patologie
- Gastrointestinální systém - intolerance přijímané stravy, průjmy, zvracení, částečná nebo úplná tranzitorní neprůchodnost střev, koliky, ileózní příhody nekrotizující enterokolitidy, hepatopatie. Patologie se může projevit v koagulačních markrech a biochemických, vyšetřením glykemie a jaterních parametrů. U novorozenců s postižením jater jsou patrné komplikace s podáváním léčiv a prodloužení doby účinku.
- Patologii CNS – dráždivost, hypertonus, třes, hypotonie, apatie, kóma, křeče. Původem z intrakraniálního krvácení, nebo hypoxicko-ischemického postižení CNS vznik hypoxicko ischemická encefalopatie, patologie na bílé hmotě mozku, bazálních gangliích, mozkové kůře (Dort, J., Dortová, E., 2013, s. 116).

### 4.3 Diagnostika asfyxie

Diagnostika asfyxie se dle Poláčkové opírá o anamnestické údaje, mezi které zařazuje absenci pohybů plodu, patologické CTG, zjištění patologických průtoků v placentě či pupečníku a nízké skóre dle Apgárové. Dále se na diagnostice podílí klinické vyšetření, laboratorní vyšetření a zobrazovací metody. (Poláčková, R., 2015, s. 92)

Ve své publikaci podobné doporučení uvádí i Fendrychová a konstatuje, že diagnóza se stanovuje na základě vyhodnocení klinického vyšetření, laboratorního vyšetření a výsledku zobrazovacích metod s ohledem na parametry elektrofyzilogického vyšetření a určuje nám další dalšího postupu v léčbě novorozence. Fendrychová dále popisuje, že asfyxie se primárně hodnotí, pokud nenastane dechový pokus novorozence do 30 sekund po vybavení plodu, nebo pokud není přítomné rytmické dýchání do 90 ti minut po vybavení. (Fendrychová, J., a kol. 2012, s. 74-80).

Základními kritérii pro diagnostiku hypoxie plodu uvádí Vráblík:

- prokázaná metabolická acidóza: pH 7,0 a přebytek bází (BE) 12 mmol/l – odběr z arterie umbilikalis ihned po porodu plodu
- prokázaný časný začátek střední nebo těžké perinatální encefalopatie u donošených dětí
- náhlé a neočekávané zhoršení CTG záznamu
- zaznamenání hypoxického inzultu před porodem nebo v průběhu porodu
- nízké Apgar skóre 0-6 v páté minutě a déle
- časně příznaky multiorgánového postižení
- časně důkazy samotného mozkového postižení (Vráblík et al., 2003, s. 20)

Česká neonatologická společnost doporučuje před zahájením léčby hypoxie provést laboratorní stanovení acidobazické rovnováhy. Dále posoudit postižení centrální nervové soustavy a záznam elektroencefalografu (EEG) (Poláčková, R., a kol. ČLS JEP). Biringer a kol. poukazují na nutnost využití dalších metod a jiných laboratorních parametrů, které by jasněji prokazovali předporodní hypoxie plodu. Proto doporučují, mimo již zmíněné a standardně prováděné odběry určující aktuální metabolický stav plodu i odběr laktátu a hladiny fatálního erythropoetinu (EPO), které by mohly více kvantifikovat závažnost případné hypoxie plodu intrauterinně. Rozsah laboratorních odběrů ve své práci Biringer a kol. oddůvodňuje, nejen důkladného zhodnocení stavu dítěte, ale i mnohdy potřebou forenzních důkazů kvality managementu porodu (Biringer, K., 2011, s. 285-291).

Kritéria pro stanovení diagnózy perinatalní asfyxie dle Gomella

- metabolická acidóza (MAC) – určeno pH z vena umbilicale  $\leq 7,0$  a BE  $\leq -12$  mmol/l
- Apgar skóre 0-3 body měřeno po 5. minutě
- Postižení CNS – jakékoli neurologické příznaky
- Syndrom multiorgánové dysfunkce (MODS) – multiorgánová symptomatologie, projevující se do 3 dnů po narození
- Vyloučení traumatologické, zánětlivé, genetické příčiny klinických projevů

(Finderová, J., 2012, s. 237)

#### 4.3.1 Laboratorní diagnostika – laktát, S100, ABR, pH, BE

##### pH krve - power of hydrogen

pH vyjadřuje koncentraci vodíkových iontů v roztoku. Je parametrem acidobazické rovnováhy a určuje rozdíl mezi kyselými a zásaditými látkami uvnitř organismu, respektive popisuje rovnováhu mezi jejich tvorbou a vylučováním. Hodnota je vnitřními mechanismy organismu udržována ve velmi malém rozmezí mezi 7,36 – 7,44. Větší odchylka by mohla vést k narušení metabolických dějů, ovlivnění enzymů, metabolických drah a membránových kanálků. Odebírá se jako součást ABR a mimo hodnotu pH stanovuje parciální tlaky  $pO_2$ , parciální tlak oxidu uhličitého ( $pCO_2$ ) a procento okysličené krve v tepnách ( $sO_2$ ) (Vokurka, M., et al. 2013. s. 103).

Hodnota pH menší než 7,3 je klasifikována jako metabolické acidóze. Referenční mez může ovlivnit např. i gestační stáří novorozence. Zatímco u donošených dětí považujeme krajní hodnotu 7,3 pH, u nezralých novorozenců akceptujeme i pH menší než 7,25.

Biringer ve své práci stanovuje ještě nižší hranici pH, a to do hodnoty pH 7,15, jako bezpečnou pro vznik neuropatologie u dítěte. Ve své práci, kde sledoval 67 rodiček a vliv biochemických aspektů na fetální hypoxii sledované skupině pH v umbilikální artérii (UA)  $< 7,15$  nedošlo ani v jednom případě k neurologickému deficitu novorozence (Biringer, K., 2011, s. 285-291).

##### BE – přebytek bází

Parametrem BE, je nazýváno množství silné kyseliny, které je zapotřebí přidat k vzorku pH, tak aby bylo možno dosáhnout stanovené požadované hodnoty pH 7,4. Referenční mez je 0 -+ 2, pro indikační kritéria HIE nesmí být menší než -16 mmol/l. Těžká asfyxie se pak projevuje hodnotami pH menší než 7,1 a BE menší než - 15. Tato

hodnota je také důležitá pro ordinaci infuzních roztoků a jejich složení pro léčbu MAC. (Nečas, E., et al. 2007, s. 284-297).

Biringer ve svém závěru práce, zabývající se biochemickými aspekty hypoxie plodu na základě porovnávání pH, BE, laktátu a fetálního sérového humánního proteinu (S100B) konstatuje, že zlatým standardem nadále v klinické praxi zůstává acidobazické parametry v podobě pH a BE (Biringer, K., 2011, s. 285-291).

## Laktát

Hladina laktátu v organismu je dána rovnováhou mezi tvorbou a přirozeným odbouráváním v játrech. Zvýšená hladina může být způsobena tedy jak nadměrnou produkcí, nebo nedostatečnou glukogenolýzou v játrech. Mezi příčiny vzniku hyperlaktatémie patří mimo jiné i tkáňová hypoxie. Proto nám taky hladina laktátu novorozence dává vypovídající údaje o tom, jak se plodu dařilo okysličit organismus. Čím větší nedostatek O<sub>2</sub>, tím je hladina laktátu zřetelnější. Hromaděním laktátu ve svalech klesá pH a to vede k rozvoji metabolické acidózy

Laktát je ukazatelem proběhlé metabolické acidózy a aktivace anaerobního metabolismu při asfyxii plodu. Vyšetření laktátu se považuje za objektivní metodou proběhlé intrauterinní asfyxie. Biringer ve studii, do které bylo zařazeno 57 rodiček, jednoznačně potvrzuje korelaci mezi hladinou pH a hladinou laktátu a přímou souvislost s inzultem hypoxie (Biringer, K. a kol. 2011, s. 285-291).

V práci Poláčkové z roku 2019 bylo potvrzeno, že vyšší sérová hodnota laktátu, laktátdehydrogenázy v časném postasfyktickém období a křečová aktivita rezistentní na farmakoterapii u novorozenců s hypoxicko-ischemickou encefalopatií II. – III. stupně léčených řízenou hypotermií jsou spjaté s nepříznivým outcomem (Poláčková, R., 2019, s. 30-37).

Doporučené postupy České neonatologické společnosti se při léčbě následku intrauterinní hypoxie opírají především o hodnotu pH pupečnickové krve a BE. Naproti tomu skupina slovenských lékařů Biringer a Danko ve své práci, která se zabývá biochemickými hodnotami hypoxických stavů, upozorňuje na významnost hladiny laktátu a opírá se ve svých nabytých poznatcích i o původní práce Borruta a kol. Podobné poznatky uvádí i Poláčková. Ve své práci stanovuje právě nutnost dalšího biochemického vyšetření o hladinu laktátu jako směrodatný prekursor, pro závažný vývoj novorozenců s hypoxicko ischemickou encefalopatií II-III. stupně (Poláčková, R., 2019, s. 30-37).

## Koncentrace proteinu S100B a EPO

Kapustová definuje S100B je fetální sérový humánní protein. Patří do skupiny nízkomolekulárních bílkovin navazujících na sebe vápník a váže se na buněčnou membránu. V lékařské praxi je protein S100B využíván především v diagnostice v neurologické a neurochirurgické diagnostice. Vypovídá o primárním poškození buněk při vážném poranění mozku a sekundárním poškození buněk při mozkových hypoxiích. V nanomolárních koncentracích má neuroprotektivní a neurotropní efekt, v mikromolárním množství může být indikátor apoptózy neuronových buněk. Žádoucí jsou proto jeho vlastnosti, které podporují růst neuronů a protektivně působí v průběhu vývoje neuronů (Kapustová, M., 2006, s. 12-13). S odkazem na vědecké práce uvádí Kapustová a kol., že hladina proteinu S100B má vypovídající význam o poškození mozku při perinatální asfyxii. A to do té míry, že hladina koreluje s výskytem pozdních neurologických nálezů a mortalitou u donošených novorozenců. Referenční meze jsou u dětí a u dospělých rozdílné. Přestože se fyziologické hodnoty pohybují u dospělých osob je 0,105 µg/l. U dětí jsou hladiny fyziologicky několikanásobně vyšší a liší se v různých vývojových obdobích (Roche diagnostik 2019).

Nagdyman sledoval 29 novorozenců po prodělané hypoxii a došel k závěru, že zvýšené koncentrace sérového proteinu S100beta, během 24 hodin po asfyxii nekorelovaly s dlouhodobým zpožděním neurologického vývoje dítěte. Dospěl k závěru, S-100B, že sérový protein, má jen omezenou hodnotu při předpovídání závažného poškození mozku po asfyxii po narození (Nagdyman., N., 2004, s. 223-226).

Na rozdíl od práce Nagdymana, který hodnotí protein S100B jako méně průkazný a hovoří pouze o omezené a limitující schopnosti tímto parametrem predikovat poškození CNS, výsledky zpracovány odborníky z Olomouce se jeví jako perspektivní pro diagnostiku hypoxicko- ischemické encefalopatie u donošených novorozenců (Kapustová, 2006, s. 12-13).

Luo se k parametru S100B dodává, že zvýšená hladina S100B v séru po 24 hodinách postnatálního života může prokázat poškození mozku, ale neměla by být jedinou, která se používá k předpovědi výsledku porodní asfyxie (PA) (LUO,Q., 2019, s. 158).

EPO je fetální erythropoetin je glykoproteinový hormon, jeho hlavním úkolem je regulace erythropoezy, tedy tvorba krvinek. Primárním stimulem pro jeho tvorbu je tkáňová hypoxie. Biringer ve své práci potvrzuje, že při akutní střední a těžké hypoxii dochází k elevaci EPO. Tento výsledek koreloval i se zjištěním pH při odběru z umbilikální vény (UV) (Biringer, K. a kol. 2011, s. 285-291).

### 4.3.2 Zobrazovací metody NMR, UZV a EEG

Ze zobrazovacích metod se při diagnostice asfyxie využívá sonografie a NMR, které nám dokáží zmapovat morfologické změny mozku.

Pro zobrazení pomocí sonografie se používá neurologicky průkazný dopplerometrický a duplexní ultrazvuk, zobrazující extrakraniální a intrakraniální mozkové arterie. Tato neinvazivní metoda se nejčastěji používá pro zobrazení stenóz a uzávěrů extrakraniálních a intrakraniálních mozkových artérií a průkazu zástavy mozkových oběhů. U novorozenců se objektivizují VVV mozku (Mumenthaler, M., 2001, s. 97-99).

Jak uvádí práce Zbrožkové a kolektivu, při sledování novorozenců indikovaných k řízené hypotermii patří mezi nejčastější patologie nalezené při UZ vyšetření poškození bazálních ganglií a thalamů a difúzní zvýšení echogenity mozkového parenchymu (Zbrožková, L., 2017, s. 291-299).

Dle publikace Schrenka má velký klinický příslib sonografická elastografie. Tato ultrazvukové sonografie navíc kromě sonografického zobrazení měří stupeň orgánové tuhosti. Popis elasticity tkáně, ukazuje možný potenciál ve standardní diagnostice hypoxicko- ischemického poškození mozku vedoucí ke klinicky závažnému stavu HIA. (Schrenk, L., 2020, s. 235).

NMR (nukleární magnetická rezonance) je zobrazování pro všechny patologické stavy, zahrnující strukturální změny mozku. Ve sledování nálezů u donošených novorozenců s HIE uvádí Zbrožková a kolektiv uvádí, že dominantním nálezem při MR vyšetření bylo postižení bazálních ganglií a thalamů a to až v 82,1 %, následovaly kortikální a subkortikální léze a změny v zadních raméncích capsula interna (Zbrožková, L., 2017, s. 291-299).

Patologický nález na MR se ukazuje jako spolehlivý prediktor dlouhodobých následků jako je DMO, poškození zraku, hluchota nebo epileptický syndrom, což potvrdilo sledování Poláčkové u dětí s diagnózou porodní asfyxie (Poláčková, R., a kol., 2019, s. 30-42).

Stejný závěr předložila skupina lékařů vedena Hayakovou, který popsal, že mezi rizikové faktory předpovídající špatný výsledek v HIE patří i abnormální nálezy MRI. Vycházeli z údaje o 227 kojencích s diagnostikovanou středně těžkou nebo těžkou HIE, které sledovali 18 měsíců po narození. (Hayakova, M., a kol., 2014, s. 214-221)

EEG (elektroencefalografie) patří k neurofyziologickým vyšetřovacím metodám pro diagnostiku mozkových funkcí. Nejdůležitější klinické indikace pro vyšetření EEG je epilepsie, krátkodobé a dlouhodobé poruchy vědomí a stanovení mozkové smrti. Dále se dá nepřímo monitorovat funkce talamu a mezencefalické retikulární formace, která ovlivňuje periodický průběh spánku (Mumenthaler, M., end all., Neurologie, 2001, s. 115).



V práci Lukáškové byl mimo jiné ukázan význam EEG při časně predikci rozvoje hypoxicko-ischemické encefalopatie u novorozenců s časným asfyktickým syndromem. Při sledování 47 dětí se potvrdilo, že patologický nálezn na EEG křivce měly všechny děti, které byly ve skupině dětí s rozvojem HIE III. stupně dle Sarnata (Lukášková, J 2008, s. 544-551).

Dle Lukáškové se EEG monitorace jeví jako velmi účinná metoda v predikci závažnosti neurologického vývoje již v prvních hodinách života. Závažnost nálezu koreluje se stupni HIE dle Sarnata, a to i v případě nezjevné symptomatiky.

Lukašíková uvádí, že by včasný EEG nálezn mohl dříve stanovit indikaci k dřívějšímu zahájení léčby hypotermií, a tím ovlivnil další neurologickou prognózu dětí po asfyktickém inzultu (Lukášková, J., 2008, s. 435-482).

## 5 Terapie PA, management léčby

Dle Kapustové aktuálně neexistuje žádná jednoznačně spolehlivá metoda k časnému stanovení prognózy a závažnosti proběhlé asfyxie, na základě které by se dal predikovat rozsah následků. V současné době se všechny léčebné prostředky orientují na stabilizaci novorozence dle aktuální symptomatologie a farmakologickou léčbu neuroprotektivy. A tím k možnému zabránění rozsáhlejšímu poškození CNS jako sekundárního dopadu již proběhlé hypoxie (Kapustová, M., a kol. 2006, č. 3, str. 12-13).

Následky vyvolané hypoxií plodu a novorozence se promítají do poškození CNS, v podobě poruchy motoriky, sensorických poškození, mentální retardace a epilepsie v různých formách. Zatímco za primární prevenci dlouhodobých následků uvádí Fendrychová především předcházení hypoxie, v sekundární prevenci zdůrazňuje dobře provedenou resuscitaci novorozence a odborné ošetření neonatologickým týmem s patřičným přístrojovým vybavením.(Fendrychová, J., 2012, s. 74)

Nejen díky asfyxii, může být až 6% dětí po porodu ohroženo narušenou poporodní adaptací, která si vyžaduje okamžitou intervenci. V případě hrozící hypoxie plodu je důležitá včasná predikce rizikových faktorů, a jejich eliminace. Jak již bylo popsáno v předešlých kapitolách, jedná se především o záchyt a dispenzarizaci rizikových gravidit, pečlivé sledování průběhu těhotenství s kontrolami funkce fetoplacentární jednotky a fyziologického prospívání plodu. Nutná je i bedlivá monitorace v předporodní a porodní době. Tyto okamžiky se jeví jako nejnebezpečnější období pro plod. Přes dodržení všech preventivních opatření, zůstává hypoxicko - ischemická encefalopatie jako následek prodělané asfyxie pro část novorozenců stále velké a ničím nepředvídatelné riziko (Pařízek, 2012, s. 285).

Abychom mohly včas zasáhnout i v těchto nepredikovatelných situacích, musí být celý porodnický tým schopen rychle vyhodnotit daný okamžik a adekvátně zasáhnout

odborně vedenou resuscitací. Pro lepší a efektivnější výsledek neodkladné resuscitace je nutný dobře vyškolený personál mezioborová komunikace - gynekologa, neonatologa, porodnických asistentek, případně jiného odborníka. Každý člen týmu má přesně stanovený úkol v průběhu resuscitace. Takto selektovaná činnost zajišťuje maximální koncentraci na jednotlivé postupy a předchází disharmonii při výkonu. Nezbytné je profesionálně vybavené pracoviště s nejmodernějším technickým zázemím (Nosková, P. 2016, s. 222-226).

## 5.1 Resuscitace novorozence

Samotná resuscitace je rozdělena na jednotlivé části, které mají přesně na sebe navazující stanovený algoritmus. Způsob resuscitace určuje doporučený postup České neonatologické společnosti, který vychází z evropských doporučených postupů pro resuscitaci a je aktualizován v souladu s novými poznatky Evidence – Based Practice. Poslední aktualizace proběhla tento rok, tedy v roce 2021.

(European Resuscitation Council Guidelines 2021).

Prvním krokem je zhodnocení novorozence, zda je nutno zahájit intervenci, nebo novorozence ošetřit standardně v poporodní době. Zhodnocení se dělí na 3 stupně, dle závažnosti poporodní symptomatologie.

1. Dítě jeví plně známky života, křičí, projevuje se normálním svalovým tonusem, akce srdeční je vyšší než 100/min. U takového stavu postupujeme pouze dle doporučení poporodní péče o novorozence, osušíme, zajistíme tepelný komfort. Dle přání matky můžeme aplikovat přiložení skin to skin.

2. Dítě po narození jeví známky jakékoliv nedostatečnosti. Může mít dechové apnoe, bradypnoe, gasping, což jsou nepravidelné lapavé dechy, Svalový tonus je normální, oběhově může být AS pod 100/min, ale je patrná. V tomto případě je nejdůležitější ihned zprůchodnění dýchacích cest novorozence a inflace plic přes masku.

3. Nejzávažněji označujeme stav těžké poruchy dýchání, nebo úplné absence dýchání. Dítě je hypotonické, svalový tonus je ochablý, tzv. stav hadrové panenky. Oběhově může selhávat, může být přítomná těžká bradykardie, nebo není přítomna AS. Novorozenec má mramorovaný nebo bílý vzhled, protože je narušena perfuze. V tomto případě je okamžitě nutné zkontrolovat průchodnost dýchacích cest, zahájit inflaci plic a ventilaci. Často je nutná zevní masáž srdce s podáním medikamentózní podpory.

Po zhodnocení závažnosti primárního nálezu, se k resuscitaci přistupuje postupně tak, aby intervence byly co nejeftektivnější a to v následujících krocích.

- Při narození dítěte ihned kontrolujeme čas.
- Primární u novorozence je zajištění termomanagementu – osušení, uložení na suchou a teplou podložku. Zhodnotíme tonus, dýchání a auskultačně akci srdeční.
- Zprůchodnění dýchacích cest. U novorozenců je ke zprůchodnění dýchacích cest nutná neutrální poloha hlavy, kdy nos a rty jsou ve vodorovné rovině vůči podložce.
- Inflačními vdechy vzduchem se provádí, pokud nenastoupí pravidelná spontánní dechová aktivita po předchozím kroku. Aplikujeme celkově 5 inflačních vdechů, každý vdech trvá 3 vteřiny, inspirační tlak 30 mm H<sub>2</sub>O. Je nutný správný výběr velikosti masky a kontrola přilnutí masky.
- Po 1. minutě opět zhodnotíme celkový stav novorozence. V případě, že i přes prováděné inflační vdechy nedochází k elevaci hrudníku, je nutné insuflační vdechy zopakovat. Před opakováním je vhodné zkontrolovat obličejovou masku, velikost, těsnost nebo pro lepší průchodnost předsunout čelist.
- Pokud se ani tyto možnosti nejeví jako dostatečné, zváží se zavedení laryngeální masky. Jestliže je zajištěno zprůchodnění dýchacích cest se opět se provede 5 insuflačních vdechů.
- Po této druhé sérii insuflačních vdechů dochází opět ke zhodnocení akce srdeční u novorozence. Hrudník se zvedá, jestliže jsou dechy efektivní.
- U akce srdeční u novorozence nižší než - < 60/min) je nutné přistoupit ke kompresím hrudníku v poměru 3:1. Komprese hrudníku se provádí ve spodní 1/3 sternu druhým a třetím prstem, eventuálně dvěma palci. Hloubka komprese je 1/3 hrudníku.
- Při resuscitaci 3:1 se již zahajuje oxygenoterapie.
- Po 30 sekundách je opět nutné zhodnotit celkový stav novorozence a akci srdeční.
- Pokud nedochází k elevaci akce srdeční, přistupuje se k zavedení venózního vstupu, nejčastěji via venu umbilicalis a podávání léků.
- Mezi léky používané při resuscitaci novorozence patří Adrenalin, Bikarbonát a voluexpanze. Adrenalin se užívá v ředění 1: 10 000 při bradykardii < 60/min. Dávka je 0,1-0,3 ml/kg. Možnost opakování u novorozenců 1-3 minuty. Mezi další léky patří Bikarbonát k úpravě vnitřního prostředí v dávce 1-2 mmol/l

4,2% bikarbonátu. Dále je nutná volumoterapie – nejčastěji užívaný fyziologický roztok nebo Plasmalyte v dávce 15ml/kg (Madar,J., 2021).

Pro zjednodušení uvedení do praxe jsou jednotlivé kroky a jejich kontrola přehledně zpracovány v následujícím algoritmu.

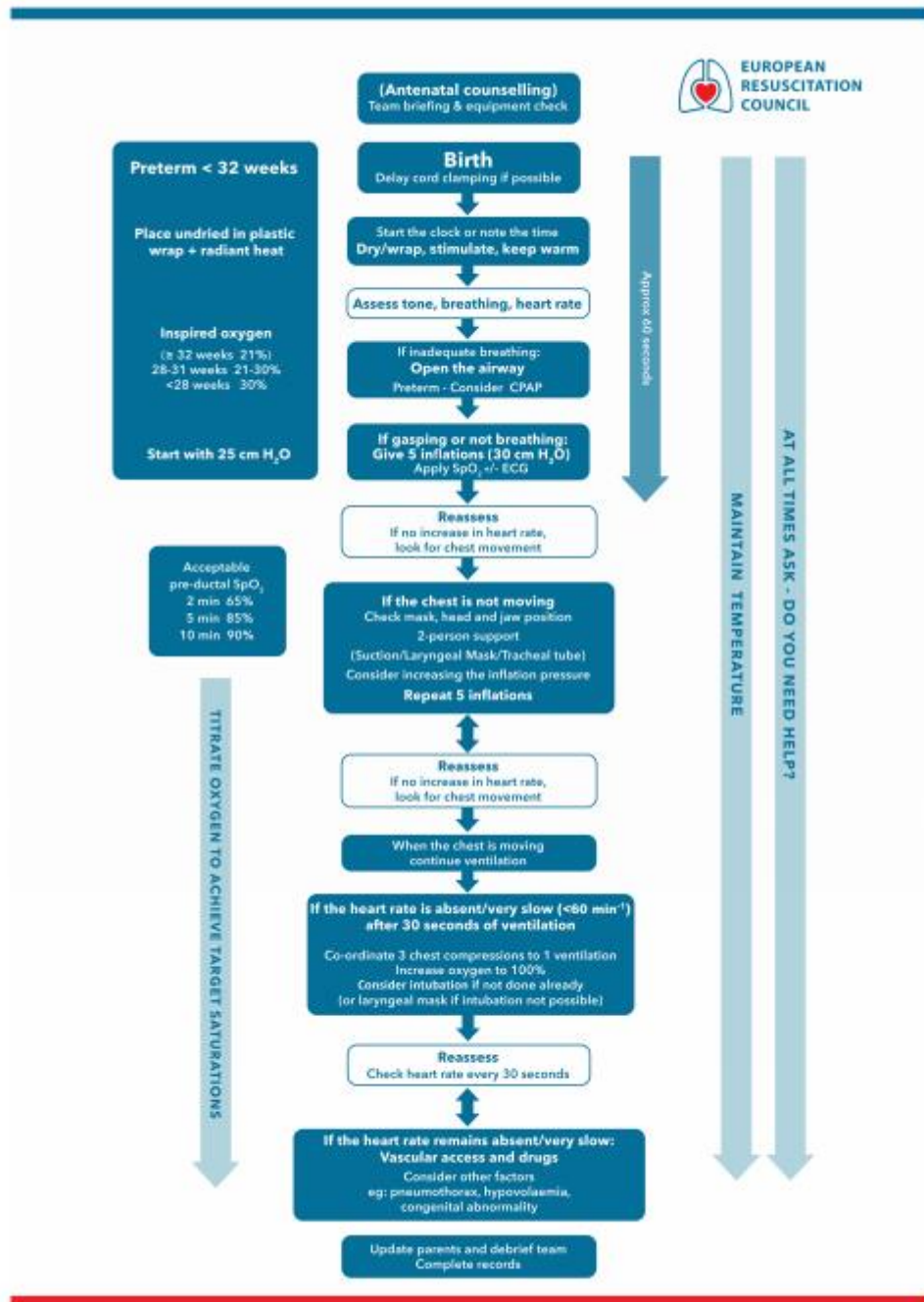


Fig. 5 - NLS algorithm.

Obrázek 3 European Resuscitation Council Guidelines 2021: Newborn resuscitation and support

Liška upřesňuje, že při resuscitaci je nutno přihlížet ke gestačnímu stáří dítěte a dodržovat specifika, která se k danému týdnu zralosti vážou (Liška, K., 2013, s. 3-6).

Jak shrnuje Liška, dalším individuálním požadavkem je cílová saturace v dané minutě po porodu. Rozdíly jsou uvedeny v tabulce: Cílové saturace SpO<sub>2</sub> po porodu

*Tabulka 1 Cílové saturace (SpO<sub>2</sub>) po porodu*

2. minuta	60%
3. minuta	70%
4. minuta	80%
5. minuta	85%
10. minuta	90%

Dále Liška uvádí, podobně jak je uvedeno v European Resuscitation Council Guidelines 2021, že k nepřímé srdeční masáži přistupujeme, pokud je akce srdeční po více než 30 sekund pod 60/min. Provádí se komprese hrudníku v dolní 1/3 hrudní kosti pomocí 2. palců nebo druhým a třetím prstem. Poměr komprese k ventilaci je 3:1, v přepočtu je to 90 kompresí hrudníku za minutu a 30 prodechů za minutu. AS kontrolujeme každých 30 vteřin, vhodné je průběžně kontrolovat saturaci oxymetrem. Součástí resuscitace je zajištění vstupů pro snadnou a rychlou aplikaci léčiv. U novorozence je to nejčastěji katetrizací umbilikální žíly. Základem medikamentózní léčby je adrenalin a bikarbonát. Venózně aplikujeme i tekutiny a krevní náhrady, proto je při resuscitaci nezbytné mít připraven izotonický roztok, případně krevní náhrady (Liška, K., 2013, s. 7).

Nezbytnou součástí je poresuscitační péče a monitoring dítěte. Sledují se fyziologické funkce, glykemie a další biochemické a hematologické markery. Jak uvádí Poláčková, významným faktorem je čas, tedy co nejrychlejší kvalifikovaný zásah. Nedostatečná či opožděná kontrola všech parametrů a jejich včasná redukce maximální možnou odbornou intervencí, může zhoršit neurologický vývoj dítěte, po prodělaném hypoxicko-ischemickém inzultu (Poláčková, R., 2019, s. 30-42).

## 5.2 Terapeutická hypotermie

Léčba celotělovou řízenou hypotermie, také terapeutickou neboli léčebnou hypotermií (TH) je nejmodernější metodou pro léčbu hypoxicko-ischemické encefalopatie, způsobené perinatální asfyxií a hypoxií u zralého novorozence. Jedná se o léčebnou metodu, kdy se snižuje teplota těla na 33°- 34° C. Pro aplikaci této léčebné metody, je nutno splnit indikační kritéria. Cílem léčby je snížit riziko nereverzibilních změn na CNS a dalších komplikací spojených s hypoxickým – asfyktickým stavem, které dítě prodělalo. (Fendrychová, J., 2012, s., 254-260).

Poláčková upřesňuje, že v minulosti se péče o asfyktického novorozence omezovala na zvládnutí KPR, podpůrnou a symptomatickou léčbu. Až po roce 2007 se na základě mnoha vědeckých prací postupně zavedla do klinické praxe terapeutická hypotermie. K zahájení léčby řízenou terapeutické hypotermie po porodu, případně po neodkladné resuscitaci, je zapotřebí splnit přísně nastavena indikační kritéria (Poláčková, R., 2019, s. 30).

Řízená hypotermie v současné době představuje dosud nejúčinnější prostředek neuroprotektce u dětí, u kterých následkem sníženého přísunu kyslíku prenatálně došlo k rozvoji HIE. K aplikaci této metody je důležité pohlížet na časový faktor. Ke snižování tělesné teploty je nutno přistoupit nejpozději do šesti hodin po narození (Lemyre, B., 2018, s. 285-291).

Jak ukazují mnohé práce je nutnost včasné diagnostiky a zahájení terapeutické hypotermie co možná nejdříve po hypoxickém inzultu. Poláčková zdůrazňuje nutnost dodržet časové okno, tedy dobu od narození, do kdy lze tuto léčebnou metodu dítěti poskytnout. Tato doba je zahrnuta ve splnění indikačních kriterií (Poláčková, R., 2019, s. 30).

Účinky hypotermie jsou multifaktoriální, nejdůležitější je proces inhibice procesů na buněčné úrovni, které navozují apoptózu mozkových buněk. Shodně poukazuje Poláčková s Kantorem na významný vliv času. Indikační kritéria vycházejí z aktuálního protokol britské studie TOBY (5) – T<sub>O</sub>tal B<sub>O</sub>dy h<sub>Y</sub>potermia. K léčbě řízenou hypotermií lze indikovat novorozence do 6 hodin od narození, Neuroprotektivní výsledek je tím efektivnější, čím dříve se k léčbě hypotermií po hypoxické atace přistoupí (Poláčková, R., Kantor, L., 2011, s. 7-8).

V ČR se léčba hypotermií poskytuje v neonatologických centrech. Již při transportu do center je důležité dodržet termoneutralitu, nebo zahájit pasivní snižování teploty novorozence. Čas pro poskytnutí odborné péče v neonatologických centrech, hraje významnou úlohu v další neurologické prognóze dítěte. Čím dříve je dítě řádně

diagnostikováno a je mu poskytnuta adekvátní léčba, tím více se snižuje možný rozsah poškození CNS (Wen,J., 2018, s. 3-8).

Opodstatnění včasné zahájené terapie dokládá i práce Wen Jia, který v roce 2018 publikoval své poznatky ze sledování 152 novorozenců, kterým byla poskytnuta léčba řízenou hypotermií. Retrospektivně byli monitorováni novorozence, kteří se podrobili terapeutické hypotermii do šesti hodin od narození a děti, které měly přístup k léčbě, až v období šesti až dvanácti hodin po narození. U všech novorozenců se monitorovaly funkce mozku pomocí EEG a sledovala se hodnota neuron specifické enalózy (NSE) po dobu 3 dnů od zahájení řízené hypotermie. Léčba hypotermií zlepšila skóre EEG a NSE hodnot u všech novorozenců, kterým byla poskytnuta léčba do šesti hodin od narození. U dětí, které se podrobily léčbě později, v intervalu 6-12 hodin po narození, byly signifikantně významně pozitivně ovlivněny parametry EEG a NSE, ale jen u dětí, se střední závažností HIE. Další výsledky se týkaly úmrtnosti. Ve skupině novorozenců, která zahájila léčbu řízenou hypotermií do šesti hodin od narození, bylo zaznamenáno u novorozenců s těžkou HIE statisticky významně lepší výsledek na míru úmrtí novorozenců (Wen, J., end all, 2018, s. 2-8).



## Dělení hypotermie

Hypotermie se terapeuticky dělí na:

1. Aktivně řízenou hypotermii – je to manuálně řízený proces, s cílem snížit a setrvat na teplotě  $33,5 \pm 0,5^\circ \text{C}$  po dobu trvání 72 hodin. Teplota tělní se řídí na cílovou teplotu jádra, měřitelnou v rektu nebo jícnu dítěte.

2. Pasivní hypotermie – jedná se o soubor úkonů, které vede ke snížení tělesné teploty, ne však níže než  $33^\circ \text{C}$ . Tato opatření se realizují při transportu novorozence, který prodělal hypoxickou, asfyktickou ataku, do perinatologického centra. Většinou jde o úkony jako je vypnutí vyhřívaného lůžka, vypnutí teploty v inkubátoru, nebo odejmutím termoregulační přikrývky, do které se novorozenec po porodu standardně zabaluje. Důležitá je monitorace tělesné teploty co 15 minut a sledování vitálních funkcí.

### 5.3 Indikace celotělové řízené hypotermie

Pro léčbu hypotermii, platí přísná indikační kritéria.

A. Novorozenec v gestačním stáří  $36+0$  a více, který musí splňovat alespoň jedno z uvedených kritérií:

1. V 10. minutě hodnocení dle Apgarové menší nebo rovno 5 bodů
2. V 10. minutě života trvalá potřeba resuscitace nebo zajištění dýchacích cest maskou, nebo endotracheální kanylou
3. Odběr krve během 60 minut po porodu vykazuje známky MAC, tj. pH menší než 7,0
4. Odběr krve během 60 minut po porodu vykazuje známky MAC, tj. BE rovno nebo menší než  $-16 \text{ mmol/l}$

B. Prokazatelná encefalopatie dítěte, která se může manifestovat s různými neurologickými symptomy. Podmínkou je, aby byla přítomna jednoznačná patologie, alespoň v jedné z následujících oblastí. Ve stavu vědomí, svalového napětí, spontánní aktivity, výbavných reflexech, postavení končetin a trupu, nebo autonomních oblastech. Tyto oblasti mohou vykazovat následující patologie.

1. stav vědomí – sopor, nebo kóma
2. stav svalového napětí – hypotonie, nebo atonie
3. spontánní aktivita – snížená, nebo žádná
4. reflexy – sníženy, nebo zcela schází (Moorův reflex, sací reflex)
5. patologie autonomních reakcí – bradykardie, porucha AS, porucha dechu, areaktivní zornice, mióza a mydriáza (Doporučení České neonatologické společnosti, 2019)

Indikační kritéria v léčbě HIE k řízené hypotermii jsou schválena Českou neonatologickou společností.

krok	Kriterium	ANO	NE	
1	Gestační stáří $\geq$ 36 týdnů			2x ANO
	Věk do 6 hodin po porodu			

2	A: ANAMNÉZA			alespoň 1x ANO
		ANO	NE	
	Apgar score $\leq$ 5 bb. v 10. minutě života			
	Nutnost UPV v 10. minutě			
	pH $<$ 7,0 (pupečnickové nebo do 60min)			
BE $\leq$ -16mmol/l (pupeč. nebo do 60min)				

3	B: KŘEČE nebo 1 příznak ve 3 a více kategoriích			KŘEČE nebo minimálně 3x ANO
		ANO	NE	
	Alterace vědomí: letargie stupor, koma			
	Abnormní svalový tonus: hypotonie, atonie			
	Alterace spontánní aktivity (snížená, žádná)			
	Abnormita reflexů: sací, Moroův reflex			
	Patologická postura: extenze, dist. flexe, decerebrace			
Autonomní systém: bradykardie, variabilní akce srdeční, nepravidelné dýchání, apnoe, abnormita zornic				

**PASIVNÍ / ŘÍZENÁ  
HYPOTERMIE**

Zahájení hypotermie:  
.....

datum + čas

CENTRUM POSKYTUJÍCÍ HYPOTERMII			
Věk dítěte $\leq$ 6 hodin života: Pokračovat v hypotermii?*			
	ANO	NE	
aEEG - patologický záznam (DNV, BS, LV, FT)			alespoň 1x ANO
Přítomny klinické známky encefalopatie			

\*důvody pro nepokračování v hypotermii přesně uvést ve zdravotnické dokumentaci

**HYPOTERMIE celkem 72 hodin**

Tabulka 2 Indikační kritéria pro léčbu HIE

## 5.4 Vylučující kritéria pro řízenou hypotermii

Ne každé dítě po prodělaném hypoxickém inzultu, je vhodné zařadit do léčby celotělovou řízenou hypotermií. Na základě vědeckých poznatků, které se promítly do doporučených postupů České neonatologické společnosti pro léčbu HIE, byla určena kritéria pro relativní kontraindikaci a úplnou kontraindikaci k léčbě. Na individuálním zvážení záleží u dětí v gestačním stáří 35+0 až 35+6. Dále u donošených dětí a lehce nezralých se současnou těžkou respirační nebo cirkulační dysfunkcí, které přispěly k postnatální nutnosti resuscitace a následně se rozvíjejícím neurologickým nálezem.

Nevhodná je aplikace léčby řízenou hypotermií u novorozenců s gestačním stářím pod 35. Týden, novorozenci se závažnými VVV a genetickými abnormalitami. Ani zralé děti s těžkou růstovou restrikcí pod 3 percentily není k této léčbě vhodné indikovat. Po provedení MR je nutno upřesnit druh krvácení u dítěte. Zatímco izolované intraventrikulární krvácení není kontraindikací k řízené hypotermii, traumata mozku a intrakraniální krvácení tuto léčbu vylučují (Poláčková, R., 2019, indikační kritéria: Řízená hypotermie).

### Průběh hypotermie

- provádí se na JOPv perinatologických centrech
- nejpozději do 6 hodin po narození se snižuje teplotu těla na 33-34° C
- terapie řízenou hypotermií je poskytována po dobu 72 hodin, po té následuje zahřívání
- zahřívání –rewarming se dělá velmi pozvolně, ideální je postupovat o 0,5° C/hod
- při možném výskytu křečí se přerušuje zahřívání do doby stabilizace dítěte
- další kontinuální monitorování fyziologických funkcí včetně tělesné teploty pokračuje dalších minimálně 24 hodin

Důležitou úlohu sehrává čas, zahájení řízené hypotermie musí dle doporučených postupů nastat do 6 ti hodin od narození. Hálek ve své práci popsal důležitost časného zahájení celotělové hypotermie, jako faktor ovlivňující rozsah neuropatologie (Hálek, 2011, s. 390-393).

Další potvrzující metodou patologie mozkové aktivity je hraniční a abnormální nález EEG. V doporučených postupech pro terapeutickou hypotermií je podmínka indikace buď prokazatelná encefalopatie, nebo právě nefyziologický nález na EEG. Během terapie řízenou hypotermií se dítě kontinuálně monitoruje EEG přístrojem. Toto je nezbytné k zachycení křečové aktivity jako důsledku sekundárního selhání elektroaktivity neuronu při HIE. I nesymptomatické paroxysmy by měly být řádně farmakologicky léčeny, nejčastěji

fenobarbitalem, dále fenytoinem, diazepamem, midazolamem. Záchvaty, které nejsou tlumeny, mohou přispívat k poškození mozku a mohou zvyšovat riziko vzniku následné epilepsie. Časté neléčené křeče ať už symptomaticky popsané, nebo zjevné pouze při EEG monitoraci, přispívají k vážnějšímu nálezu, zjištěném na MR dítěte (Wen, J., end all, 2018, s. 2-8).

## **5.5 Péče porodní asistentky při terapeutické hypotermii**

Mezi základní povinnosti práce sestry na JIRP při řízené hypotermii je monitorace fyziologických funkcí dle příslušného protokolu a ordinace lékaře. Je zaznamenávána teplota tělní na 2. čidlech, každých 15 minut, první den v prvních 4. hodinách. Poté co 60 minut po dobu 8. hodin a následně každé 4 hodiny. Záznamy měření fyziologických funkcí, invazivního TK, saturace krve kyslíkem, dechovou frekvenci, rektální teploty a další sledované parametry, jsou řádně zdokumentovány. Abnormality AS mohou být iritovány nedostatečnou sedací, projevující se tachykardií, nebo při příliš hlubokou hypotermii, ta se projevuje bradykardií. Většinou postačí úpravu TT a zvýšení o 0,5° C. Sleduje se bronchiální sekrece a slinění. Během celé terapie se zajišťuje kontinuální EEG záznam, proto je nezbytný dohled nad polohou a fixací elektrod. Současně se evidují jakékoli neurologické projevy – svalový tonus, křeče, stav vědomí, výbavnost reflexů. Nezbytné je sledovat bolest dle příslušné hodnotící škály používané na pracovišti. Dále se vyhodnocují vstupy dle Madony, průchodnost močového katetru se sledováním BT, odchod smolky, krvácení ze vstupů a tělních otvorů a stav kůže. Další sledování a monitorace se přizpůsobuje dle individuálních potřeb malého pacienta a ordinace lékaře. Po ukončení chlazení, tedy po 72. hodinách, se dítě během 6. následujících hodin zahřeje na fyziologickou tělesnou teplotu. Je zaznamenávána teplota postupného zahřívání co 30 minut. Důležité je zdůraznit, že se novorozeně během terapie nepolohuje a nekrmí. Je nutno překrýt a zvlhčit oči dítěte a zajistit tmu a šetrné zacházení.

Pokud je dítě indikováno k terapeutické řízené hypotermii mimo zdravotnická centra neonatologie, je transport uskutečněn na lůžku s vypnutým zdrojem tepla. Během transportu jsou monitorovány všechny životní funkce, včetně tělní teploty, který by neměla klesnout pod 33° C. (Poláčková, R., 2019, indikační kritéria: Řízená hypotermie)

Komplikace hypotermie mohou být křeče, bolest, poruchy termoregulace a hypotenze novorozence. Další, méně častěji se vyskytující potíže, bývají proleženiny, nekrotizující enterokolitida, krvácivé stavy, nebo trombóza (TOBY, 2006, s. 15).

## 6 Hypoxicko ischemická encefalopatie

Hypoxicko-ischemická encefalopatie (HIE) je patologický stav, který vzniká v důsledku difusního hypoxicko-ischemického poškození CNS u donošeného, či lehce nezralého novorozence. Jak dokazuje statistický údaj, zpracovaný ÚZIS, hypoxicko-ischemická encefalopatie je stále jednou z nejčastějších příčin mortality a morbidity. Z dlouhodobého hlediska, jednou z nejvážnějších onemocnění vzniklých v dětském věku.

Mezi nejčastější trvalé následky u dětí patří DMO, postižení pohybu a držení těla, těžké poškození zraku, senzoneurální hluchota, poruchy růstu, epileptické syndromy, nebo různě těžké retardace psychomotorického vývoje (Poláčková, R., 2009, s. 30-42).

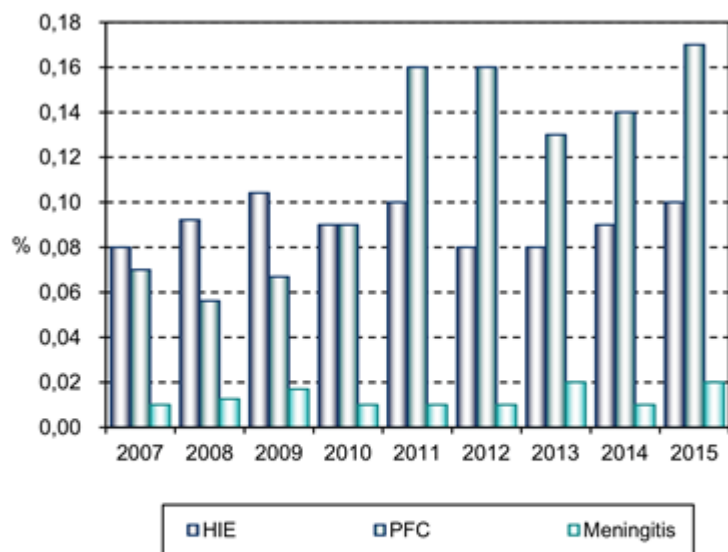
HIE vzniká následkem prodělané asfyxie v perinatálním období, tzn. intrauterinně, intra partum nebo postnatálně. Většina případů poškození mozku novorozence, až 90%, vzniká před vlastním narozením. Do postnatálního období lze tedy datovat pouze 10% případů. Vlivem hypoxie nebo ischemie dochází k akutnímu nebo subakutnímu nevratnému poškození mozku novorozence. Většina úmrtí novorozenců s diagnózou HIE nastává v prvních týdnech života v důsledku multiorgánového selhání, kardiorespirační zástavy nebo zápalu plic (Fendrychová, Borek a kol., 2012, s 254-258).

### 6.1 Incidence HIE

Incidence HIE v České republice pohybuje okolo 0,1-0,13% v posledních 5. letech. Tato diagnóza se týká asi 100-300 dětí ročně. Všechny děti nejsou k léčbě řízenou hypotermií indikovány, přesto mnohé z tohoto množství díky moderní léčbě, vyškolenému personálu a výbornému zdravotnickému zázemí z moderní léčby řízenou hypotermií terapie profitují (ÚZIS, 2019, Zpráva o rodičce a dítěti)

Poláčková ve své práci, ve které sledovala rizikové faktory ovlivňující výsledky terapie hypotermií, uvádí statistický údaj, že v České republice se ročně narodí přibližně 100 000 dětí, z nichž 0,5–2 % může být zasaženo perinatální asfyxií a přibližně u 0,7 ‰ se vyvine středně závažná nebo těžká hypoxicko-ischemická encefalopatie (HIE). Incidence HIE za posledních 20 let se téměř nezměnila (Poláčková, R., 2019, s. 30).

**Graf 7. Incidence vybraných komplikací u novorozenců, ČR, 2007–2015, ÚZIS ČR**

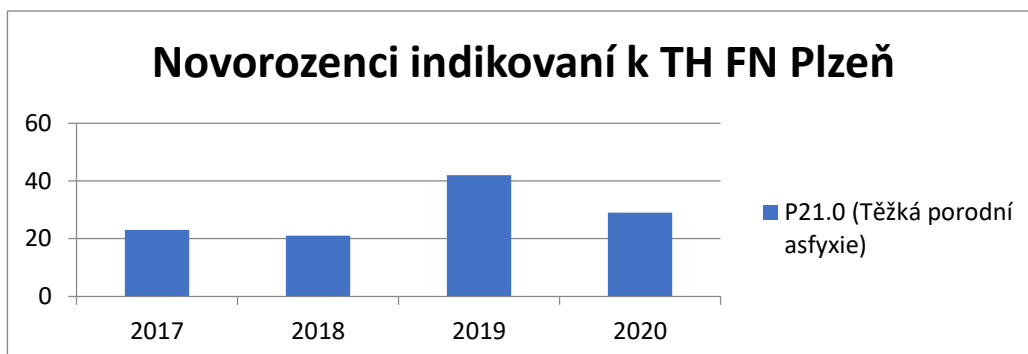


	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HIE	0,08	0,09	0,10	0,09	0,10	0,08	0,08	0,09	0,1
PFC	0,07	0,06	0,07	0,09	0,16	0,16	0,13	0,14	0,17
Meningitis	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02

*Obrázek 4 Incidence HIE v ČR, 2007-2015  
(ÚZIS, Zpráva o rodiče a dítěti 2017)*

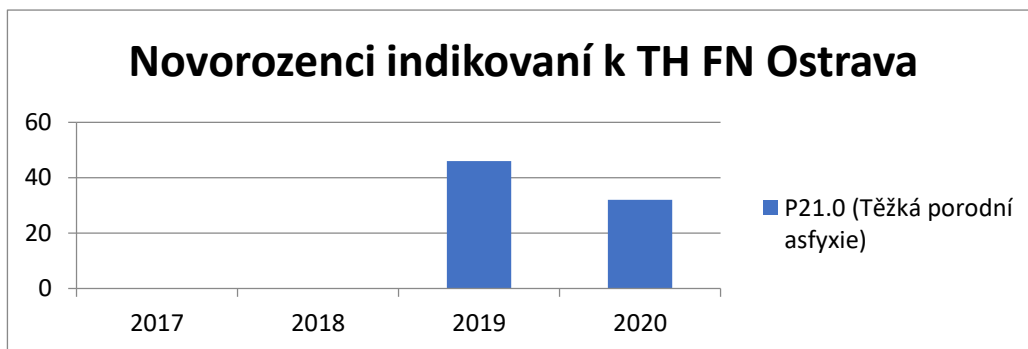
Podobné informace byly získány z několika perinatologických center v České republice.

Obrázek 5 FN PLZEŇ neonatologie. Novorozenci indikovaní k řízené hypotermii



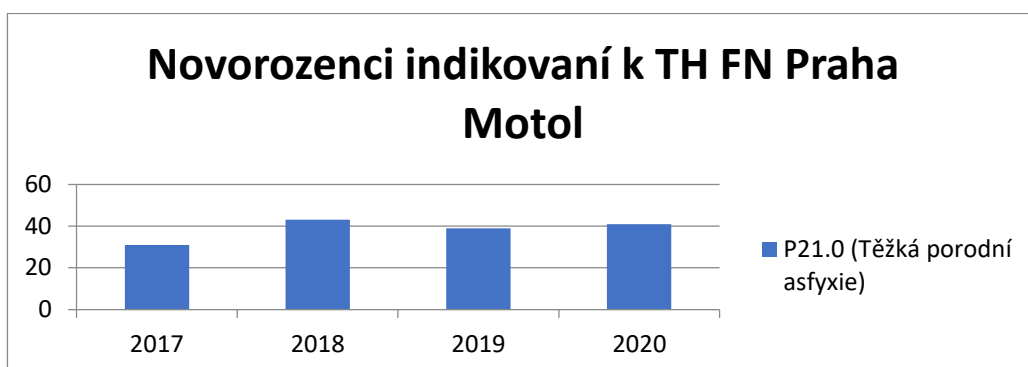
(Databáze NIS FN Plzeň)

Obrázek 6 FN OSTRAVA neonatologie. Novorozenci indikovaní k řízené hypotermii



(Databáze NIS FN Ostrava)

Obrázek 7 FN PRAHA Motol neon. novorozenci indikovaní k řízené hypotermii



(Databáze statistik neonatologie FN Praha Motol)

Jak sumarizují Vintrová s Pařízkem na analýze původních prací z USA a severských zemí je novorozenec signifikantně ohrožen nepředvídaným vývojem porodu. Studie z USA (Snowden, JM., 2014) prokazuje, že plánovaný domácí porod je spojen se signifikantně vyšší neonatální úmrtností v porovnání s porodem vedeným porodní asistentkou v porodnici,

při porodu po 41. týdnu těhotenství a v případě porodu nulipar. Druhá zmiňovaná prospektivní kohortová studie ze severských zemí (Blix, E., 2016) poukazuje na vysoký počet transportů rodiček z domácího prostředí do nemocničního zařízení v průběhu porodu či těsně po porodu. Až u 32,7 % nulipar a u 8,0 % multipar byl nutný převoz do porodnice. Nejčastějšími důvody byly zástava progresu porodu a hrozící hypoxie plodu (Vintrová, L., 2018, s. 211-218).

Z práce Kurinczuka o epidemiologii neonatální encefalopatie (NE) a hypoxicko-ischemické encefalopatie je patrné, že díky nejednotné definici NE a podskupiny s hypoxickou ischemií (HIE) činí odhad výskytu a identifikaci rizikových faktorů problematickým. Incidence NE se odhaduje na 3,0 na 1 000 živě narozených (95% CI 2,7 až 3,3) a pro HIE je 1,5 (95% CI 1,3 až 1,7). Rizikové faktory NE se liší mezi rozvinutými a rozvojovými zeměmi (Kurinczuk, J., J., 2010).

Podobná zkušenost byla zaznamenána ve FN Ostrava, kde rozdílným statistickým vykazováním porodní asfyxie a HIE, byla zkruslena data novorozenců indikovaných k řízené hypotermii.

## 6.2 Klinické příznaky

Poporodní asfyxie a rozvoj HIE se klinicky promítá do symptomatologie různých orgánových soustav. Dosažené nízké skóre dle Apgarové, zpravidla nižší než 5 v desáté minutě koresponduje s oběhovým a ventilačním deficitem.

- Kardiovaskulární systém - poruchy srdečního rytmu, především tachyarytmie, bradyarytmie. Jiné druhy dysrytmii. Znamky šelestu, srdeční ischemie nebo selhávání. Na EKG jsou popsány známky trikuspidální regurgitace. Při sonografickém zobrazení srdce, je možno objevit nález dilatace pravostranných srdečních oddílů.
- Respirační systém - hyperventilace, hypoventilace, apnoe, apnoe v dýchání jako následek aspirace mekonie, PPHN, plicní apoplexie nebo ARDS. Přítomna může být přetrvávající plicní hypertenze.
- Neurologický systém - neurologická dysfunkce s různorodými symptomy. Stav vědomí, svalový tonus, dráždivost nebo spontánní aktivita. Výbava základních reflexů také napovídá o změnách v CNS, proto se zkouší Moorův reflex, nebo sací reflex. (Fendrychová, J., 2012, 249-252)



## 6.3 Klasifikace a diagnostika

Etiologie zahrnuje několik fází. Hypoxicko – ischemická encefalopatie je rozdělena na fázi časnou, latentní a pozdní.

1. Časná fáze - neuronová ztráta. V okamžiku dlouhotrvající hypoxie nastupuje anaerobní metabolismus. Mnoha ději látkové výměny vzniká MAC, ztráta iontové homeostázy. Následkem oxidativního stresu se narušuje energetická výměna látek v buňce, jako důsledek membránové dysfunkce. Následuje destrukce buněk a poškození nervové tkáně. Novorozenec má velmi malou schopnost využít vlastní antioxidanty, aby mohl eliminovat následky tohoto metabolického rozvratu.

2. Latentní fáze – fáze reperfuze. Tuto fázi uvádí jen některé zdroje a trvá až 6-15 hodin po vzniku hypoxického infarktu. Je navozena úspěšnou resuscitací, kdy dochází k zotavení některých okřsků nervové tkáně. Tento proces se však děje jen u mírnějších průběhů, při závažné asfyxii stav přechází do sekundárního energetického selhávání. Neurální ztrátu ovlivňuje hloubka a délka trvání hypoxie.

3. Pozdní fáze – fáze apoptózy , navození programované buněčné smrti. Jedná se již o ireverzibilní změny, dochází k aktivaci mikroglie s uvolněním cytokinů a vznikem vazogenního edému (Staňák, Z., Janota, J., 2015, s.92-95).

Závažnosti je hodnocena dle Sarnata do 3. stupňů. Tato klasifikace napomáhá určit prognózu vývoje onemocnění a jeho následky u dítěte. Klinický obraz také určuje, zda byl mozek poškozen prostou asfyxií, nebo zda šlo o kombinaci asfyxie a ischemie (Fendrychová, J., a kol 2012, s. 254-258).

Dle Sarnatových klasifikujeme HIE na 3 stupně závažnosti.

1. stupeň - nejmenší stupeň poškození, příznaky odeznívají do 48 hodin, bývají tranzitorní. Neurologické následky mívá 5% pacientů. Poškození bývá různého, spíše lehkého rázu, které mnohdy dál nepotřebuje neurologickou dispenzarizaci. Dítě se projevuje vyšší dráždivostí, hyperreflexními reakcemi, mívá časově delší dobu bdění, aktivity a otevřených očí. Dolní končetiny bývají v semiflexním držení, horní končetiny ve fyziologickém flexním držení. Může být přítomna hypertonie šíje a trupu, šlachosvalové reflexy jsou fyziologické, nebo zvýšené. Reflex dle Moora je snadno výbavný a silný. EEG záznam je fyziologický.

2. stupeň - symptomatologie je zřetelná ihned po porodu a přetrvává až po dobu 3-7 dnů, mortalita se pohybuje okolo 5% a až 15-30% dětí má trvalé neurologické obtíže různé intenzity. Mezi příznaky patří latergie a apatie, která jsou na lehký podnět střídány silnou dráždivostí. Nervosvalové poškození se projevuje střídáním hyper a hypotonii, snížením spontánní hybnosti, která je potlačena patologickými pohyby –

pedalling, boxing Bývá přítomen zvýšený šlachosvalový reflex, který postupně ztrácí vybavenost. Zornice jsou miotické, dítě mívá centrální apnoické pauzy. Zpomaluje se srdeční frekvence.

3. stupeň – nejzávažnější stupeň postižení. V prvních 12. hodinách může nastat přechodné zlepšení stavu vědomí, ale následuje prudké zhoršení, v krajních případech až mozková smrt. Stav vědomí je stupor nebo kóma. Svalový tonus není přítomen, dítě má atonii, rozvíjí se decerebrační rigidita. Svalové reflexy nejsou přítomny, je buď minimální, nebo žádná spontánní svalová pohyblivost. Dítě bývá bez reakcí na algické podněty. Zornice buď neragují, nebo mají slabou fotoreakci (Fendrychová, J., a kol 2012, s. 254-258).

Podrobné rozdělení dle sledovaných parametrů je přehledně zpracováno v klasifikaci dle Sarnata.(obr.5)

Obrázek 8 Klasifikace HIE dle Sarnata

PARAMETR	STUPĚŇ I	STUPĚŇ II	STUPĚŇ III
Stav vědomí	Dráždivý	Latergický oblouzněn	Stuporózní
Svalový tonus	Normální	Lehká Hypotonie	Atonie
Postura	Lehká distální flexe	Silná distální flexe	Intermitent decerebr
Svalové reflexy	Zvýšené	Zvýšené	Snížené, nebo chybí
Segmentální myoklonus	Přítomen	Přítomen	Chybí
Sací reflex	Slybý	Slabý nebo chybí	Chybí
Mooruv reflex	Silný, snadno vybaven	Slabý, neúplný, těžko vybavitelný	Chybí
Okulovestibulární reflex	Normální	Zvýšený	Snížený, nebo chybí
Tomicko-šijové reflexy	Mírný	Zvýšený	Snížený, nebo chybí
Autonomní systém	Sympatikotonus	Parasympatikotonus	Oba systémy utlumeny
Zornice	Mydriáze	Mióza	Různé, slabá fotoreakce
Srdeční frekvence	Tachykardi	Bradykardie	Různá
Bronchiální sekrece a slinění	Slabé	Profuzní	Různá
Motilita GIT	Normální nebo snížená	Zvýšená, průjem	Různá
Křeče	Žádné	Časté fokální nebo multifokální	Vzácné
EEG záznam	Normální	Zpočátku nízká voltáž, pak křeče	Diskontinuální, pak izoelektrický
Trvání	Do 24 hodin	2 – 14 dnů	Hodiny až týdny

(Fendrychová, J., a kol 2012, s. 254-258).

## 7 Vyhodnocení cílů a shrnutí teoretických východisek

Přehledová bakalářská práce předkládá publikované poznatky o hypoxických stavech, které mohou vážně ohrozit novorozence na životě a zdraví. Obsahuje informace, které mohou posloužit jako studijní materiál zejména pro porodní asistentky, novorozenecké sestry, lékaře a studenty vysokých a vyšších odborných škol se zdravotnickým zaměřením. Může také posloužit jako informační materiál pro laickou veřejnost ke zjištění cenných informací a nahlédnutí do problematiky tématu. Především pro budoucí maminky, které se rozhodují, zda porodit mimo zdravotnické zařízení.

Práce zpracovává poznatky z mnoha zahraničních studií. Tématu HIE se věnuje především studie TOBY (TOtal Body hYpothemia), Studie léčby perinatální asfyxie, na základě které byl zpracován doporučený postup pro léčbu celotělovou řízenou hypotermií. I v ČR se tímto tématem zabývalo mnoho odborníků a jejich poznatky byly publikovány a prezentovány na odborných kongresech a setkáních neonatologů. V odborných publikacích mnoho autorů zdůrazňuje nutnost včasné a odborné diagnostiky a léčby.

Limitaci dohledaných poznatků spatřuji především v tom, že neexistují statistická data, pro vedení porodů mimo zdravotnická zařízení a jejich průběh. Proto není možná komparace asfyktických novorozenců, kterým byla poskytnuta ihned odborná zdravotní péče s novorozenci narozenými mimo zdravotnická zařízení. Většina autorů se shoduje na tom, že k optimalizaci diagnostiky jsou zapotřebí nové a detailnější výzkumy s využitím nových metod, schopných predikovat hypoxii u novorozence.

### Vyhodnocení cílů

Prvním cílem práce bylo předložit aktuální poznatky o perinatální asfyxii a možnostech její perinatální diagnostiky. V práci byly popsány nejčastější příčiny a rizika byla spojována se vznikem hypoxie. Přes popsání rizikových faktorů, nejčastěji ze strany matky, zahrnující především gestační hypertenzi, GDM, anémii, rizikových faktorů na straně plodu, kde se jednalo především o kardiální VVV a abnormality na placentě a pupečníku, nelze zcela vyloučit i jiné nepředvídatelné situace, které hypoxii plodu mohou zapříčinit. Značné riziko představuje gestační věk plodu délka trvání první a druhé doby porodní. Ani není popsána žádná vyšetřovací metoda, která by jednoznačně riziko asfyxie predikovala nebo vyloučila. Při současné nejvíce používané monitoraci CTG, se nemusí vždy jednat o asfyxii a některé suspektní nálezy vedou k nadměrné indikaci porodu per SC. Odborníci se shodují o nutnosti zavedení více signifikantních vyšetřovacích metod, s cílem především snížit nadměrné používané porody per SC s ohledem na bezpečnost novorozence. Jedná se především o kombinaci vyšetřovacích metod ST analýza EKG společně s FpO<sub>2</sub> a CTG,

kteře vykazují větší specifitu než samostatné využití CTG. Kombinace metod především vedou ke snížení porodu per SC provedené pro hrozící hypoxii plodu.

Druhý cíl práce je zaměřen na informace o hypoxicko – ischemických stavech u novorozence, jejich možných příčinách, klinických projevech a diagnostice. Ukazuje se, že asfyxie a následně rozvoj HIE je jedna z nejčastějších příčin novorozenecké mortality a morbidity. Jedná se mnohdy trvalé zdravotní postižení dítěte, zátěž nejen pro rodinu dítěte, ale i o problém se socioekonomickými důsledky pro celou společnost. Nedílnou součástí diagnostiky jsou biochemická vyšetření. V současné diagnostice se hledají nové možnosti pro přesnou diagnostiku HIE. Kromě již používaných hodnot pH se zmiňuje hladina laktátu a protein S100B. Na některá z těchto nových laboratorních vyšetření, není v odborných kruzích jednotný názor. V rámci zobrazovacích metod se v praxi spolehlivě používá sonografie a MR. Pro monitoraci funkcí mozkových činností patří standardně EEG. Nově se zavádí popis elasticity tkáně, jako součást sonografického vyšetření, který jak se ukazuje, vykazuje velké i prediktivní možnosti.

Shrnutí dohledaných poznatků o terapeutické hypotermii a dalších možnostech léčby hypoxických stavů u novorozence bylo třetím cílem práce. K základním intervencím patří odborně provedena KPR, poslední aktualizace v letošním roce, s využitím současných možností moderní medicíny, monitorace a příslušného technického zázemí. V současné době se využívá nejnovějších poznatků v terapii hypoxie a novorozenci jsou indikováni k léčbě řízenou celotělovou hypotermií. Jedná se o moderní a mladou metodu léčby, která se řídí přísnými indikačními kritérii. Dokáže však významným způsobem ovlivnit prognózu dalšího vývoje onemocnění.

Posledním čtvrtým cílem bylo dohledat aktuální poznatky týkající počtu dětí indikovaných pro zahájení terapie perinatální hypoxie a na outcome novorozence. Tento cíl byl zaměřen na statistické ukazatele, počty dětí narozených ve zdravotnických zařízeních a podíl těch, které byly indikovány pro střední a těžkou asfyxii na léčbu terapeutickou hypotermií. Pro získání těchto ukazatelů bylo zapotřebí oslovit UZOS, VZP a neonatologická centra. Ukázalo se, že údaje v publikacích se lišily od údajů poskytnutých zdravotnickými zařízeními a naší největší zdravotní pojišťovnou. Lze se jen domnívat, že tyto rozdílné údaje jsou ovlivněny rozdílným vykazováním kódů jednotlivých nemocnic, paušálními platbami nemocnic. Z databáze ÚZIS je tento údaj zastřený tím, že se souhrně počítá nepříznivá poporodní adaptace jak u nezralých, tak u zralých novorozenců. Ze statistických údajů lze tedy jen nepřímo interpretovat, že z veličiny narozených dětí, je část ohrožena hypoxií.

Na čem se ale odborníci shodují jednoznačně, je profitabilita terapeutické hypotermie. Ve všech dostupných materiálech konstatují, že včasná diagnostika a odborná péče pomoci

řízené hypotermie v moderních zdravotnických zařízeních významně ovlivňuje outcome novorozence.

## Závěr

Asfyxie je závažnou komplikací postihující novorozence. Nemusí jít jen o rizikové těhotenství, ale může se jednat o zcela nepředvídatelnou situaci u fyziologického těhotenství a donošeného miminka. Následkem mnoha na sebe navazujících metabolických dějů, může dojít k nevratným změnám v organismu dítěte a to především v oblasti CNS, s těžkými trvalými následky. Až 6% dětí po narození nemá fyziologickou poporodní adaptaci a vyžaduje odbornou intervenci. Úkolem lékařů, porodních asistentek a všech odborníků, kteří mohou jakkoliv k tomuto tématu přispět je podat potřebné informace budoucí rodiče o možných rizicích pro dítě, které by mohl se sebou přinést porod mimo zdravotní zařízení. Zároveň je nutno konstatovat, že v ČR se v péči o dítě s HIE využívá nejmodernější možná léčba, v souladu s vědeckými poznatky, pro co nejlepší outcome novorozence po prodělané asfyxii.

## Seznam použité literatury a zdrojů

- BEGG, L., COLDITZ, PB., LAU, R., Fetal pulse oximetry for fetal assessment in labour. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014 Oct 7;2014(10):CD004075. doi: 10.1002/14651858.CD004075.pub4. PMID: 25287809; PMCID: PMC7104297, [cit. 2021-2-2]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25287809/>
- BOREK, Ivo; MATUŠKOVÁ Dana. Fyziologický a patologický novorozenec, In: ROZTOČIL, Aleš. *Moderní porodnictví*. Praha: Grada Publishing a.s., 2008. ISBN 978-80-247-1941-2
- BIRINGER, K. a J. DANKO. Kvalita a efektivita elektronického monitorování plodu. *Czech Gynaecology / Ceska Gynekologie* [online]. 2011, **76**(6), 481-484 [cit. 2021-2-2]. ISSN 12107832. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22312847/>
- BIRINGER, K., J. DANKO, K. DÓKUŠ, K. MAŤAŠOVÁ, M. ZIBOLEN a R. PULLMANN. Biochemické aspekty fetální hypoxie. *Czech Gynaecology / Ceska Gynekologie* [online]. 2011, **76**(4), 285-291 [cit. 2021-02-02]. ISSN 12107832. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25287809/>
- BIRINGER, K., J. DANKO, P. ZÚBOR, K. MAT'ASOVÁ, M. ZIBOLEN a R. PULLMANN. [Biophysical methods in diagnosis of intrapartum fetal hypoxia]. *Ceska gynekologie* [online]. 2011, **76**(3), 222-9 [cit. 2021-2-2]. ISSN 12107832. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/51744139\\_Biochemical\\_aspects\\_of\\_fetal\\_hypoxia](https://www.researchgate.net/publication/51744139_Biochemical_aspects_of_fetal_hypoxia)
- BLIX, E., KUMLE, MH., INGVERSEN, K., et al. Transfers to hospital in planned home birth in four Nordic countries – a prospective cohort study. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2016, **95**, p. 420–428 [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26830511/>
- DORT, J., DORTOVÁ, E., JEHLIČKA, P.. *Neonatologie*. 2. upr. vyd. Praha: Karolinum, 2013. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 978-80-246-2253-8.
- Doporučené postupy: Interpretace interpartálního fetálního kardiogramu – FIGO 2015, České gynekologické a porodnické společnosti, Dostupné z: [p-2016-interpretace-intrapartalniho-fetalniho-kardiogramu-figo-2015.pdf](https://www.gynultrazvuk.cz/p-2016-interpretace-intrapartalniho-fetalniho-kardiogramu-figo-2015.pdf) (gynultrazvuk.cz) 14.3.2021
- ČECH, E., a kol. *Porodnictví 3. zcela přepracované a doplněné vydání*, Praha: Grada Publishing 2014, ISBN 80-247-1313-9
- East CE, Chan FY, Colditz PB. Fetální pulzní oxymetrie pro hodnocení plodu při porodu. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004 18. října; (4): CD004075. doi: 10.1002 / 14651858.CD004075.pub2. Aktualizace v: *Cochrane Database Syst Rev.* 2007; (2): CD004075. PMID: 15495078 [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19530004/>
- FENDRYCHOVÁ, J., BOREK, I., *Intenzivní péče o novorozence*, Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2014, s. 447, ISBN: 978-80-7013-447-4
- FENDRYCHOVÁ, J., *Hodnotící metodiky v neonatologii*, Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2013, ISBN 978-80-7013-560-0
- GANONG, W. F. *Přehled lékařské fyziologie: dvacáté vydání*. Praha: Galén, 2005, 890 s ISBN: 978-807-262-311-2



- HÁJEK, Z. [Foetal ECG in the prediction of intrapartum hypoxia]. *Casopis lékařů českých* [online]. 2005, 144(3), 168-71 [cit. 2021-1-30]. ISSN 00087335. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/casopis-lekaru-ceskych/2005-3/fetalni-ekg-v-predikci-intrapartalni-hypoxie-plodu-3354>
- HÁJEK, Z., ČECH, E., MARŠÁL, K., a kol., Porodnictví. 3.přepr.a dopl. Vydání, Praha:Grada, 2014, 588 s., ISBN 978-80-247-4529-9
- HÁJEK, Z., a kol. Rizikové a patologické těhotenství, Praha: Grada Publishing, a.s. 2004, ISBN:80-247-0418-8
- HÁLEK, J., DOUBRAVA, L., KANTOR, L., Léčebná hypotermie v léčbě hypoxicko – ischemické encefalopatie u novorozenců, *Pediatre pro praxi* 2011,12/6,s. 390-393)
- Hayakawa M, Ito Y, Saito S, et al. Incidence and prediction of outcome in hypoxic-ischemic encephalopathy in Japan. *Pediatr Int* 2014; 56 (2): 215–221
- HANZL, Pořadatel M. DOPORUČENÉ POSTUPY ČESKÉ NEONATOLOGICKÉ SPOLEČNOSTI. *Czech Gynaecology / Ceska Gynekologie* [online]. 2013, 78(2), 70-104 [cit. 2021-2-2]. ISSN 12107832. Dostupné : <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-gynekologie/2009-1-supplementum/doporucene-postupy-ceske-neonatologicke-spolecnosti-5436>
- HOEHN,T., ed al, Therapeutic hypothermia in neonates. Review of current clinical data, ILCOR recommendations and suggestions for implementation in neonatal intensive care units. *Resuscitation*. 2008 Jul;78(1):7-12. doi: 10.1016/j.resuscitation.2008.04.027. PMID: 18554560, [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18554560/>
- HAYAKAWA M, ITO Y, SAITO S, et al. Incidence and prediction of outcome in hypoxic-ischemic encephalopathy in Japan. *Pediatr Int* 2014; 56 (2): 215–221, [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4491348/>
- HRTÁNKOVÁ, M., J. SIVÁKOVÁ, P. SUMICHRASTOVÁ, P. LUKÁČ a J. VIŠŇOVSKÝ. [Principles and limits of clinical methods in the diagnosis of fetal hypoxia]. *Ceska gynekologie* [online]. 2014, 79(4), 326-31 [cit. 2021-2-2]. ISSN 12107832. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26830511/>
- HRUBAN, L., JANKU, P., Analýza ST úseku EKG křivky v průběhu porodu, *Praktická gynekologie*, č. 4/2005,Brno: Medica Publishing end Consulting. ISSN 1211-6645 [cit. 2021-3-18].
- Dostupné:[https://aleph.techlib.cz/F/IIJRRIU6SGPAR9QTP1YVJ2HLYTX5E9211ANLMGL133NDPDGB2H00043?func=service&doc\\_number=000004319&line\\_number=0022&service\\_type=TAG](https://aleph.techlib.cz/F/IIJRRIU6SGPAR9QTP1YVJ2HLYTX5E9211ANLMGL133NDPDGB2H00043?func=service&doc_number=000004319&line_number=0022&service_type=TAG)
- JANOTA, J., STRAŇÁK, Z., a kol., 2015. Neonatologie. Praha: Mladá fronta. 637 s. ISBN: 978-80-204-3861-4
- JAROŠOVÁ, D., ZELENÍKOVÁ, R., Ošetřovatelství založené na důkazech, Praha:Grada Publishing, 2014, ISBN 978-80-247-5345-4
- KAPUSTOVÁ, M., et al., Stanovení proteinu S 100B u novorozenců, *Labor aktuell* 2006, č. 3, str. 12-13,ISSN 1214-7672

KLENER, P., et al., Vnitřní lékařství, třetí přepracované vydání, Praha: Galén, 2006, ISBN 80-7262-430-X

KOLÁŘOVÁ, R., HÁLEK, J., KANTOR, L. et al. Řízená hypotermie v léčbě hypoxicko-ischemické encefalopatie. Neonatologické Listy 2011; 17,2: s. 19–27, ISSN 1211-1600

KURINCZUK, J., J., WHITE-KONING, M., BADAWI, N., Epidemiologie neonatální encefalopatie a hypoxicko – ischemické encefalopatie,[cit. 2021-4-3]. Dostupné z: doi: 10.1016 / j.earlhumdev.2010.05.010.

LIŠKA, K., a kol. Resuscitace novorozence, Neonatologické listy 2013, 19,1, s. 2-7, ISSN 1211-1600

LEMIRE,B., CHAU,V., Canadian Pediatric Society, Fetus and Newborn Committee, Ottawa, Ontario. Hypothermia for newborns with hypox-ischemic encephalopathy. *Pediatr Child Health*. 2018, s.285-291, [3.4. 2021] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11039226/>

LUKÁŠKOVÁ,J., TOMŠÍKOVÁ, Z., KOKŠTEIN, Z., Význam monitorování mozkové aktivity u novorozenců a časným asfyktickým syndromem, 2008, s.247-482, ISSN 1212-4117

Luo Q, Pin T, Dai L, Chen G, Chen Y, Tian F, Zhang M. The Role of S100B Protein at 24 Hours of Postnatal Age as Early Indicator of Brain Damage and Prognostic Parameter of Perinatal Asphyxia. *Glob Pediatr Health*. 2019 Apr 2;6:2333794X19833729. doi: 10.1177/2333794X19833729. PMID: 31044150; PMCID: PMC6446251.

MADAR, J., ed al. , European Resuscitation Council Guidelines 2021, Newborn resuscitation and support of transition of infants and birth , Resuscitation 2021, s. 291326, Dostupné z:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300957221000678>

MARZUQI, Rayan Abdulbasit, Waleed Abdulaziz ALMOSFER, Yara Mofarih ASSIRI, et al. Respiratory Aspects of Approach to Neonatal Resuscitation. *Egyptian Journal of Hospital Medicine* [online]. 2018, **70**(11), 2025-2028 [cit. 2021-6-18]. ISSN 16872002. Dostupné z: doi:10.12816/0044863

MENKES, J. H., ed, Dětská neurologie, 2. svazek Praha: Trion, 2011, ISBN 978-80-7387-341-7

MĚCHUROVÁ, A., a kol., Interpretace intrapartálního fetálního kardiogramu FIGO 2015 Česká gynekologie 2016, s. 89-91, Dostupné: <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-gynekologie/2016-2/interpretace-intrapartalniho-fetalniho-kardiotokogramu-figo-2015-58677> , [cit. 2021-01-13].

MĚCHUROVÁ, A., P. VELEBIL, L. HRUBAN a P. JANKŮ. [Current status and recommendations for intrapartum monitoring of fetal heart rate]. *Česka gynekologie* 2016, **81**(2), 112-24 [cit. 2021-01-13]. ISSN 12107832.

MKN-10 2020, online [cit. 2021-06-13], Dostupné z: <https://mkn10-2020.uzis.cz/>

- MUMENTHALER, M., MATTLE, H., Neurologie, Grada Publishing 2001, 652 stran, ISBN 80-7169-545-9
- NAGDYMAN, N., GRIMMER, I., SCHOLZ, T., et al. Predictive value of brain specific proteins in serum for neurodevelopmental outcome after birth asphyxia. *Pediatr Res*, 2003, 54, 2, p. 270- 275 [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12736385/>
- NEČAS, E., et al, *Obecná patologická fyziologie*. 1. vydání, Praha: Karolinum, 2007, s. 284-297, ISBN 80-246-0051-X
- NOSKOVÁ, P., a kol., *Novinky v kardiopulmonální resuscitaci v porodnictví*, *Anest. intenziv. Med.*, 27, 2016, č. 4, s. 222–225
- PAŘÍZEK, A., a kol., *Kritické stavy v porodnictví*. 1. vyd. Praha: Galén, ©2012. xxxii, 285 s. ISBN 978-80-7262-949-7.
- POLÁČKOVÁ, R., KANTOR, L., *Řízená hypotermie v léčbě hypoxicko . ischemické encefalopatie*, *Neonatologické listy* 2011, 17(2) s. 78 ISSN 1211-1600
- POLÁČKOVÁ, R., J. KUČOVÁ, Z. ŠVAGERA, L. KANTOR a D. ŠALOUNOVÁ. Rizikové faktory ovlivňující výsledek léčby novorozenců s hypoxicko-ischemickou encefalopatií léčených řízenou hypotermií. *Czecho-Slovak Pediatrics / Cesko-Slovenska Pediatrie* [online]. 2019, 74(1), 30-40 [cit. 2021-2-2]. ISSN 00692328. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/cesko-slovenska-pediatrie/2019-1-15/rizikove-faktory-ovlivnujici-vysledek-lecby-novorozencu-s-hypoxicko-ischemickou-encefalopatiie-ecenych-rozenou-hypotermii-109698>
- ROZTOČIL, A. a kol., *Moderní porodnictví*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada publishing, 2017, 621 stran. ISBN 978-80-247-5753-7.
- ROKYTA, R. a kol., *Fyziologie a patologická fyziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada publishing, 2015, 102 stran. ISBN 978-80-247-9902-5.
- ROZTOČIL, A., at al., Continuous monitoring of fetal oxygen saturation (FSpO<sub>2</sub>) using intrapartum fetal pulse oximetry (IFPO) in the diagnosis of acute fetal hypoxia. *Ceska Gynekol.* 2000 Jul;65(4):224-30. Czech. PMID: 11039226, [cit. 2021-4-18]. Dostupné: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11039226/>
- ROZTOČIL, A., KUČERA, A., *Distres plodu. ST analýza fetálního EKG plodu za porodu. Švédské klinické zhodnocení a současné české možnosti a zkušenosti*, *Kritické stavy v porodnictví* 2008 IKEM, Praha 2008, [cit. 2021-2-22]. Dostupné: <https://slidetodoc.com/distres-plodu-st-analza-fetlnho-ekg-plodu-za/>
- SIMOČKOVÁ, V., *Sestra-slovenská verze, Faktory ohrožující těhotenství*, 2015, roč. 14, č. 7-8, s. 18-19, ISSN 1335-9444.
- STAŇÁK, Z., a kol., *Neonatologie*. 2., přepracované a rozšířené vydání. Praha: Mladá fronta, 2015. 637 stran. Aeskulap. ISBN 978-80-204-3861-4
- ŠÍPEK, A., a kol., *Česká gynekologie. Incidence vrozených srdečních vad v České republice 2010*, 75, s., 221-242, Dostupné: <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-gynekologie/2010-3/incidence-vrozenych-srdecnich-vad-v-ceske-republice-aktualni-data-31921>
- SILBERNAGL, S., LANG, F., *Atlas patofyziologie*. 2. české vyd. Praha: Grada, 2012. 416 s. ISBN 978-80-247-3555-9.

SCHRENK F1, UHRIK P2, UHRIKOVA Z1, Ultrasound elastography: review of techniques, clinical application, technical limitations, and safety considerations in neonatology, 72 ACTA MEDICA MARTINIANA 2020 20/2 DOI: 10.2478/acm-2020-0009

THORESEN, M., WHITELAW, A., Terapeutic hypothermia for hypoxic-ischemic encephalopathy in the newborn infant. *Cur Opin Neurol.* 2005, 18(2), s.111-116, Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30084196/>

TOBY (TOtal Body hYpoThermia): Studie léčby perinatální asfyxie, 2016 Imperial College London, Identifikátor ClinicalTrials.gov: NCT00147030, Dostupné z: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT00147030/3.4.2021/>

UCHIDA, T., and col. Reevaluation of intrapartum fetal monitoring using fetal oximetry: A review. *J Obstet Gynaecol Res.* 2018 Dec;44(12):2127-2134. doi: 10.1111/jog.13761. Epub 2018 Aug 6. PMID: 30084196, [cit. 2021-4-3]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30084196/>

UZIS, ZDRAVOTNICKÁ STATISTIKA Rodička a novorozenec 2014-2015, Vydává Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR Praha 2, Palackého nám. 4 s. 2015 ISBN 978-80-7472-160-1, [cit. 2021-3-20]. Dostupné: [https://www.uzis.cz/sites/default/files/knihovna/rodnov2014\\_2015.pdf](https://www.uzis.cz/sites/default/files/knihovna/rodnov2014_2015.pdf) 20.3.2021

VINTROVÁ, J. a A. PAŘÍZEK. Plánovaný domácí porod -- Česká republika 2018. *Czech Gynaecology / Ceska Gynekologie* [online]. 2018, 83(3), 204-211 [cit. 2021-2-2]. ISSN 12107832. Dostupné z: <https://www.cs-gynekologie.cz/casopisy/ceska-gynekologie/2018-3-12/planovany-domaci-porod-ceska-republika-2018-105718>

VĚTR, M. Porodní hypoxie. *Czech Gynaecology / Ceska Gynekologie* [online]. 2015, 80(2), 115-126 [cit. 2021-7-2]. ISSN 12107832. Dostupné z: doi:VĚTR, M. Porodní hypoxie. *Czech Gynaecology / Ceska Gynekologie* [online]. 2015, 80(2), 115-126 [cit. 2021-7-2]. ISSN 12107832.

VĚTR, M., et al., 2002, Antepartální kardiokografie a dopplerovská flowmetrie v diagnostice hypoxie plodu. *Česká gynekologie.* 2002, roč. 67, č. 5, s. 244 – 251. ISSN 1210–7832

VOKURKA, M., et al. Patofyziologie pro nelekářské směry 3. vydání, Praha: Karolinum, 2013 s. 230 [cit. 2021-6-18]. ISBN 978-80-246-2032-9

WEN, J., XIAOPING,L., WENBIN,D., QINGPING,L., Benefits of starting hypothermia treatment within 6 h vs. 6–12 h in newborns with moderate neonatal hypoxic-ischemic encephalopathy, *BMC Pediatrics*,2018,18/50, Dostupné: <https://www.doi.org> 10.1186 s.12877-018-1013-2 21.3.2021

ZBROŽKOVÁ, B., L., a kol. Hypoxicko-ischemická encefalopatie novorozenců – MR diagnostika, *Čes. Radiologie* 2016, č. 3., s. 149-157, ISSN 1210-7883

ZBROŽKOVÁ, L. Bakaj, J. HÁLEK, K. MICHÁLKOVÁ a M. HEŘMAN. Radiologické nálezy u donošených novorozenců s hypoxicko-ischemickou encefalopatií. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie* [online]. 2017, 80(3), 291-299 [cit. 2021-7-2]. ISSN 12107859.

ZBROŽKOVÁ, L. Bakaj, J. HÁLEK, K. MICHÁLKOVÁ a M. HEŘMAN. Radiologické nálezy u donošených novorozenců s hypoxicko-ischemickou encefalopatií. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie* [online]. 2017, 80(3), 291-299 [cit. 2021-7-2]. ISSN 12107859.

## Seznam použitých zkratek

ABR – acidobazická rovnováha

ADHD – porucha pozornosti s hyperaktivitou

AIDS – syndrom získaného imunodeficitu

ATP – adenosintřofát – zdroj energie pro syntézy v organizmu, je tvořen z kyslíku

AS – asfyktický syndrom

BMČ – Bibliographia medica Čechoslovaca

BE - přebytek bází

CNS – centrální nervová soustava

CTG, též KTG – kardiokografie

COHb – karboxyhemoglobin: stabilní komplex oxidu uhelnatého a hemoglobinu

CO<sub>2</sub> – oxid uhličitý

ČAS – časný asfyktický syndrom

ČLK – Česká lékařská komora

ČNB – Česká národní bibliografie

ČR – Česká republika

ČSÚ – Český statistický ústav

DM – diabetes mellitus

DMO – dětská mozková obrna

EBP – evidence based practice: praxe založena na důkazech

EBSCO – databáze literatury

EEG – elektroencefalografie

EKG – elektrokardiograf

EPO - fatální erytropoetin

ERC - Evropskou radou pro resuscitaci

FIGO - Interpretace intrapartálního fetalního kardiokogramu

FHR - fetal heard rate

FPO - fetální pulsní oxymetrie  
GOOGLE- internetový prohlížeč  
Hb - hemoglobin  
HIE – hypoxicko ischemická encefalopatie  
CHOPN – chronická obstrukční plicní nemoc  
IFPO - intrapartální fetální pulzní oxymetrie  
ICHS – ischemická choroba srdeční  
IUGR, též IURR – intrauterinní růstová restrikce  
JIP – jednotka intenzivní péče  
JIRP – jednotka intenzivní a resuscitační novorozenecké péče  
KO – krevní obraz  
KP – konec pánevní  
KPR - kardiopulmonální resuscitace  
MAC - metabolická acidóza  
MKN – mezinárodní klasifikace nemocí  
MODS - syndrom multiorgánové dysfunkce  
MR – magnetická rezonance  
NGS – nosogastriční sonda  
NE – novorozenecká encefalopatie  
NMR - nukleární magnetická rezonance  
NSE - (neuron specifická enoláza) - glykolytický enzym přítomný ve tkáních  
pH - power of hydrogen - koncentrace vodíkových iontů v roztoku  
O<sub>2</sub> - kyslík  
PFC - perzistující fetální cirkulace  
PICO – vyhledávací systém dle EBP  
pO<sub>2</sub> - parciální tlak kyslíku  
pCO<sub>2</sub> - parciální tlak oxidu uhličitého  
QRS – komplex vertikální vychýlení EKG

Rh - rhesus faktor

RhD - rhesus faktor, antigen D

RDM – radioimunoanalýza metabolitů

RDS - syndrom dechové tísně

RTG – rentgen

SC – sectio caesarea/ císařský řez

STAN – ST EKG - segment fetální elektrokardiogram

sO<sub>2</sub> - procento okysličené krve v tepnách

SpO<sub>2</sub> - nasycení krve kyslíkem/ v procentech

SSRI – selektivní inhibitory zpětného vychytávání serotoninu

S100B - fetálního sérového humánního proteinu

TBC – tuberkulóza

TPV – totální parenterální výživa

T/Q RS

TT – tělesná teplota

UA – arteria umbilicale

UV – vena umbilicale

UPOL – Univerzita Palackého v Olomouci

ÚZIS – ústav zdravotnických informací a statistik

VSV – vrozené srdeční vady

VVV – vrozené vývojové vady

## Seznam obrázků a tabulek

OBRÁZEK 1 IZOELEKTRONICKÁ LINIE V ZÁPISĚ EKG/FYZIOLOGICKÝ .....	22
OBRÁZEK 2 SKÓROVACÍ SYSTÉM DLE APGÁROVÉ .....	25
OBRÁZEK 3 EUROPEAN RESUSCITATIONCOUNCIL GUIDELINES 2021: NEWBORN RESUSCITATION AND SUPPORT .....	37
OBRÁZEK 4 INCIDENCE HIE V ČR,2007-2015 .....	46
OBRÁZEK 5 FN PLZEŇ NEONATOLOGIE. NOVOROZENCI INDIKOVANÍ K ŘÍZENÉ HYPOTERMII .....	47
OBRÁZEK 6 FN OSTRAVA NEONATOLOGIE. NOVOROZENCI INDIKOVANÍ K ŘÍZENÉ HYPOTERMII .....	47
OBRÁZEK 7 FN PRAHA MOTOL NEON. NOVOROZENCI INDIKOVÁNÍ K ŘÍZENÉ HYPOTERMII.....	47
OBRÁZEK 8 KLASIFIKACE HIE DLE SARNATA .....	51
TABULKA 1 CÍLOVÉ SATURACE (SpO2) PO PORODU .....	38
TABULKA 2 INDIKAČNÍ KRITÉRIA PRO LÉČBU HIE .....	42



