

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**  
**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD**  
Ústav porodní asistence

**Bc. Hana VALUCHOVÁ**

**HYPOXIE PLODU**  
—  
**INTRAPARTÁLNÍ MONITORACE**

**Bakalářská práce**

**Vedoucí práce: Doc. MUDr. Martin Procházka, Ph.D.**

**Olomouc 2012**

# ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Druh práce:** Přehledová studie  
**Název práce:** Hypoxie plodu – intrapartální monitorace  
**Název práce v AJ:** Fetal hypoxia - intrapartum monitoring  
**Datum zadání:** 2012-01-30  
**Datum odevzdání:** 2012-05-04  
**Datum obhájení:**  
**Vysoká škola:** Ústav porodní asistence, FZV UP v Olomouci  
**Autor práce:** Bc. Valuchová Hana  
**Vedoucí práce:** Doc. MUDr. Procházka Martin, Ph.D.  
**Oponent práce:**

**Abstrakt v ČJ:** Tématem bakalářské práce je problematika intrapartální monitorace plodu, která má za cíl informovat zdravotníky o hypoxii plodu. V první kapitole jsou předloženy poznatky z oblasti fyziologie a patologie saturace plodu. Práce dále předkládá současné poznatky o hypoxii plodu, přehledně nastiňuje historický vývoj monitorace plodu, seznamuje s nejnovějšími poznatky současných metod monitorace plodu, porovnává ST analýzu s pulzní oxymetrií a v poslední kapitole předkládá poznatky o hypoxickém, asfyktickém novorozenci. Rešerše proběhla v období říjen 2011 až březen 2012. Vycházela z databází BMČ, Medline, Medvik a ve vyhledávačích Google scholar. V českém jazyce bylo nalezeno přes sto zdrojů, z nichž 34 stěžejních bylo použito pro vypracování této bakalářské práce.

**Abstrakt v AJ:** The bachelor thesis deals with Intrapartum Fetal Monitoring with the aim to educate medics about the Fetal Hypoxia. The Fetal Oxygen Saturation physiology and pathology is described in the first chapter. Further historical development of the Intrapartum Fetal Monitoring is presented together with the present diagnosis methods. Special focus is devoted to comparison of the pulse oximetry (IFPO) and the ST analysis (STAN). Last chapter is devoted to the specifics about hypoxic neonate with respiratory distress. The study was conducted for the period from October 2011 to March 2012. Databases BMC, Medline, Medvic and search engine Google scholar were used. As primary resources were selected 34 Czech academic articles.

**Klíčová slova v ČJ:** hypoxie plodu, ozvy plodu, kardiokografie, pulzní oxymetrie, IFPO, fetální EKG, ST analýza, STAN, mikroodběry, porodní acidóza, diagnostika intrapartální hypoxie plodu

**Klíčová slova v AJ:** Fetal Hypoxia, fetal sounds, cardiotocography, pulse oxymetry, IFPO, fetal ECG, ST Analysis, STAN, micro sampling, Intrapartum Acidosis, diagnosis of Intrapartum Fetal Hypoxia

**Místo zpracování:** Olomouc

**Rozsah:** 43 s., 7 s. příloh

**Místo uložení:** FZV UP v Olomouci - archiv

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci bakalářského studia oboru Porodní asistentka vypracovala samostatně pod vedením Doc. MUDr. Martina Procházky, Ph.D.

Všechny použité materiály a zdroje jsou citovány s ohledem na vědeckou etiku, autorská práva a zákony na ochranu duševního vlastnictví.

V Olomouci 24. dubna 2012 \_\_\_\_\_

Děkuji vedoucímu práce doc. MUDr. Martinovi Procházkovi, PhD. za podněty a připomínky při vypracování práce.

# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>1 SATURACE PLODU KYSLÍKEM.....</b>	<b>10</b>
1.1 Fyziologie .....	10
1.1.1 Placentární oběh .....	10
1.2 Patofyziologie – hypoxie plodu .....	11
1.2.1 Buněčný metabolismus.....	11
1.2.2 Definice hypoxie .....	11
1.2.3 Stádia hypoxie .....	12
1.2.4 Příčiny hypoxie.....	13
1.2.5 Formy hypoxie.....	14
1.2.6 Kritéria diagnostiky .....	14
1.2.7 Léčba hypoxie .....	15
<b>2 HISTORIE MONITOROVÁNÍ PLODU.....</b>	<b>16</b>
2.1 Ozvy plodu.....	16
2.2 Zkalená voda.....	18
2.3 Pohyby plodu .....	18
2.4 Přístroje k monitorování plodu .....	18
2.5 Skórovací systémy .....	19
2.6 Zátěžové testy .....	20
2.7 Další metody diagnostiky hypoxie.....	21
2.7.1 Biochemické metody .....	21
2.7.2 Metody využívající pokroky ve zdravotnické technice.....	21
2.7.3 Kombinované metody .....	21
2.8 Mezinárodní doporučení monitorace plodu .....	22
<b>3 MONITOROVÁNÍ PLODU V SOUČASNOSTI.....</b>	<b>23</b>
3.1 Kardiotokografie (KTG) .....	24
3.1.1 DR C BRAVADO .....	25
3.1.2 Klasifikace kardiotokogramu .....	28
3.1.3 Schéma monitorování na porodním sále .....	31
3.1.4 Chyby při monitorování .....	31
3.2 Intrapartální fetální pulzní oxymetrie (IFPO, FpO <sub>2</sub> ).....	31
3.2.1 Hodnoty saturace kyslíkem (SpO <sub>2</sub> ) v průběhu porodu .....	33
3.3 ST – analýza fetálního elektrokardiogramu (STAN).....	34
3.3.1 Patofyziologie a změny na EKG křivce .....	36
3.3.2 Výsledky ST analýzy.....	36

3.3.3	Vhodnost užití ST analýzy .....	37
3.3.4	Rozdíly v hodnocení.....	37
<b>4</b>	<b>POROVNÁNÍ STAN A IFPO .....</b>	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>HYPOXICKÝ A ASFYXICKÝ NOVOROZENEC.....</b>	<b>40</b>
5.1	Příčiny asfyxie .....	40
5.2	Klinický obraz asfyxie .....	41
5.3	Hodnocení hypoxie plodu dle Borka a Matuškové.....	41
5.4	Dlouhodobé důsledky proběhlé asfyxie.....	42
<b>POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE</b>		
<b>PŘÍLOHY</b>		

# ÚVOD

Porodnictví je obor, který se stará o velmi unikátního pacienta. Tento pacient je tvořen zcela samostatnými celky – tělem matky a plodu. Tyto celky jsou však mezi sebou velmi dobře provázány a navzájem se tedy velmi dobře ovlivňují. Optimální výsledek ukončení těhotenství je porod zdravého novorozence bez poškození organismu matky. Je velmi složité postihnout všechny škodlivé vazby mezi matkou a plodem v průběhu těhotenství a porodu. Z tohoto důvodu se po celá staletí snažíme vyvinout co nejbezpečnější postupy, které by včas rozpoznaly škodlivé vztahy mezi nimi – zejména špatné výměny krevních plynů v placentě. Celkově lze tyto postupy shrnout do jednoho termínu - *prenatální monitorace plodu*. Sledování plodu v průběhu porodu následně označujeme jako *intrapartální monitorace*, jejíž cílem je zavčas diagnostikovat *hypoxii plodu* a zabránit tak případnému poškození plodu. Zároveň je v dnešní době kladen důraz na co nejméně invazivní monitorování, které by nemělo zatěžovat matku a plod (Peschout, 2007, s. 142).

Tématem bakalářské práce je problematika intrapartální monitorace plodu, která má za cíl co nejdříve informovat zdravotníky o případné hypoxii plodu. Kromě historického vývoje monitorace plodu práce pojednává o současných diagnostických metodách, především o *pulzní oxymetrii* (IFPO) a *ST analýze* (STAN). V první kapitole jsou předloženy poznatky z oblasti fyziologie a patologie saturace plodu s podrobným popisem patologického stavu hypoxie. Součástí práce je zmínka o hypoxickém, asfyktickém novorozenci.

Před vypracováním bakalářské práce vyvstaly následující otázky:

1. Jaké jsou současné poznatky o hypoxii plodu?
2. Jaké byly způsoby monitorování plodu v minulosti?
3. Jaké jsou současné metody a poznatky o monitorování plodu?
4. Jaké jsou přednosti a nedostatky současných monitorovacích metod?
5. Co víme o hypoxickém, asfyktickém novorozenci? Jak ho hodnotíme? Jaké jsou u něj následky?

Díky výše uvedeným otázkám byly následně stanoveny cíle práce:

1. Předložit současné poznatky o hypoxii plodu.
2. Předložit historický vývoj monitorace plodu.
3. Předložit nejnovější poznatky o současných metodách monitorace plodu (ST analýza, pulzní oxymetr) + KTG.



4. Předložit nalezené poznatky porovnání ST analýzy s pulzní oxymetrií.
5. Předložit současné poznatky o hypoxickém novorozenci.

Pro vypracování bakalářské práce byly použity zdroje, které jsou uvedeny v kapitole Použitá literatura a informační zdroje. Nejčastěji bylo čerpáno z knihy Moderní porodnictví autora Aleše Roztočila a z vědeckých článků Lukáše Hrubana, Petra Janků, Petra Velebila, Zdeňka Hájka a Zdeňka Štembery.

Pro vyhledání odborných článků byly stanoveny následující klíčová slova: hypoxie plodu, ozvy plodu, kardiokografie, pulzní oxymetrie, IFPO, fetální EKG, ST analýza, STAN, mikroodběry, porodní acidóza, diagnostika intrapartální hypoxie plodu.

Rešerše proběhla v období říjen 2011 až březen 2012. Vycházela z databází BMČ, Medline, Medvik a ve vyhledávacích Google scholar. V českém jazyce bylo nalezeno přes sto zdrojů, z nichž 34 stěžejních bylo použito pro vypracování této bakalářské práce. Zbylé studie nebyly použity, jelikož obsahově docházely stejných nebo podobných výsledků. Ve slovenském jazyce byly použity tři zdroje.

**Motto:** „Krátká cesta z dělohy ven na svět je prý tou nejnebezpečnější, kterou každý z nás podstupuje.“

Charles J. Lockwood (2007, s. 10)

# 1 SATURACE PLODU KYSLÍKEM

Kapitola pojednává o fyziologii a následně o patologii saturace plodu kyslíkem. Na vypracování této kapitoly byly použity vědecké poznatky od Hájka, Navrátila, Peschouta, Roztočila, Borka, Matuškové, Měchurové a dalších.

## 1.1 Fyziologie

### 1.1.1 Placentární oběh

Metabolismus plodu je zcela závislý na přívod mateřské krve do intravilozního prostoru placenty, kde za pomoci difúze dochází k výměně krevních plynů přes placentární membránu. Následně je pak nutný odvod okysličené krve do těla plodu. Parciální napětí kyslíku u plodu je nižší než parciální napětí kyslíku v mateřské krvi. Okysličená fetální krev v umbilikální vlně má  $pO_2$  přibližně 30 mmHg. Díky zvýšené afinitě fetálního hemoglobinu pro kyslík, vysoké koncentrací fetálního hemoglobinu a vysokému stupni prokrvení orgánů je zaručena dostatečná dodávka okysličené krve ke tkáním plodu. Saturace kyslíku u plodu se přibližně pohybuje okolo 75 %. Nejvíce okysličené krve je přiváděno do mozku plodu a myokardu (Hájek, 2005a, s.393).

Fetální vaskulární řečiště je tvořeno jednou umbilikální vlnou a dvěma hlavními umbilikálními artériemi. Ty se následně rozdělují do tenkých arterií, které penetrují do choriových klků. Na povrchu klků je situováno konečné kapilární řečiště. Drobné artérie pronikají do intravilozního prostoru mateřské části placenty, kde probíhá výměna krevních plynů mezi matkou a plodem. Vlny pak okysličenou krev plodu vedou přes umbilikální vlnu do těla plodu. Okysličená mateřská krev je přiváděna k placentě skrze aortu, ilikální tepny a tepny uterinní (Hájek 2005a, s.393).

Navrátil (2007, s. 209) pak v knize Intenzivní péče o novorozence od Fendrychové, Borka a kolektivu přesněji popisuje proudění krve v těle plodu. Okysličená krev z placenty proudí umbilikální vlnou přes játra do dolní duté žíly a následně se vlévá do pravé srdeční síně. Část této krve teče mimo játra, venózním duktem pod játry je přiváděna přes dolní dutou žílu rovněž do pravé síně. Eustachova chlopeň v pravé síni pak usměřňuje okysličenou krev přes foramen ovale do levé síně. Chlopeň zároveň brání smíchání okysličené krve s krví odkysličenou, která je do pravé síně přiváděna horní dutou žílu. Z levé síně krev teče do levé komory a do aorty. Poté je rozváděna do celého organismu plodu. Velká část krve je přiváděna karotickými artériemi do mozku, kde odevzdává kyslík a živiny. Zpět si nabere metabolické odpady a pokračuje vlnami do horní duté žíly. Krev je přes pravou síň transportována do pravé komory. Arteriálním duktem je z 85 % převáděna do descendentní aorty, hrudní a břišní aorty. Následně se vlévá do ilických tepen, které vedou odkysličenou krev do umbilikálních arterií a do

placenty. Zbylých 15 % odkysličené krve teče plícníci do plic, odkud je odváděna plícními žíly do levé síně.

## 1.2 Patofyziologie – hypoxie plodu

### 1.2.1 Buněčný metabolismus

Pro fetální tkáňové buňky představuje hlavní zdroj energie glukóza. Při tvorbě energie z glukózy vzniká konečný odpadní produkt oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ) a vodíkové ionty ( $\text{H}^+$ ). Následně pak z odpadních produktů vzniká nebezpečná kyselina uhličitá  $\text{H}_2\text{CO}_2$ , která působí na buňky toxicky. Pokud není rychle neutralizována a z těla odstraněna, může organismus poškodit.  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}^+$  jsou odkysličenou krví umbilikálními artériemi přiváděny do intravilózního prostoru placenty, kde jsou difundovány přes placentární membránu do krve matky.  $\text{CO}_2$  přechází přes membránu rychleji než ionty vodíkové. Podle Hájka a dalších dochází u plodu, který má omezený přísun kyslíku, k snižování saturace krve kyslíkem ( $\text{SpO}_2$ ). Odrazem je pak situace, při které se opět hromadí  $\text{CO}_2$  v krvi plodu. (Hájek, 2005a, s. 393-394)

Za předpokladu dobré funkce mateřské části placenty a dostatečné funkce fetálního oběhu, je plod schopen odevzdat do krve matky i velkou část odpadních produktů jeho metabolismu. Při poruše tohoto transportu dochází v těle plodu ke zvyšování  $\text{CO}_2$  v krvi, které pak působí na snižování pH krve. V důsledku snižování pH dochází k rozvoji respirační acidózy. Při prohloubení respirační acidózy metabolismus plodu přechází na anaerobní formu. Rozvíjí se metabolická acidóza. Zaznamenáváme zvýšené vyplavování laktátu a deficit bází (BE) v těle plodu. Metabolická acidóza je pro plod závažnějším stavem, neboť se tělo nedokáže tak snadno zbavovat laktátu, jak  $\text{CO}_2$  při respirační acidóze. Hloubka poklesu pH krve záleží na trvání a stupni probíhající hypoxie. Pokud nedojde k časným reakcím v organismu plodu, výše uvedené pochody mohou vyústit k nevratnému poškození organismu či dokonce k jeho smrti (Hájek 2005a, s. 394).

Peschout a Roztočil (2005, s. 405) uvádějí normální pH 7,25, prepatologické 7,2 – 7,24 a acidobazické označují hodnotou 7,19 (přesně tak to autoři zmiňují). Většina autorů uvádí rizikové pH pod 7,15. Dle Matuškové a Borke (2008, s. 353) pH 6,9 a menší je neslučitelné se životem.

### 1.2.2 Definice hypoxie

- Hypoxii plodu můžeme definovat podle Peschouta (2007, s. 143) jako stav omezení nebo zástavy výměny krevních plynů mezi tělem matky a tělem plodu.
- Hypoxie podle Měchurové (2007, s. 24) je definována jako stav přerušení dodávky kyslíku do tkání – hypoxémie, která se kombinuje s hyperkápni, hypoperfúzí - ischemií a metabolickou acidózou.

- Biolek a Zoban (2011, s. 44) hypoxii definují jako nepoměr nabídky a poptávky kyslíku pro buňky tkání, který je nezbytný pro zachování aerobního metabolismu.
- Calda a Víšková (2005, s. 383) pak definují hypoxii: Fetální hypoxie je kyslíkový nedostatek v tkáních, který vzniká z jakékoliv příčiny. Následně pak dochází k přechodu aerobního metabolismu na metabolismus anaerobní. V těle se tvoří více kyseliny než energie. Pokud nedojde k obnově přísunu kyslíku do tkání, plod umírá.

### 1.2.3 Stádia hypoxie

Podkapitola je sestavena z poznatků od Vernerera, Hájka, Hrubana a Janků. Dále pak od Peschouta, Doležala, Vlka a Chmela. Z důvodů stejných, pouze doplněných poznatků, byly informace dány do ucelenější, čtivější formy bez citací v textu. Citovány jsou až na konci podkapitoly.

Podle autorů je vývoj intrauterinní hypoxie plodu velmi dynamický proces. Rozděluje se do tří stádií. První stádium se nazývá hypoxémie, druhé hypoxie a třetí asfyxie. Během těchto stádií se organismus plodu snaží za pomoci svých adaptačních mechanismů o co nejlepší kompenzaci daného stavu. Jeho cílem je uchránit životně důležité orgány před trvalým poškozením.

- **První stádium – hypoxémie** je iniciální fáze deficitu kyslíku, kdy dochází k poklesu saturace krve kyslíkem v arteriální krvi plodu. V této fázi nedochází ještě ke vzniku metabolických změn. Organismus plodu není ohrožen poškozením. Stádium v sobě zahrnuje dobu bezprostředně po inzultu, který způsobil poruchu ve výměně plynů mezi matkou a plodem. Fetální odpověď závisí na aktivaci chemoreceptorů, které se aktivují právě sníženou saturací krve. Plod na tuto situaci reaguje kompenzačními mechanismy. Především dochází k omezení jeho fyzické a dechové aktivity a tím dochází k menší spotřebě kyslíku plodem. Při déletrvající hypoxémii se zpomaluje fetální růst. Tento stav plod může zvládat dny i týdny. Pokud se však dostane do stresové reakce, může se hypoxémie přehoupnout do akutní hypoxie.
- **Druhé stádium – hypoxie.** Tato fáze je už pro plod závažnější než předchozí stádium. Dochází k rapidnějšímu poklesu saturace kyslíku v arteriální krvi plodu. Tělo plodu k omezení pohybu přidává další obranné prostředky k zachování okysličení životně důležitých orgánů (srdce, mozek, nadledviny...). Do krve se začínají vyplavovat stresové hormony (především adrenalin), které způsobují centralizaci oběhu plodu. Centralizace se děje na úkor okysličení periférie. Krevní oběh plodu se zvyšuje 3-5x. Na periférii dochází k anaerobnímu metabolismu. Adrenalin způsobuje aktivaci beta receptorů, které se nacházejí na povrchu buněk. Receptory pak aktivují cyklickou AMP a enzymy fosforylázy.

Fosforyláza pak konvertuje glukogenolýzou glykogen na volnou glukózu. Tímto procesem dochází k anaerobnímu metabolismu s odpadním produktem laktát nebo-li kyselina mléčná. Vzniká tak k respirační acidóze i acidóza metabolická. Zásoby glykogenu se nachází v játrech, svalech, myokardu a v dalších tkáních plodu. Akutní hypoxii plod může kompenzovat pouze několik hodin od vzniku inzultu.

- **Třetí stádium – asfyxie** je fáze nejtěžší. Je zde zvýšené riziko selhání životně důležitých orgánů. Prohlubuje se anaerobní metabolismus. Během asfyxie dochází k maximální aktivaci sympatiku a k nadměrnému vyplavování stresových hormonů do krve plodu. Anaerobní metabolismus probíhá už i v centrálních orgánech plodu. Plod se snaží o kompenzaci nedostatku kyslíku zvýšením srdeční tepové frekvence a udržením centralizace oběhu. Asfyxie z větší části bývá stádium, při kterém dochází k nevratnému poškození organismu. V této fázi by měl být porod okamžitě ukončen. Pokud tak nenastane, život plodu spěje do finálního konce, kdy dochází k povolení centralizace oběhu, k poklesu srdeční frekvence a následně pak k zástavě srdce. Asfyxii plod dokáže kompenzovat jen pár minut (Verner, 2005, s. 14-18), (Hájek, 2005a, s. 393-394) a (Hájek, 2005b, s. 168-169), (Hruban a Janků, 2008, s. 13-14), (Hruban a Janků, 2005, s. 11-12), (Janků, 2007, s.12-13), (Peschout, 2007, s.143), (Doležal, Vlk a Chmel, 2007, s. 18).

#### 1.2.4 Příčiny hypoxie

Dle Hájka (2005a, s. 395), Roztočila a Peschouta (2008, s. 262) se příčiny vzniku intrapartální hypoxie rozdělují podle původu vzniku komplikace do tří velkých skupin. První skupina zahrnuje příčiny ze strany matky, druhá ze strany placenty a třetí ze strany pupečníku. Hájek ještě doplňuje příčiny ze strany plodu. Měchurová (2007, s. 25) se s výše zmíněnými autory zcela shoduje.

- **Ze strany matky** – stavy spojené s poraněním dělohy či stavy spojené s alterací vědomí matky nebo stavy s poruchou dýchání matky (kóma, šok, vážné anémie, srdeční selhání, hypotenzní syndrom při poloze na zádech, zvýšený nitroděložní tlak při polyhydramniu, patologická děložní činnost, hypertonus děložní, ruptura dělohy nebo poruchy placenty za porodu).
- **Ze strany placenty** – stavy spojené se sníženým fetoplacentárním průtokem, (špatná invaze trofoblastu do spirálních artérií placenty, placentární infarkt, placenta praevia, abrubce placenty nebo ruptura vasa praevia).
- **Ze strany pupečníku** – stavy spojené s kompresí či strangulací pupečníku (prolaps, trombóza pupečníku, dotažení pravého uzlu či těsné omotání pupečníku kolem části plodu).

- **Příčiny ze strany plodu** – vrozené srdeční vady (málo působí na srdeční selhání plodu v děloze), tachyarytmie, anémie na podkladě hemolýzy při Rh izoimunizaci. Měchurová ještě doplňují infekci plodu.

Předchozí dělení příčin hypoxie doplňuje Calda a Víšková (2005, s. 383) o konkrétní druhy hypoxie:

- **Hypoxemická hypoxie** - omezený přísun mateřské krve do placenty, následkem je pak snížená saturace arteriální krve plodu kyslíkem.
- **Anemická hypoxie** - snížení obsahu kyslíku v arteriální krvi plodu jako důsledek anémie plodu.
- **Ischemická hypoxie** - snížení až omezení okysličené krve k fetálním tkáním.

### 1.2.5 Formy hypoxie

- **Akutní hypoxie**

K akutní hypoxii dochází náhle. Vzniká z příčin ze strany matky (šokové stavy atd.), placenty (abruptce placenty atd.) či z příčin pupečníku (strangulace atd).

Podle Roztočila může vznikat v důsledku jedné etiologie nebo naopak z etiologií multifaktoriálního původu. Klinicky se projeví alterací ozev se změnou frekvence ozev plodu ve smyslu počáteční tachykardie s přechodem do bradykardie.

- **Chronická hypoxie**

Chronická hypoxie vzniká naopak pomalu a plíživě. Bývá často projevem placentární insuficience v důsledku mateřských příčin (preeklapsie, hypertenze) nebo z příčin ze strany plodu (Rh imunizace, twin to twin transfusion, fetomaternální transfuze atd.)

Roztočil a Peschout uvádí, že hypoxický plod hůře odolává hypoxickému inzultu než plod fyziologický. Stačí i malé snížení kyslíkové dodávky k plodu, odrazem je pak rapidní pokles jeho saturace krve. Chronická hypoxie se tak dokáže velmi lehce přehoupnout do akutní formy.

Klinicky se projevuje inrauterinní růstovou retardací (IUGR), oligohydramniem či odchodem mekonia – tento příznak hypoxie nemusí být typický, neboť mekonium může odejít i u plodu nezatíženým tímto patologickým stavem (Měchurová, 2007, s. 25), (Roztočil a Peschout, 2008, s. 263-264), (Calda a Víšková, 2005, s. 383).

### 1.2.6 Kritéria diagnostiky

Základní kritéria diagnostiky hypoxie plodu:

- prokázaná metabolická acidóza (pH 7,0 a BEa 12 mmol/l – odběr z arterie umbilikalís ihned po porodu plodu)

- prokázaný časný začátek střední nebo těžké perinatální encefalopatie u donošených dětí
- prokázaná dětská mozková obrna (DMO) – typ: spastická nebo dyskinetická kvadruplegie

Tyto základní tři kritéria jsou pokládány za příčinu mozkové parézy. Vráblik et al. předkládá další kritéria intrapartální diagnostiky hypoxie, která však při dílčí diagnostice nejsou příliš specifická. Abychom mohli hypoxii označit jako intrapartální, musí být k výše popsaným kritériím splněna i všechna níže uvedená kritéria:

- náhlé a neočekávané zhoršení KTG 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 (Vráblik et al., 2003, s. 20)

### 1.2.7 Léčba hypoxie

Podle Hájka (2005a, s. 396-397) jsou možnosti léčby hypoxie plodu velmi omezené. Nečastější je podle něj jedinou možností porodníka porodit hypoxický plod. Dále uvádí, že porodníci mívají mnohdy velké dilema v otázce ukončení nedonošených hypoxických gravidit. Porod se obvykle ukončuje plánovaným císařským řezem. Pokud při porodu nastane akutní hypoxie, je akutní císařský řez mnohdy jediným řešením. Porod lze ukončit i vaginální cestou, ale musí být zároveň splněny i všechny podmínky pro ukončení porodu touto cestou. Takový porod pak ukončujeme extrakcí porodnickými kleštěmi. Vákuový extraktor - VEX se nedoporučuje, neboť by mohlo dojít v případě rozvinutého hypoxického stavu k časnému hypoxickému intrakraniálnímu krvácení.

V některých méně závažných situacích lze podle Hájka (2005a, s. 396-397) využít polohování matky, parciální tokolýzu při hyperaktivitě dělohy nebo podání matce kyslíkovou masku se 100 % kyslíkem. Tyto možnosti mají však omezený účinek. Roztočil (2008, s. 264) doplňuje ještě léčebnou úpravu hypotenze u matky, která podstoupila epidurální analgezi. Dále pak použití amnioinfuze, v našich podmínkách se však neuplatňuje.

Neonatologové pak po porodu zajišťují hypoxického novorozence podáním 100 % kyslíku. Snaží se rovněž o zkorigování metabolické acidózy infuzemi bikarbonátu. Při respirační acidóze se novorozenec může dýcháním sám zbavit přebytečného CO<sub>2</sub>. Perinatální výsledky se podle Roztočila (2008, s. 264) a Hájka (2005a, s. 396-397) odvíjejí od dokonalé spolupráce neonatologa s porodníkem.

## 2 HISTORIE MONITOROVÁNÍ PLODU

Kapitola Historie monitorování plodu je poskládána z informací od Štembery, Roztočila, Biringera, Janků a Peschouta. Nejvíce se o historii monitorování zmiňuje Štembera, proto se jeho vědecký článek Historický vývoj diagnostiky hypoxie plodu stal nejvíce stěžejním materiálem pro vypracování této kapitoly. Ostatní autoři Štemberu pouze doplňují, jen v málo faktech se rozcházejí.

Dle Roztočila (2010, s. 35) byla do začátku 19. století dutina děložní s vyvíjejícím plodem terra inkognita. Těhotenství bylo obeháno mlhavými představami o vyvíjejícím se plodu. Cílem a hlavní prioritou porodu bylo udržet při životě matku, porod živého dítěte byl odsunut na vedlejší kolej.

Podle Peschouta (2007, s. 142-143) se vždy porodníci snažili za pomoci nejrůznějších metod co nejlépe zaznamenat stav plodu in utero. V průběhu času se metody monitorování stále více zdokonalovaly až došly do dnešní podoby s využitím nejmodernějších počítačových technologií.

Roztočil (2010, s. 35-36) uvádí objevení vztahů mezi pohyby plodu a akceleracemi jeho srdeční akce, a vztahů mezi tachykardií matky při horečce a tachykardií plodu. Byla zjištěna také souvislost mezi náhlým poklesem krevního tlaku matky a bradykardií plodu. Naopak nebyl prokázán vztah mezi zvýšenou námahou či změnou psychického stavu matky a změnou srdeční akce plodu. Zlomovým objevem bylo objevení přítomnosti ozev plodu po bezprostřední smrti matky.

Kromě vztahů byl zjištěn důležitý diagnostický jev – při poklesu frekvence srdečních ozev plodu dochází k porodu hypoxického novorozence. V polovině 19. století prokázal DePaul základní rozdíl mezi srdeční akcí plodu a matky. Došel k závěru, že dospělé srdce reaguje na hypoxii tachykardií, zatímco srdce plodu bradykardií (Roztočil, 2010, s. 36).

### 2.1 Ozvy plodu

Zlomovým rokem v historii porodnictví je podle Peschouta a Štembery rok 1650, kdy Legoust poprvé popsal ozvy plodu in utero, ovšem bez znalosti využití tohoto diagnostického jevu. Nicméně první spolehlivý údaj o existenci ozev plodu uvádí Štembera s Beringerem až z roku 1818. V tomto roce ženevský lékař Mayor zaznamenal při přiložení ucha k břichu matky, že lze zároveň slyšet i tlukot srdce plodu. O 3 roky později v roce 1821 oba autoři zmiňují, že Alexandre Le Jumeau učinil první veřejnou auskultaci ozev plodu. Le Jumeau se podle nich zároveň poprvé zmínil o využití tohoto diagnostického jevu v praxi. Le Jumeau dále ve svých pracích popisuje bradykardii plodu jako příznak vážného ohrožení plodu. Podobné úvahy o bradykardii se od roku 1876 uvádí i v odborné české literatuře (Štembera, 2005, s. 328-329), (Roztočil, 2010, s. 35-36), (Biringera, 2011a, s. 223), (Peschout, 2007, s. 142-143).



Historicky se podle Biringera nepřipisuje metoda auskultace Legoustovi, Le Jumeau ani Mayorovi, který ozvy poslechl sice jako první, ale čtvrté osobě - Renému Theophile Laennecovi, jež žil v letech (1781-1826) (Biringer, 2011a, s. 223).

Laennec prováděl poslech plodu přiložením vlastního stetoskopu, který vynalezl v roce 1816, k břichu matky. Podle Janků (2007, s. 9) byl v roce 1876 stetoskop ještě upraven francouzským porodníkem Adolphem Pinardem do formy tubusu, který umožňoval lepší poslouchání ozev plodu.

Od roku 1847 publikoval své poznatky o auskultaci ozev plodu DePaul. Změny rychlosti a nepravidelnosti ozev plodu označil za možné ohrožení. V roce 1876 poukazuje Čížek na riziko nepravidelnosti ozev. Ozvy označil jako silné, slabší, nepravidelné a váhavé. Následně v roce 1893 von Wickel stanovil hraniční mez ozev - pod 120 a nad 160 tepů za minutu. V roce 1941 Stander uvádí, že by význam ozev plodu neměl být přeceňován, neboť se mnohdy mezi kontrakcemi vrací ozvy zcela k normálu. Označil jako rizikovější na době trvání nezávislý pomalejší puls plodu pod 100 tepů, jež ukazuje snížení kompenzačních mechanismů plodu, které může mít v blízké době za následek smrt plodu. Doporučil v těchto situacích uchýlit se k akutnímu císařskému řezu. Jako první známku asfyxie plodu zmiňuje náhlý vzestup rychlosti ozev ze 160 na 200 tepů za minutu (Štembera, 2005, s. 328-329).

V roce 1909 Rubeška v knize Porodnictví pro lékaře popsal čtyři hlavní varovné signály asfyxie plodu – rychle rostoucí poporodní nádor, alterace ozev ve smyslu tachy – bradykardie či arytmie, zkalená plodová voda, živé pohyby plodu. Podrobnější studie o diagnóze hypoxie plodu se uskutečňovaly až v druhé polovině 20. století. V letech mezi 1953 – 1956 pod vedením Ústavu pro péči o matku a dítě v Praze – Podolí byly učiněny tyto závěry:

- Za fyziologických podmínek ozvy plodu kolísají v rozmezí 20 tepů za minutu.
- Předpoklad ohrožení plodu v I. době porodní je kolísání ozev více jak 20 tepů za minutu (opakovaná nebo trvalá bradykardie či tachykardie).
- K těmto změnám může docházet při vstupním fenoménu při vstupování hlavičky do porodních cest či při podání Oxytocinu na posílení kontrakcí.
- Příznakem ohrožení plodu je též záchvatovitá bradykardie, tachykardie nebo proměnnost ozev.
- Poruchy ozev v I. době porodní jsou závažnější než poruchy ozev v době II. porodní

Kombinace poruch ozev při současné zkalené vodě je závažnější stav (Štembera, 2005, s. 329-330).

## 2.2 Zkalená voda

Zkalená voda byla popisována dle Štembery (2005, s. 330-331) jako riziková už v nejstarších porodnických knihách. Význam zkalené plodové vody mekoniem popsal Čížek již v roce 1876. Označil ji za riziko hypoxie plodu, avšak ještě neznal její původ. Až teprve ve 2. polovině 20. století se začala hledat přesná souvislost s hypoxií plodu. Zkalená plodová voda byla do té doby zjišťována až po odtoku plodové vody. Teprve v roce 1962 přišel Sahling na diagnostickou metodu zvanou amnioskopie, která i v dnešní době umožňuje prohlédnout čirost plodové vody ještě před protržením plodových obalů.

## 2.3 Pohyby plodu

Nadměrné pohyby či naopak malé pohyby plodu v děloze jako příznak ohrožení plodu byly rovněž podle Štembery (2005, s. 332) popisovány už v dávné minulosti. Větší pozornost pohybům jako diagnostickému prvku je podle něj připisována od 80. let 20. století. Bylo dokázáno, že čím je plod gestačně mladší, tím jsou jeho pohyby četnější a naopak. Dále pak bylo zjištěno, že četnost pohybů v průběhu dne kolísá a nedostatek pohybů souvisí s chronickou hypoxií plodu. První objektivní hodnocení pohybů plodu bylo umožněno, až po rozvoji ultrazvukové technologie. Této problematice se věnoval Reinold začátkem 70. let 20. století, který jako první zaregistroval pohyby embrya a to v osmém gestačním týdnu. K vlastnímu zápisu pohybu došlo až v 90. letech, kdy byl v Japonsku vyvinut aktograf, který za pomoci dvou sond snímal pohyby plodu z břišní stěny matky. Tímto byl diferencován stav plodu na odpočinkový, aktivní a stav se zvýšenou aktivitou plodu.

## 2.4 Přístroje k monitorování plodu

První pokusy o zachycení mechanické registrace ozev plodu podle Peschouta (2007, s. 143), Roztočila (2010, s. 36-37) a Štembery (2005, s. 332) učinil Pestalozzi. V roce 1891 se mu je poprvé podařilo mechanicky zaznamenat. Na těchto pokusech byl poté vynalezen první elektrokardiograf. Za jehož vynálezce je považován Cremer. První elektrokardiograf představil v roce 1906. Podle Roztočila byl první kardiograf vynalezen již o rok dříve, neboť tvrdí, že první kardiogram byl natočen v roce 1905. Do roku 1953 byla kardiokografie čas od času používaná metoda. V následujících letech došlo k revolučnímu oživení metody a k následné éře kardiografie.

Roztočil (2010, s. 35-36) uvádí důležitou činnost tří výzkumných týmů zabývajících se snímáním přímé srdeční akce plodu. Jejich zlomové výsledky, závěry a možnosti byly prezentovány v roce 1956 na konferenci v New Yorku s názvem Fetální elektrografie. Roztočil dále hodnotí zlomové roky 1955 a 1956. V těchto letech vznikly kompletní záznamy EKG křivky včetně vln P a T. Záznamy byly získávány v průběhu porodu za pomoci intrauterinních elektrod, které byly zavedené přes cervikální kanál k plodu. Dále

byly činěny důležité kroky k objasnění vztahu mezi fetálním EKG, naléháním plodu a morfologii QRS komplexu nebo jeho snímáním přes stěnu břišní.

Ke zvratu ve vývoji kardiografie došlo až díky studiím Honových a Caldeyro-Barciových z 50. let 20. století (Štembera, 2005, s. 332). V roce 1958 poprvé Hon představil princip elektrického kontinuálního sledování plodu - KTG, čímž započal éru kardiografie (Biringer, 2011a, s. 223). Na hlavičku plodu Hon a Caldeyro Bardia připevnili elektrody na zaznamenávání EKG plodu a do dělohy vsunuli speciální katétr pro současné snímání intrauterinního tlaku. Z výsledků tohoto monitorování bylo možné popsat časové vztahy mezi zvýšením nitroděložního tlaku a srdeční akcí plodu. Ty pak byly Honem popsány jako decelerace časné, pozdní a variabilní. Caldeyro Barcia je následně popsal jako deceleratio intra partu (DIP I. a II. – časné, pozdní). Později byly doplněny DIP 0 – variabilní (Roztočil, 2010, s. 36-37).

Elektrokardiografie zaznamenávala nejen ozvy, ale i pohyby plodu. Závažnost špatného KTG byla dávana do stejné roviny, jako nízká acidobazická rovnováha plodu či neuspokojivé výsledky hodnocení novorozence dle Apgarové (Štembera, 2005, s. 333).

Od poloviny 90. let se kromě kardiokografů dostávaly na trh i nové přístroje na zjišťování hypoxie plodu (ST analyzátor - STAN a pulzní oxymetr - IFPO) (Peschout, 2007, s. 143). Přístroje jsou podrobně zpracovány v kapitole 3. Monitorování plodu v současnosti.

## 2.5 Skórovací systémy

Hon rozdělil čtyři základní kritéria hodnocení KTG záznamu (bazální frekvence, oscilace, decelerace, akcelerace). Ty pak byla následně ještě rozdělena do jednotlivých podskupin (Štembera, 2005, s. 336-337).

Na přelomu 70. let byly vypracovány různé skórovací systémy pro hodnocení KTG záznamu. Nejznámější jsou systémy od Hammachera, Tiptona, Schifrina, Jamese a Maedy, pro antepartální pak skórování podle Fischera. Efektivita skórování nesplňovala očekávání včasné diagnostiky hypoxie. Mnozí lékaři se ve svých názorech rozcházel, proto v roce 1987 byla založená odborná světová společnost *Computers in the Care of the Mother, Fetus and Newborn*. Na svém druhém sympoziu v roce 1989 v Kyotu bylo jednáno o jednotném hodnocení KTG záznamu. Po konzultaci s WHO a FIGO bylo doporučeno dělit základní hodnocení KTG záznamu na fyziologické, suspektní a patologické (Štembera, 2005, s. 336-337).

V České republice byl podle Štembery nejvíce používaný skórovací systém pro hodnocení intrapartálního záznamu systém podle Jamese. Kritériem pro posouzení správné diagnózy hypoxie byla hodnota acidobazické rovnováhy plodu, která byla zjištěna po odběru arteriální pupečnickové krve po porodu. Při vstupním KTG byla v 89,9 % zjištěna správná predikce zdravého plodu, avšak při predikci hypoxie bylo správně

KTG zhodnoceno jen ve 29 %. V průběhu I. doby porodní se procento správného zhodnocení vyšplhalo na 35 %, zbylá procenta byla chybně pozitivní. Proto k diferenciaci hypoxie byla v roce 1962 přidělena další diagnostická metoda – *Astrup* čili *Sahlingova metoda* mikroodběru krve ze skalpu hlavičky pro stanovení pH krve plodu. Astrup zdravotníky informuje o případné acidóze plodu. V hodnocení závažnosti změn KTG záznamu, jako bradykardie či tachykardie, docházelo u většiny autorů ke shodě. K rozdílným názorům docházelo při vyhodnocování méně závažných změn (akcelerace, časná decelerace) (Štembera, 2005, s. 336-337).

## 2.6 Zátěžové testy

Původně dle Štembery (2005, s. 337-338) byla fetální kardiokografie primárně používaná jako diagnostická metoda k zjištění akutní hypoxie plodu při porodu. V průběhu let bylo zjištěno, že ji lze velmi dobře uplatnit i v diagnóze chronické hypoxie plodu po zatížení matky zátěžovým testem.

Štembera (2005, s. 337-338) informuje, že Honovy studie z 50. a 60. let se zabývaly i vlivem tělesné zátěže matky na fetomaternální cirkulaci. Důležitá souvislost mezi těmito jevy byla odhalena Ústavem pro matku a dítě Praha - Podolí a brněnskou klinikou. U zdravého plodu dochází po námaze ke krátkodobé tachykardii, avšak u plodu, který trpí chronickým distresem, je stav opačný. U takto chronicky hypoxického plodu je zaznamenávána krátkodobá bradykardie. Test byl následně označen jako *Step test*.

V roce 1963 byl vyvinut *atropinový test*. Bylo zjištěno, že po aplikaci atropinu matce dochází do 15 minut u zdravého plodu ke krátkodobé tachykardii. Zatímco u ohroženého plodu dochází k tachykardii až po více než 15-ti minutám nebo k ní nedochází vůbec.

Další důležité vyšetření plodu poskytuje tzv. *Smythův (oxytocinový) zátěžový test*. Nejprve se používal u potermínových gravidit, kdy se matce aplikovalo pár jednotek oxytocinu na vyvolání kontrakcí dělohy. Tímto testem byla zjištěna připravenost dělohy k porodu. Až v roce 1969 bylo při monitorování plodu za pomoci KTG zjištěno, že u ohroženého plodu se při kontrakci zhoršuje i záznam jeho srdečních ozev (Štembera, 2005, s. 337-338).

V českých podmínkách byl pět let před publikováním zahraničních zátěžových testů používán tzv. *kyslíkový zátěžový test*, který spočíval v inhalaci kyslíku matkou. Po jeho vysazení se frekvence ozev plodu neměnila, docházelo pouze ke krátkodobému snížení saturace kyslíku v krvi plodu před zahájením kyslíkového testu. Na tuto změnu reagoval ohrožený plod přechodnou bradykardií. Účinnost tohoto testu byla potvrzena i v jiných zemích světa (Štembera, 2005, s. 337-338).

## 2.7 Další metody diagnostiky hypoxie

Štembera (2005, s. 338-339) představuje i ostatní metody zajišťující rozpoznání ohrožení plodu jak prenatalně, tak intrapartálně. Metody se rozdělují do tří diagnostických skupin. První skupinou jsou metody biochemické, druhá skupina využívá pokroky zdravotnické techniky a třetí skupina je kombinací obou předchozích.

### 2.7.1 Biochemické metody

Biochemické metody lze dále rozdělit do dvou podskupin. První podskupina vychází z hormonální funkce fetoplacentární jednotky, která mimo jiné produkuje hormon zvaný estriol, jehož nárůst se hodnotí z moče matky. Méně závažné je sledování hodnoty hormonu HPL a TSAF.

Druhá podskupina se zabývá sledováním tíže anaerobního metabolismu, jako důsledku hypoxie plodu, projevující se snížením pH krve plodu. Na tuto Sahlingovu metodu nazvanou Astrup ze sklapu hlavičky, jež je popsána výše, se vyskytla řada námitek:

- zkreslení výsledků v důsledku omezení cirkulace krve v naléhající části plodu (skalpu) s následnou tvorbou otoku dané části
- provedení opakovaného odběru až po určité době
- riziko poporodního krvácení v důsledku incize, následně pak riziko infekce v oblasti rány
- zjištění pH jen v konkrétní době porodu

### 2.7.2 Metody využívající pokroky ve zdravotnické technice

Tuto skupinu metod lze rovněž dále rozdělit do dvou podskupin. První podskupina používá od 60. let dopplerovský ultrazvukový princip, který informuje o průtoku krve v plodu či pupečníku. Tato metoda odhaluje chronickou hypoxii plodu ještě před změnou KTG záznamu. Druhá podskupina diagnostických metod se zaměřuje na změny EEG u hypoxického plodu.

### 2.7.3 Kombinované metody

Jedna z kombinovaných metod, které kromě biochemických metod využívají i pokrok ve zdravotnické technice, byla vytvořena manželi Huchovými. Skládala se z kontinuální monitorace  $pO_2$  a pH krve ze skalpu pomocí elektrody. K většímu rozšíření této metody nedošlo, neboť docházelo k zalamování skleněných elektrod ve skalpu.

Většina těchto metod byla využívána i v České republice, především hodnocení hladiny *estradiolu*. Dopplerovská ultrazvuková technologie se k nám dostala s desetiletým zpožděním. Sahlingova metoda byla v ČSSR do praxe zavedena velmi rychle, avšak z výše uvedených důvodů se zde příliš neujala.

## 2.8 Mezinárodní doporučení monitorace plodu

Z iniciativy EU schválené v 80. letech bylo stanoveno doporučení, jež dělí metody monitorace plodu do dvou základních skupin. Tato směrnice z iniciativy EU je dodnes stále platná.

### Metody intrapartální:

- *vstupní amnioskopie* – vstupní screening určený pro všechny rodičky bez odtoké plodové vody.
- *vstupní zevní kardiokografie* – plošný screening určený všem rodičkám. Záznam se natáčí minimálně 20 minut. Při fyziologickém nálezů je nutné metodu opakovat každé 2 hodiny, u suspektního nálezů minimálně co 1 hodinu. Lépe je zavést při suspektním nebo patologickém KTG záznamu kontinuální monitorování.

### Metody antepartální:

- *Nestresový test (NST)*- selektivní test zejména pro riziková těhotenství, při pozitivním záznamu na něj navazuje zátěžový *oxytocinový test*. Nestresový test se běžně natáčí od ukončeného 36. týdne gestace v gynekologických porodnách. (Štembera, 2005, s. 339-341).

Dříve používané testy jako atropinový, kyslíkový, step test, těhotenská cytologie a další ztratily na svém významu. „Zlatým diagnostickým standardem“ diagnostiky hypoxie představuje KTG (Štembera, 2005, s. 341).

Takto prováděné screenigy a následné diagnostické metody na zjištění hypoxie plodu přispěly k celostátnímu snižování perinatální úmrtnosti. V roce 1976 činila úmrtnost 12,7 ‰, v roce 2000 se udržovala těsně nad hranicí 4 ‰, z toho 2 ‰ zavinila špatná diagnostika hypoxie plodu, především antepartální (porodnice.cz).

### 3 MONITOROVÁNÍ PLODU V SOUČASNOSTI

V současné době podle Roztočila (2008, s. 76) existuje ve všech vyspělých státech světa systém, který zajišťuje včasnou detekci vzniku hypoxie v průběhu těhotenství a porodu. Diagnostických metod je mnoho. Nicméně žádná z nich není zcela ideální. Kombinací níže popsaných metod je možno docílit maximální zpřesnění diagnostiky intrapartální hypoxie.

K prenatální diagnostice zejména chronické hypoxie se dle Hájka (2005a, 395-397) nejvíce využívá *dopplerovská velocimetrie*. Metoda informuje o průtoku krve v pupečnickových cévách a v arterii cerebri media. Ultrazvuková diagnostika může rovněž odhalit omezení pohybu plodu a jeho snížený svalový tonus.

Roztočil (2008, s. 76) uvádí základní dva způsoby elektrického monitorování plodu (EFM). První způsob je *prepartální*, v tomto případě se plod sleduje KTG sondou zevně přes břišní stěnu matky. Druhý způsob je *intrapartální*, kdy je plod zaznamenán sondou, která je zavedena po odteklé vodě a při dostatečně prostupném hrdle na skalp či hýždi plodu. Tento způsob monitorování je umožněn díky metodě ST analýzy (kapitola 3.3 ST analýza fetálního elektrokardiogramu (STAN)).

Peschout (2007, s. 142-143) ve své práci dělí monitorování stejně, jenom s jinými názvy – monitorace *přímá* a *nepřímá*. V běžné klinické praxi při nekomplikovaném porodu zcela dostačuje zevní nepřímá monitorace. Dle Hájka (2005b, s. 168) patří elektrické monitorování plodu v průběhu porodu k základním postupům současného porodnictví.

Bailey (2010, s. 30) předkládá základní metodu sledování plodu in utero. Jedná se o *strukturovanou intermitentní auskultaci*. Poslech ozev se provádí pomocí stetoskopu, UDOPu (uterinní detekce ozev plodu) či KTG. UDOP a KTG stanovují bazální srdeční frekvenci plodu (FHR) samy. Peschout (2007, s. 143) uvádí důležitý postřeh. Podle něho v dnešní době dokáže poslouchat ozvy pomocí stetoskopu pouze malá část zdravotnického personálu, což je alarmující. Neboť tento starý nástroj pracuje bez použití elektrické energie a je tak možno stanovit ozvy plodu kdekoliv a kdykoliv. Tuto výhodu výše uvedené přístroje nemají.

Intermitentní auskultace by měla probíhat v předem definovaných časových intervalech. Metoda je při screeningu hypoxie plodu zcela ekvivalentní s EFM u pacientek s nízkým rizikem. Bezpečnost metody závisí na počtu porodních asistentek, které se o rodičku starají a na stanoveném postupu monitorování (Bailey, 2010, s. 30).

*Kontinuální EFM* se zaznamenává pomocí KTG, v případě suspektního záznamu se plod monitoruje podrobněji s připojením *ST analýzy* nebo *pulzní oxymetrie*. Tento postup by měl být použit v případech abnormálního nálezu při intermitentní auskultaci a při rizikovém porodu (Bailey, 2010, s. 30). Patologický stav plodu nejdříve označí KTG, poté IFPO a na závěr o stavu informuje ST analýza (Hájek, 2006, s. 263 – 267).

Kontinuální elektronické monitorování plodu podle Janků prokázalo význam pouze při sledování rizikových gravidit. Při monitorování gravidit s nízkým rizikem se zvyšuje pravděpodobnost zbytečných intervencí. Vstupní monitorování EFM by tak nemělo být použito k určení monitorovací metody v průběhu porodu (Hruban a Janků, 2008, s. 13).

Se zavedením kontinuálního EFM vyvstaly podle Baileyho (2010, s. 30), Lockwooda (2007, s. 10) a dalších následující problémy: zvýšil se počet císařských řezů a operačně vedených vaginálních porodů. Incidence mozkové obrny ani počet úmrtí novorozenců se však nesnížila. S tímto faktem však Dókuš (2010, s. 97) nesouhlasí. Jediným prokazatelným přínosem EFM je podle Baileyho a jiných pouze pokles novorozeneckých posthypoxických křečí. Dókuš a Hájek (2006, s. 263-267) s tvrzením o zvyšování operativních porodů souhlasí, ale pouze za okolnosti, že je porod monitorován pouze KTG. Podle nich mnoho předchozích prací prokazuje pravý opak. Díky použití kombinace KTG a STAN došlo až v 50 % ke snížení intrapartální metabolické acidózy a rovněž došlo v 48 % ke snížení frekvence císařských řezů.

Výhodou *intermitentní auskultace* oproti *kontinuální EFM* je neomezenost pohybu rodiček, lepší kontakt rodičky s partnerem či porodní asistentkou. Z důvodu možného soudního napadení se v České republice i ve světě častěji využívá kontinuální monitorace než intermitentní auskultace (Bailey, 2010, s. 30).

V dnešní době je ve většině porodnic samozřejmostí analýza pH, krevních plynů a exces bází (BE) z fetální krve získané z umbilikální artérie. Analýza umožňuje ošetření novorozence a stanovení jeho následné prognózy. Apgar skóre se sedmi a méně body 5 minut po narození bývá častou známkou proběhlé fetální hypoxie, i když tomu Astrup krve z pupečníku někdy neodpovídá (Hájek, 2005, str. 395-397).

### **3.1 Kardiotokografie (KTG)**

KTG je podle Peschouta (2007, s. 143-144) rutinní metodou první linie k detekování hrozící hypoxie plodu, která funguje na dopplerovském principu. Srdeční akce je hodnocena společně s pohyby plodu a činnosti dělohy. Výsledek kardiotokografu je záznam zvaný kardiotokogram.

Peschout, Kacerovský (2008, s. 234-236) a další považují metodu v diagnostice hypoxie plodu za vysoce senzitivní, ale zároveň ji hodnotí jako metodu s nízkou specificitou, tzn. že KTG dokáže odhalit mnoho patologických stavů, ale zároveň označí za patologické i stavy, které tak vůbec nejsou s důsledky zbytečné intervence. Podle Kacerovského senzitivita k acidóze plodu se pohybuje kolem 93 %, specificita kolem 29 %.

Výhoda kardiotokografie se projevila ve značném poklesu perinatální morbidity a mortality. Tato metoda dokáže, jak už bylo uvedeno výše, nejdříve informovat o případné hypoxii plodu. Možnost kontinuálního záznamu ozev plodu umožňuje hodnocení oscilací křivky v libovolném časovém úseku. KTG záznam je zároveň



stěžejní obhajobou při možných soudní sporech. Naopak kardiokografie neprokázala větší diagnostickou hodnotu oproti sledování stavu plodu stetoskopem, především u fyziologických gravidit a porodů (Roztočil, 2010, s. 36). Díky KTG dle Kacerovského (2008, s. 234 – 236) a jiných došlo k vzestupu počtu porodů ukončených operativním způsobem z důvodu falešné pozitivivity probíhající hypoxie plodu. Hájek (2006, s. 263-267) uvádí až 48 % případů, kdy došlo k neindikované intervenci v podobě operativního porodu či císařského řezu.

Hájek (2005b, s. 168) uvádí, že KTG je metodou, která sice nejlépe dokáže zachytit počínající hypoxii plodu, nicméně však není metodou, která by také dokázala informovat o stupni probíhající hypoxie. Tyto informace dokážou poskytnout nové, technicky vyspělejší metody - *fetální pulzní oxymetrie* (IFPO, IFPO<sub>2</sub>) a *ST analýza fetálního EKG* pomocí moderního přístroje STAN S 21. Dle Měchurové (2007, s. 42) a dalších zůstává nadále kardiokografie i po zavedení těchto nových diagnostických metod „zlatým standardem“ v diagnostice hypoxie plodu. V současnosti již neexistuje žádné pracoviště v České republice, které by nepoužívalo kardiokografii.

### 3.1.1 DR C BRAVADO

Dle vědeckého článku od Baileyho (2010, s. 30-31) nebyl do roku 2008 postup hodnocení fetálního záznamu zcela jednotný. V roce na workshopu **NICHD** (*National Institute of Child Health and Human Development*) vznikl koncept o vyhodnocování základního srdečního rytmu, variability a interpretace periodických změn. V tomto novém konceptu byla navržena pomůcka **DR C BRAVADO** (**D**etermine **R**isk, **C**ontraction, **B**aseline **R**ate, **V**ariability, **A**cceleration, **D**eceleration, **O**verall assesment), která zaručuje systematickou interpretaci monitorace plodu při kontinuálním EFM a zároveň zahrnuje možná rizika pro matku a plod. S pomůckou seznamuje Bailey, určité termíny jsou doplněny Peschoutem (2007, s. 124-145), Roztočilem (2008, s. 76-79) a Kudelou (2008, s. 162).

#### 1. Determine Risk (DR) - určení rizika

Riziko podle Baileyho (2010, s. 30-31) může být nízké, střední nebo vysoké. Klinické riziko plodu je vyhodnoceno u každého plodu společně s interpretací EFM. Větší životní rezervy má plod s nízkým rizikem než plod s vysokým rizikem (intrauterinní růstová retardace nebo exponování uteroplacentární insuficience při preeklamsii). V případě zvýšeného rizika by měl být plod v průběhu porodu monitorován kontinuálně.

## 2. Contraction (C) - kontrakce

Pro přesnou interpretaci decelerací FRH je nutné je interpretovat spolu s hodnotami tlaku při kontrakci. Normální počet kontrakcí dle Baileyho je menší nebo roven 5-ti kontrakcím za 10 minut. Nad 5 kontrakcí za 10 minut jsou kontrakce nezývány jako tachysystolické. Kontrakce je nutno zprůměrovat intervalem 30-ti minut.

Kontrakce nemusí být zevním snímačem vždy přesně změřeny. V těchto případech je vhodné použít vnitřní snímač IUPC (intrauterinní katétr) (Bailey, 2010, s. 30-31).

## 3. BRA, V, A, D

Podle Baileyho (2010, s. 30-31), Peschouta (2007, s. 143-144) a mnoha dalších se na KTG záznamu hodnotí tři jevy – dlouhodobé, střednědobé a krátkodobé.

Dle Roztočila (2008, s. 76) je minimální doba záznamu na interpretaci těchto jevů 20 minut.

### **Dlouhodobé – Baseline Rate (BRA) - bazální srdeční frekvence**

Je dle Baileyho (2010, s. 31) dána střední úroveň ozev plodu trvajících minimálně 10 minut. Roztočil ještě doplňuje, že by se měla hodnotit v období bez přítomností kontrakcí. Dle NICHD se pohybuje v rozmezí 110-160 tepů/min. (normokardie). Pulz nižší než 110 tepů/min. je brán jako bradykardie (mírná bradykardie 110-100 tepů/min.), která je spojována s okcipitální polohou plodu a s přenášením. Pulz pod 100 tepů/min. signalizuje VVV srdce. Pulz nad 160 tepů/min. je označován jako tachykardie a bývá dáván do souvislosti s chorioamnionitidou, dehydratací, horečkou a tachyarytmií matky (Bailey, 2010, s. 31). Roztočil uvádí bazální srdeční frekvenci u termínové gravidity v rozmezí 110-150, nad 150 úderů za minutu už označuje jako tachykardie. Plody gestačně mladší mají tepovou frekvenci vyšší.

### **Střednědobé – Acceleration (A) - akcelerace, Deceleration (D) – decelerace**

Akcelerací dle Peschouta (2007, s. 144), Roztočila (2008, s. 76) a Baileyho (2010, s. 31-32) rozumíme přechodné zvýšení ozev plodu. Peschout a Roztočil doplňují, že se o akceleraci jedná, pokud dojde ke zvýšení ozev nad 15 tepů/min. trvajícím alespoň 15 sekund. Shodují se, že náhlé zvýšení tepové frekvence plodu je spojováno s pohybem plodu nebo jeho stimulací. Akcelerace je podle nich důležitým indikátorem zjištění dobrého stavu plodu. Podle Roztočila by 20-ti minutový záznam měl obsahovat alespoň dvě akcelerace. Ztráta akcelerací je rovněž známkou počínající hypoxie.

Peschout a Roztočil definují decelerace jako opak akcelerace. Hovořit se o nich může tehdy, když dojde k přechodnému zpomalení frekvence ozev pod bazální linii o 15 tepů/min. trvajícím déle jak 10 sekund, Roztočil uvádí 15 sekund. Nicméně většina decelerací je dle Roztočila odrazem změn okolního prostředí plodu, nikoliv rozvojem hypoxie. Decelerace Bailey charakterizuje jako periodické změny tepové frekvence plodu spojené s kontrakční činností dělohy. Pokles FHR se podle něho počítá od počátku

poklesu k nejvyššímu bodu poklesu (tzv. nadir). Takové decelerace Peschout nazývá deceleracemi periodickými. Opakem jsou dle Roztočila decelerace konstantní, které mají pravidelný tvar a frekvenci bez poklesu pod 100 tepů za minutu. Peschout uvádí i tzv. sporadické decelerace – DIP 0 (depresi intra partum). Tyto decelerace nemají s kontrakcemi žádnou souvislost. Charakteristikou těchto decelerací je jejich ojedinělý výskyt s rychlým vznikem a rychlou úpravou.

Podle Baileyho se výskyt decelerací dělí na rekurentní a intermitentní. Rekurentní decelerace se objevují u více než 50 % kontrakcí během dvaceti minutového intervalu. Decelerace intermitentní se objevují v méně než 50 % případech.

Periodické decelerace se dle Baileyho a Peschouta rozdělují na rané (časné), pozdní a variabilní. Rané decelerace Bailey popisuje jako přechodné, symetrické poklesy FHR. Objevují se jako odraz děložních kontrakcí a vzácně klesají pod 100 tepů/min. Nadir poklesu FRH je zároveň vrcholem kontrakce. Počátek a konec decelerace je shodný s počátkem a koncem kontrakce. Rané decelerace označuje Peschout jako DIP I. Tyto decelerace jsou zcela benigní a značí kompresi hlavičky při jejím vstupování do porodních cest. Dle Roztočila nesignalizují hypoxii.

Decelerace pozdní neboli podle Peschouta DIP II jsou případy, kdy je nadir kontrakce fázově, symetricky posunut až po proběhlém vrcholu kontrakce. Jako fyziologický podklad pro tento stav uvádí Bailey uteroplacentární insuficienci. Přechodné pozdní decelerace se dle něj objevují u těhotných v hypotenzním stavu nebo při uterinní hyperstimulaci plodu. Roztočil takové decelerace hodnotí jako rizikové pro intermitentní hypoxii.

O variabilní deceleraci se dle Peschouta hovoří tehdy, kdy dochází ke střídání raných decelerací s pozdními. Variabilní decelerace se podle Peschouta liší ve své délce, tvaru, hloubce a načasování vzhledem ke kontrakcím. Jedná se o náhlé a nepředvídatelné poklesy FRH. Poklesy činí minimálně 15 tepů/min. a trvají nejméně 15 vteřin až 2 minuty. Základní charakteristikou variabilní decelerace je prudký začátek i konec. Je zde dobrá bazální FRH a akcelerace při vrácení do bazální linie ozev. Pokud jsou spojeny ve shodě s děložními kontrakcemi jsou i zde nadále benigní. V tomto případě tyto decelerace dle Baileyho informují o kompresi pupečnicku během kontrakce. Objevují se především v II. době porodní.

Peschout a Bailey hovoří ještě o tzv. prolongovaných deceleracích. Tyto decelerace trvají déle než 2 minuty, ale jejich trvání nepřekračuje 10 minut. Vznikají v důsledku mnoha faktorů: komprese hlavičky při rychlém sestupu plodu, uteroplacentární insuficience, komprese pupečnicku. Postup je závislý na dalších charakteristikách srdeční frekvence plodu a na klinickém obraze.

#### **Krátkodobé – Variability (V) - *variabilita***

Dle Roztočila (2008, s. 76) je variabilita popisována jako rozmezí změn srdeční frekvence plodu hodnocené od úderu k úderu. Kudela (2008, s. 162) variabilitu

charakterizuje jako oscilace kolem bazální linie tepové frekvence plodu. Fyziologická variabilita FHR se podle Baileyho (2010, s. 31) pohybuje v rozmezí 6-25 tepů/min. a je tak odrazem dobré funkce nervového systému plodu. Variabilita se podle Roztočila dělí na normální, saltatorní, silentní a tranzitorní. Kudela dělí variabilitu do následujících pásem: pásmo silence (méně než 5 tepů/min.), zúžené undulatoční (5-10 tepů/min.), undulatoční (normální pásmo, fyziologická variabilita 10-25 tepů/min.) a saltatorní pásmo (nad 25 tepů/min.). NICHD stanovila dělení variability jinak, a to na variabilitu nepřítomnou, mírnou a zřetelnou. FHR se mění v čase a může být snížena fyziologicky spánkem plodu a některými léčivými z řady opiátů, barbiturátů, analgetik a dalších. Ztráta variability je dle Roztočila nejdůležitějším diagnostickým znakem rozvíjející se hypoxie plodu.

#### **4. Overall assesment (O) - celkové hodnocení**

Bailey (2010, s. 31-32) uvádí, že se NICHD, (International Federation of Gynecology and Obstetrics) a ACOG (American College of Obstetricians and Gynecologists) shodují. Tvrdí, že normální bazální linie s FRH akceleracemi nebo normální variabilitou značí dobrý stav plodu bez acidózy. Naopak bradykardie, pozdní či variabilní decelerace, absence variability akcelerací pravděpodobnost acidózy plodu zvyšují a poukazují tak na možnou hypoxii až asfyxii plodu.

Podle Baileyho 50 % záznamů spadá do těchto dvou velkých skupin. V roce 2008, kdy vznikla tato klasifikace, byl zároveň ustanoven systém skládající se ze tří kategorií. DR C BRADO klasifikuje záznamy pomocí semaforového algoritmu, který koresponduje s kategoriemi NICHD.

- I. kategorie (normální)** - vyžaduje intermitentní auskultaci nebo kontinuální EFM
- II. kategorie (determinovaná)** - vyžaduje intermitentní auskultaci nebo kontinuální EFM + další intervence (polohování, oxygenace matky, infuze, pH metrie plodu skalpovou elektrodou, stimulace plodu)
- III. kategorie (abnormální)** - vyžaduje okamžitou porodnickou intervenci nebo akutní ukončení porodu.

#### **3.1.2 Klasifikace kardiokogramu**

Interpretace fetálního kardiokogramu se v České republice vyhodnocuje podle klasifikace FIGO z roku 1986. I po 26 letech od jejího vzniku je klasifikace stále platná.

Česká gynekologie uvádí, že se dle kritérií FIGO kardiokogram zhodnocuje na záznam fyziologický (F), suspektní (S) nebo patologický (P). Musí se však při vyhodnocování brát potaz, zda-li se jedná o záznam antepartální nebo intrapartální. Z forenzních důvodů je nezbytné kardiokogram tímto způsobem vyhodnocovat. Pokud

se záznam vyhodnocuje jen jako reaktivní, pak se vyjadřuje pouze k přítomnosti akcelerací, nikoliv k dalším parametrům.

Na začátku interpretace fetálního KTG záznamu je třeba dle FIGO zhodnotit pět faktorů:

- gestační stáří,
- antepartální nebo intrapartální záznam,
- poloha matky,
- léky podané matce včetně analgezie,
- stav aktivity plodu (Gynekologie S1, 2011, s. 16-17).

Následující tabulka shrnuje rozdíly v hodnocení kardiokogramu v antepartálním a intrapartálním monitorování.

Tab 1.: Hodnocení kardiotokogramu podle FIGO (Gynekologie S1, 2011, s. 16-17)

záznam	sledované jevy	kardiotokogram	
		<i>antepartální</i>	<i>intrapartální</i>
<b>Fyziologický</b>	bazální frekvence	110-150 tepů/min. (normokardie)	
	amplituda variability ozev	10-25 tepů/min. (undulatoční oscilace)	
	decelerace	nepřítomné	časné, méně než 50 tepů/min. (na konci I. doby)
	akcelerace	2 a více za 20 min.	
<b>Suspektní</b>	bazální frekvence	100-110 tepů/min. (lehká bradykardie) nebo 150-170 tepů/min. (lehká tachykardie)	
			pod 100 tepů/min. po dobu 3 min. a pod 80 tepů/ min. po dobu 2 min. (přechodná krátkodobá bradykardie)
	amplituda variability ozev	5-10 tepů/min po dobu minimálně 40 min. (zúžená oscilace)	
		zvýšení na 25 tepů/min. (saltatorní oscilace)	
	decelerace	občasné (vyjma těžkých)	pokles o méně než 60 tepů/ min. po dobu max. 60 s. (variabilní decelerace)
akcelerace	nepřítomné více než 40 min.		
<b>Patologický</b>	bazální frekvence	nad 170 tepů/min. (těžká tachykardie) nebo pod 100 tepů/min. (těžká bradykardie)	
		pod 100 tepů/min. po dobu více než 3 min. a pod 80 tepů/ min. po dobu více než 2 min. (protrahovaná bradykardie)	
	amplituda variability ozev	méně než 5 tepů/min. po dobu minimálně 40-ti minut (silentní oscilace)	
	decelerace	závažné opakující se raná (více než 50 tepů/min.), variabilní a pozdní, těžká spordicky	
akcelerace	2-5 tepů/ min. střídaná s frekvencí 5-15 tepů/min. po dobu min. 20 min. (rozkolísaná silentní oscilace)		

### 3.1.3 Schéma monitorování na porodním sále

Peschout (2007, s. 144) uvádí nutnost natočení vstupního KTG ihned po příchodu rodičky na porodní sál. V případě záznamu fyziologického se KTG natáčí co 2 hodiny, u suspektního co 1 hodinu nebo kontinuálně a u patologického je potřeba natáčet KTG záznam kontinuálně a okamžitě situaci řešit.

Podle Baileyho (2010, s. 30) a Peschouta (2007, s.144) se musí mezi natáčením provádět intermitentní auskultace každých 15-30 minut po kontrakci v I. době porodní, v II. době se provádí vždy po každé kontrakci nejméně v časových odstupech pěti minut.

Auskultace se podle nich provádí po určení polohy plodu Leopoldovými hmaty, poté se přiloží sonda nad oblast s maximální intenzitou srdečních ozvev plodu (je zapotřebí odlišit tep matky od tepu plodu) a ozvy se měří nejméně po dobu jedné minuty. FHR je nutné určovat mezi kontrakcemi. Mimo to se FHR stanovuje **vždy před** počátkem porodu, před procedurami vyvolávajícími porod, u ambulantních klientek, při podání medikace, před počátkem analgezie či anestézie. Dále je nutné stanovit FHR **vždy po** přijetí klientky, po spontánní či uměle vyvolané ruptuře plodových obalů, po každém vaginálním vyšetření, při abnormální děložní aktivitě a po hodnocení analgezie či anestézie. Záznam musí obsahovat datum a čas natáčení, čitelné hodnocení záznamu dle WHO (P, S, F) a podpis ošetřujícího lékaře (Bailey, 2010, s. 30), (Peschout, 2007, s. 144).

### 3.1.4 Chyby při monitorování

Nezdařené porody bývají často řešeny v různých soudních sporech, proto je nezbytné dodržovat jisté zásady a vyvarovat se zbytečným chybám. Nejčastější chyby podle Nageotte (2007, s. 42-43) a Měchurové (2007, s. 44-46) jsou tyto:

- pozdní zavedení vnitřní sondy (STAN),
- příliš časně přerušování monitorování,
- záměna srdeční frekvence s frekvencí matky,
- přerušování monitorování během zavádění svodné analgezie,
- přerušování monitorování na operačním sále.

## 3.2 Intrapartální fetální pulzní oxymetrie (IFPO, FpO<sub>2</sub>)

V souvislosti s omezením KTG je snahou vyvinout metody diagnosticky přesnější s vysokou senzitivitou i specificitou. V roce 2000 byla v Kalifornii uvedena na trh fetální pulzní oxymetrie (IFPO, FpO<sub>2</sub>). Metoda je šetrná k matce i k dítěti a je určena jako doplňující metoda k intrapartálnímu EFM. Fetální pulzní oxymetrie je schopna detekovat hypoxii plodu i v průběhu fetální srdeční arytmie, což KTG

nedokáže (Kacerovský, 2008, s. 234 – 236). Stiller et al. uvádí senzitivitu fetální pulzní oxymetrie mezi 67-80 %, specificitu v rozmezí 62-90 % (Beringer, 2011a, s. 229).

Cílem IFPO je zpřesnit diagnostiku intrapartální fetální hypoxie a tím následně přispět ke snížení zbytečně indikovaných císařských řezů. Díky přidání IFPO ke KTG se docílilo snížení operativních porodů o 23 % a to bez zhoršení perinatálních výsledků (Kacerovský, 2008, s. 235). Velebil (2005, s. 377-381) uvádí případy monitorace plodu IFPO s právě probíhajícím patologickým KTG záznamem, kde bylo opakovaně prokázáno významné snížení incidence císařských řezů (dokonce až na polovinu) bez ovlivnění perinatálních výsledků. IFPO podle něj umožnilo významné zpřesnění diagnostiky intrapartální hypoxie.

Kromě zmíněných výhod má tato metoda i jistá negativa. V průběhu času vyplynulo, že se zároveň zvýšila indikace císařských řezů z důvodu dystokie mezi KTG a IFPO. Velebil dále uvádí, že IFPO není schopno eliminovat císařské řezy u rizikových gravidit. V současnosti existují studie, které poukazují na skutečnost špatné detekce preacidotického a acidotického stavu pomocí pulzního oxymetru při současném výskytu závažných variabilních decelerací v II. době porodní. Roztočil (2008, s. 36) ve svém komentáři k Intrapartální monitoraci plodu od Baileyho uvádí dvě nejnovější studie, které neprokázaly vliv IFPO na snížení císařských řezů z indikace právě probíhající intrauterinní hypoxie z důvodu falešné pozitivivity stavu na KTG záznamu.

Podstatou IFPO je neinvazivní, kontinuální a přímé monitorování fetální oxygenace. Saturace plodu je sdělována spolu s kardiogramem v aktuálním čase u rodičky se suspektním či patologickým záznamem. V případě preterminální křivky se již aktuální saturace plodu nezjišťuje. V tomto případě je nutné co nejrychleji porod ukončit (Peschout, 2007, s. 144). Podle Roztočila (2008, s. 80) je IFPO v moderních zemích světa (např. USA, Německo, Itálie a Česká republika) velmi používanou metodou k zjištění právě probíhající intrapartální hypoxie plodu.

Monitorování je založeno na využití principu rozdílné absorpce oxyhemoglobinu a deoxyhemoglobinu. IFPO měří změny v intenzitě světla dvou vlnových délek v průběhu arteriální systoly a diastoly. Metoda využívá modifikovaný senzor, který se zavádí transcervikálně na naléhající část plodu (tvář, zadeček) (Velebil, 2005, s. 3-7). Roztočil (2008, s. 36-37) uvádí jedinou komplikaci právě v otlaku senzoru. Důležitý je dokonalý kontakt s kůží plodu, proto je nezbytné polohu senzoru často upravovat. Detekci správného kontaktu nám zajišťuje tzv. odporový senzor.



Velebil (2005, s. 376-377), Měchurová (2007, s. 28) a Roztočil (2008, s. 79) zmiňují následující použití metody IFPO.

Podmínky	Indikace	Kontraindikace
těhotenství 35 (36) týdnů	nehodnotitelný KTG záznam (fetální arytmie)	placenta praevia
pravidelná činnost dělohy	suspektní či patologický záznam	krvácení neznámé etiologie
nález na brance alespoň 2 cm		intrauterinní – intraamniální infekce
jednoplodá gravidita		bradykardie pod 70 tepů/min.
poloha podélná hlavičkou nebo koncem pánevním		preterminální KTG křivka
odteklá plodová voda		stav abrupce placenty
nepřítomnost intrauterinní infekce		zachovalý vak blan

Tab. 2.: Podmínky, indikace a kontraindikace metody IFPO

Na trh byla uvedena i nová testovaná metoda tzv. **transabdominální intrapartální fetální pulzní oxymetrii (TIFPO)**, která využívá blízkého infračerveného spektroskopu. Využívá prostupu fotonů mateřskou tkání s delší vlnovou délkou pro lepší průnik tkáněmi. Díky TIFPO lze fetální oxygenaci sledovat ještě před porodem a to abdominálním přístupem přes stěnu břišní matky za pomoci abdominálního senzoru (Velebil, 2005, s. 377).

### 3.2.1 Hodnoty saturace kyslíkem (SpO<sub>2</sub>) v průběhu porodu

Podle Velebila (2005, s. 377) je během fyziologické děložní činnosti průměrná saturace krve plodu kyslíkem mezi 35 % a 65 %. Za těchto okolností novorozenec vykazuje po porodu normální rozmezí v Apgar skóre. Pupečnickové pH je rovněž v pásmu normálu. V případě saturace O<sub>2</sub> IFPO nižší než 30 % po dobu delší než 10 minut, se pohybuje riziko narození novorozence s pupečnickovým pH < 7,2 kolem hodnoty 50 %, což indikuje ukončení porodu bez ohledu na KTG záznam. Velebil uvádí nutnost uplatnit komplexnější pohled na hodnoty saturace a jejich dynamiku. Dále je podle něho důležité stanovit prediktivní hodnoty saturace v individuálních případech.

Dle Roztočila (2008, s. 79) je průměrná saturace krve kyslíkem v I. době porodní okolo 60 %, v II. době pak saturace klesá na průměrnou hodnotu 53 %. Kacerovovský (2008, s. 234-236) uvádí pouze jednu průměrnou hodnotu a to 44 %

a zároveň znižuje případy, kdy při saturaci nad 30 % byl plod v acidémii. Velmi nízká saturace rovněž nemusí být nezbytně spojována s hypoxií a s následnou acidózou či neonatální depresí. Dle něj není acidémie definována jen hodnotou pH krve z umbilikální artérie, ale také deficitem bází.

Na hodnotu saturace může mít vliv kvalita kontaktu sondy s kůží či tkáňové charakteristiky v místě kontaktu. Saturaci může např. ovlivnit přítomnost mekonia mezi sondou a kůží, či umístění senzoru přímo nad pulzující arterií. Saturaci zkresluje i vznikající poporodní nádor. Spolehlivost je rovněž omezena opakovaným používáním senzorů, které bývají mnohdy určeny pouze k jednorázovému použití (Veľbil, 2005, s. 377).

Neshoda mezi hodnotou SpO<sub>2</sub> a poporodní acidózou může být dle Kacerovského (2008, s. 234 – 236) zapříčiněna těmito okolnostmi:

- **dřívější odstranění sondy** – k zhoršení saturace došlo až následovně
- **kontrakce spojené s kompresemi pupečníku** – periodický pokles saturace může kumulativně zvyšovat acidózu
- **samotné pupečnickové komplikace** – průtok krve pupečnickem x tvář, svaly v místě přiložení sondy
- **plod trpící hypoxémií a metabolickou acidózou** – je zde redukováná konzumace kyslíku, který následně vede k zvyšování SpO<sub>2</sub>

### 3.3 ST – analýza fetálního elektrokardiogramu (STAN)

Kapitola je složena z poznatků od autorů Hájek (2005b, s. 169), Vráblik et al. (2003, s. 20), Hruban a Janků (2005, s.12), Janků (2008, s. 14-15), Měchurová (2007, s. 24-33) , Roztočil (2008, s. 80), Peschout (2007, s. 143-145), Doležal et al. (2007, s. 18-21) a Lockwood (2007, s. 11). Výše uvedení autoři předkládají stejné poznatky. Ve svých článcích se neliší, pouze se navzájem doplňují.

STAN je druhou doplňující metodou ke zpřesnění intrapartální monitorace fetální hypoxie. STAN dokáže analyzovat celou EKG křivku plodu s cílem podat přesné informace o stupni právě probíhající hypoxie. Kardiokograf výše popsané nedovede. Zhodnocuje pouze R-R interval QRS komplexu (Roztočil, 2008, s. 80). Janků a Hruban (2008, s. 14-15) proto zdůrazňují, že se metody vzájemně doplňují a tak nelze STAN použít bez kontinuálního monitorování plodu kardiokografem. STAN analyzátor dokáže kromě vyhodnocování ST úseku vyhodnocovat zároveň i KTG křivku.

Tato nová diagnostická metoda se zrodila ve Švédsku a právě tam získala své největší uplatnění. Postupem času získala oblibu i ve všech vyspělých státech světa (Lockwood, 2007, s. 11). Hájek (2005, s. 169) a další autoři (Doležal, Vlk, Chmel,

2007, s. 18) uvádí, že metoda v predikci intrapartální fetální hypoxie vykazuje největší specifitu tohoto stavu (až 66 %), dokáže zároveň dobře hodnotit rozvoj metabolické acidózy plodu. Hodnota senzitivity dosahuje 63 % (Beringer, 2011, s. 228), (Hájek, 2005, s. 168).

Metoda je založena na počítačové analýze fetálního EKG, především na vyhodnocování ST úseku EKG křivky, jež zaznamenává průběh stresové (hypoxické) zátěže, která se projevuje změnou chování fetálního myokardu. Fetální mozek má obdobné požadavky na kyslík jako fetální myokard, proto informace o stavu myokardu je zároveň i informací o stavu fetálního mozku. Ke změnám fetálního ST úseku dochází především v iniciální fázi hypoxie, kdy probíhá glykogenolýza v myokardu při současném anaerobním metabolismu a metabolické acidóze (Vráblik et al., 2003, s. 20), (Hruban a Janků, 2005, s. 12), (Doležal, Vlk, Chmel, 2007, s.18).

Za cíl si počítačová analýza klade poskytnout kontinuální informaci o stavu plodu v průběhu porodu a urychleně diagnostikovat případnou hypoxii. Charakteristika změn závisí na kompenzačních schopnostech plodu, délce a hloubce hypoxického stresu. Podle Lockwooda dochází k časnému rozpoznání počínající fetální hypoxie a následně se tak rodí méně novorozenců v rozvinutém stavu metabolické acidózy. Díky přesnější monitoraci došlo i k poklesu zbytečných operativních porodů (46 %). Další studie prokázala i snížení počtu novorozenců s metabolickou acidózou. Mnohé práce podporující STAN analýzu a zároveň doporučují vybavit perinatální centra ST analyzátozem (Lockwood, 2007, s. 10-13).

ST analyzátor vypočítává průměrné hodnoty 30-ti QRST komplexů fetálního EKG. Sleduje charakter ST úseku - bifázicitu ST, amplitudu vlny T a zvýšení poměru T/QRS indexu. V článku od Hájka (2005, s. 169) bifázický tvar ST úseku signalizuje probíhající ischemii v myokardu s těžkým hypoxickým stavem plodu a s počínající progresí metabolické acidózy.

Systém STAN využívá pozlacenou fetální skalpovou elektrodu, která je spojena s analyzátozem. V přístroji jsou pak signály z elektrody filtrovány a na základě počítačového programu vyhodnocovány. (Hájek, 2005, s. 169) Hruban a Janků (2005, s.12) doplňují, že interní skalpová elektroda se může použít pouze po dirupci plodových obalů. Elektroda se zavádí šroubovým pohybem na kůži skalpu. V případě uložení plodu koncem pánevním lze elektrodu připevnit na hýždě plodu. Oproti zevnímu KTG je metoda mnohem komfortnější, neboť od elektrody vedou pouze dva tenké drátky, které rodičku nijak neomezují v pohybu.

Velkou výhodou přístroje je jeho automatické vyhodnocování křivky několikrát za minutu a v případě patologie okamžitě upozorňuje porodníka o daném stavu plodu

v aktuálním čase. Na displeji přístroje se objeví ikona ST ebeny (Janků a Hruban, 2008, s. 14).

ST analyzátor po přiložení a při dostatečném signálu potřebuje 20 minut na automatickou analýzu ST úseku. To znamená, že analýza STAN musí být užitá ještě před zhoršením EFM, a tedy podle Lockwood (2007, s. 11) a dalších tato technika nemůže být použita u plodu, který již jeví známky hypoxie, která se odráží v suspektním KTG záznamu. Podle Hrubana a Janků (2008, s. 14) metodu lze použít i dříve, musí být však porodník v této době schopen vyhodnotit EKG křivku sám přímým odečtem z grafu.

### 3.3.1 Patofyziologie a změny na EKG křivce

ST analýza fetálního EKG je podle Janků, Hrubana (2007, s. 14) a výše uvedených autorů pouze analogií s hodnocením EKG u dospělé osoby. Za normálních podmínek je podle nich poměr T/QRS stálý, ST úsek nemá sestupný charakter a je přibližně shodný s izoelektickou linií. V kardiomyocytech panuje energetická rovnováha. Při iniciální fázi hypoxie dochází k stimulaci kardiomyocytů a k vyplavení adrenalinu z důvodu nutnosti zachování srdečního výkonu i při sníženém přívodu kyslíku k buňkám srdečního svalu. V této fázi dochází v kardiomyocytech k negativní energetické bilanci, která se projevuje depresí ST úseku EKG křivky. Pokud stav trvá delší dobu, dochází k mobilizaci zásob energie v podobě glykogenu uloženého v kardiomyocytech. Negativní energetická bilance se vyrovnává, deprese ST úseku se upravuje. Organismus v této fázi pracuje na principu anaerobního metabolismu, jehož odpadním produktem je laktát, který zapříčiňuje metabolickou acidózu. Dochází k zvýšení volných iontů draslíku, následně se díky tomuto stavu mění náboj na bazální membráně kardiomyocytů a postupně dochází ke zvyšování vlny T. Z míry zvyšování pak vyplývá množství glykogenu, které je nutné k udržení energetické bilance.

Podle Hrubana a Janků (2007, s. 15) dochází u plodu, který dosud nebyl nevystavený akutní hypoxií, k rychlým a významným epizodickým vzestupům T/QRS indexu po několika předchozích bifázických ST segmentech s rychlou progresí na KTG záznamu nebo výskytem samotných bifázických ST segmentů doplněných pozvolným nárůstem T/QRS. U plodu s chronickou hypoxií v úvodu převládá více bifázických segmentů.

### 3.3.2 Výsledky ST analýzy

Hruban a Janků (2005, s. 14), Doležal (2007, s. 18) a další ve svých vědeckých člancích uvádějí čtyři možné výsledky ST analýzy:

- **stálá hodnota T/QRS** - signalizuje normální stav

- **epizodický vzestup hodnoty T/QRS** - nárůst minimálně o 0,10 trvající méně než 10 minut. Dle Hájka (2005, s.169-170) epizodický vzestup koresponduje s krátkodobou hypoxií.
- **protrahovaný vzestup hodnoty T/QRS** - nárůst minimálně o 0,05 trvající déle než 10 minut. Dle Hájka protrahovaný vzestup odráží situaci hypoxického plodu s rozvojem anaerobního metabolismu, kdy plod dokáže tento stav v případě fyziologické KTG křivky dobře kompenzovat.
- **bifázický ST-segment** - jeví sestupné tendence úseku podle stupňů závažnosti:

**I. stupeň** – deprese ST úseku nad izoelektrickou úroveň

**II. stupeň** – deprese části ST úseku pod izoelektrickou úroveň

**III. stupeň** – deprese celého ST úseku pod izoelektrickou úroveň

Podle Hájka, Doležala a jiných jsou stupně II. a III. významně patologické a porod je nutné co nejdříve ukončit. Stupeň I. a II. se může projevovat u nezralého myokardu, u VVV srdce, při zvýšených metabolických nárocích nebo při infekčních stavech.

### 3.3.3 Vhodnost užití ST analýzy

Vráblik et al. (2003, s. 23) poukazují o vhodnosti využití ST analýzy u všech rodiček, které mají zvýšené riziko rozvoje akutní hypoxie. STAN by se mělo využít v následujících případech:

- suspektní KTG záznam,
- nereaktivní zátěžový test,
- intrauterinní růstová retardace plodu (IUGR),
- závažná hepatopatie matky,
- preeklapsie,
- indukovaný porod,
- porod dvojčat,
- nadměrná děložní činnost,
- hraniční kefalopelvicový nepoměr (porod na zkoušku).

### 3.3.4 Rozdíly v hodnocení

Při fyziologickém KTG lze tolerovat závažnější změny ST úseku (i při abnormalitách EKG). Ojedinelé vzestupy poměru T/QRS a občasné epizody bifazicity ST úseku jsou pouze odrazem dobré adaptability plodu. Naopak v situaci nefyziologické křivky ST analýza umožňuje detailnější pohled na počínající hypoxii (Hájek, 2005, s. 169).

Preterminální KTG záznam bez ohledu na ST analýzu je okamžitou indikací k ukončení porodu. Vyskytují se případy, kdy se ST úsek upravuje při probíhající

preterminální křivce. Nicméně stav plodu je nadále vážný a ST analýza v tomto případě pouze mystifikuje a podtrhuje závažnost situace (Janků a Hruban, s. 15).

Přestože ST analýza dokáže identifikovat všechny zdravé plody, nedokáže zároveň rozpoznat i všechny plody trpící hypoxickým stresem. Navíc generuje patologie v případech, které patologické vůbec nejsou. Většina porodnic obsluhující STAN zavádí politiku nulové tolerance. K upřesnění diagnostiky jsou zoufale potřebné další upřesňující metody na zastavení epidemiologického nárůstu císařských řezů a na absolutní snížení ischemicko-hypoxické encefalopatii novorozenců (Lockwood, 2007, s. 10-13).

Velebil (2005, s. 377-381) a Měchurová (2007, s. 30) zmiňují následující použití metody STAN.

<b>Podmínky</b>	<b>Indikace</b>	<b>Kontraindikace</b>
těhotenství 35 (36) týdnů	nefyziologický KTG záznam	chronický distres plodu*
pravidelná činnost dělohy	stavy se zvýšeným rizikem intrauterinní hypoxie	ozvy plodu v mezích bradykardie
nález na brance alespoň 2 cm		
jednoplodá gravidita (relativní)		
dostatečná kvalita signálu		
odteklá plodová voda		
nepřítomnost intrauterinní infekce		
dostatečně naléhající část (hlavička nebo konec pánevní)		

Tab. 3.: Podmínky, indikace a kontraindikace metody STAN

\*kontraindikaci uvádí pouze Měchurová

## 4 POROVNÁNÍ STAN A IFPO

V této kapitole je shrnut další cíl práce. Kapitola porovnává výše uvedené metody intrapartální monitorace – STAN a IFPO, které kompenzují nedostatky KTG. Hned v úvodu je třeba zmínit, že metody podle Roztočila (2008, s. 81), Janků a Hrubana (2008, s. 13-15) nelze mezi sebou vzájemně porovnávat, neboť každá z metod má jiné přednosti. IFPO je metodou na stanovení akutní hypoxie plodu, kdežto STAN je metoda vhodná především na kontinuální monitorování rizikových gravidit v průběhu porodu. Vzhledem k podstatě klasifikace STAN nelze dle Hájka (2006, s. 263-267) metodu porovnat ani s KTG, ze které vychází. Hájek oproti Janků uvádí možnost porovnání STAN, KTG vůči IFPO. Janků však tvrdí, že se obě metody vzájemně doplňují. Jejich propojení je možné, avšak nepraktické a zbytečné.

Následující tabulka shrnující výhody a nevýhody obou metod vychází ze studií autorů Velebila, Lockwooda, Kacerovského, Baileyho, Janků a dalších:

metoda	klady	zápory
IFPO	rychlé a snadné hodnocení aktuálního stavu plodu	přerušování signálu mezi sondou a místem správného přiložení (pravděpodobnost udržení 67-72%)
	možnost odhalit hypoxii i při srdeční arytmii plodu	vysoká cena a jednorázové použití sond ukončení výroby sond
	aktuální informace o stavu plodu	otlak sondy na naléhající část plodu
STAN	možnost monitorovat dvojčata (první dvojče pomocí ST analýzy, druhé zevní KTG sondou)	vysoká cena přístroje
	automatické vyhodnocování záznamu přístrojem	nízké zkušenosti s metodou
	elektronické zpracování záznamu	delší čas na začátek analyzování
	propojenost s KTG v rámci jednoho přístroje	složitost - vyšší proškolení personálu
	kvalitní KTG záznam až do porodu plodu	zatím ve stádiu diskuzí a evaluací
	kvalita hodnocení KTG, které probíhá současně s hodnocením i EKG plodu	
	bez rizika pro předčasně narozený plod	
komfort rodičky při monitorování		

## 5 HYPOXICKÝ A ASFYXICKÝ NOVOROZENEC

Poslední kapitola bakalářské práce pojednává o hypoxickém či asfyktickém novorozenci, který je postižen časným asfyktickým syndromem (ČAS) a jeho důsledky. Podle Borka a Matuškové (2008, s. 352-354) v knize Moderní porodnictví od Roztočila je časný asfyktický syndrom vžitě označení pro poruchu začátku dýchání novorozence ihned po jeho narození. Stav je provázen cyanózou a hypoxií, který se projevuje především známkami útlumu nerovných funkcí s projevy hypotonie až areflexie.

Doležal et al. (2007, s. 18) poukazují na vážný problém tohoto stavu. Vzniká především v důsledku hypoxicko-ischemického postižení centrální nervové soustavy. Proběhlá intrapartální hypoxie je nejčastější vyvolávající příčina s důsledky mnohdy trvalého postižení.

Roztočil (2008, s. 262) uvádí velmi důležitý poznatek. Novorozenci, kteří prodělali intrapartální hypoxii či asfyxii jsou od porodu do věku 40 let nejvíce ohrožení smrtí nebo závažnou poruchou integrity organismu s trvalými následky. Odolnost srdečního svalu je ovlivněna především právě proběhlou perinatální hypoxií. Toto velmi krátké období, mnohdy jen několik hodin či minut trvajících, může mít v důsledku zásadní vliv na následný život jedince.

V dostupné literatuře neexistuje ucelený výčet příčin asfyxie a hypoxie. Objevují se zde pouze důsledky těchto patologických stavů. Jediným vhodným zdrojem, který zevrubně popisuje problematiku hypoxického či asfyxického novorozence je publikace Moderní porodnictví od Prof. MUDr. Aleše Roztočila, CSc. z roku 2008 v podkapitole Patologický novorozenec od Borka a Matuškové (2008, s. 352-354).

### 5.1 Příčiny asfyxie

Autoři rozdělují příčiny asfyxie do následujících skupin:

- **Centrální** – neschopnost dýchacího centra uloženého v prodloužené míše reagovat na reflektorické a biochemické impulzy zahajující začátek spontánního dýchání.
  - intrauterinní hypoxie
  - anestetika, analgetika podané matce před porodem
  - trauma mozku kmene
  
- **Periférní** – selhání cirkulačního nebo respiračního systému
  - překážky plicní ventilace (aspirace, atrezie choan, brániční hernie)
  - kardiovaskulární dysfunkce (šok, VVV srdce)



- **Jiné** – specifické pro nedonošené novorozence
  - nezralost dechového centra
  - nedostatek surfaktantu, nezralost plicní tkáně

## 5.2 Klinický obraz asfyxie

Borek a Matušková uvádí dvě podoby asfyxie – livida a pallida. Asfyxie livida (modrá asfyxie) též primární asfyxie vzniká po lehčí nebo střední asfyktické zátěži. Novorozenec trpí cyanózou celého těla. Jeho kůže je zabarvená domodra. Asfyxie pallida (bílá, bledá asfyxie) je důsledkem těžké asfyxie. Novorozenec je celý bílý a nachází se v terminální apnoei.

Při asfyxii livida novorozenec nepravidelně dýchá, pulz je pravidelný. Může nastat situace, kdy bývá přítomna bradykardie. Kůže je okrskovitě okysličená a teplá, zornice reagují na osvit a svalový tonus je lehce snížen.

Při asfyxii pallida je klinický stav vážnější než u asfyxie livida. Novorozenec vůbec nedýchá nebo má jen lapavé dechy, hovoříme o gaspingu. Kůže je bledá až bílá, postupně začíná být prochladlá, zornice nereagují na osvit, nacházejí se v mydriáze. Svalový tonus není přítomen a svěrače jsou uvolněny.

## 5.3 Hodnocení hypoxie plodu dle Borka a Matuškové

Stav novorozence se po porodu hodnotí pomocí následujících kritérií:

### 1. Apgar skóre

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. Výsledky hodnocení Apgar skóre a interpretace asfyxie je následující:

**0-3 body** těžká asfyxie, ČAS III.

**4-6 bodů** střední asfyxie, ČAS II.

**7-8 bodů** mírná asfyxie, ČAS I.

Pokud přetrvává stále nízké hodnocení v páté, desáté a další minutě nastává zvýšené riziko následné morbiditity až mortality novorozence.

### 2. Vyšetření pH z pupečnickové krve

Objektivní laboratorní metoda pH krve se vyšetřuje ihned po porodu z pupečnickové artérie. Díky tomuto vyšetření dokážeme přesně určit stupeň asfyxie těsně před a během porodu. Výsledky hodnocení podle arteriálního pH jsou následující:

> 7,15	normální nález
7,1 - 7,15	hraniční nález
7,0 - 7,1	proběhlá asfyxie (jsou zde možné následky)
< 7,00	závažná asfyxie (i po úspěšné resuscitaci vážná prognóza)

### 3. Vyšetření laktátu v pupečnickové krvi

Laktát je velmi významný ukazatel proběhlé metabolické acidózy – anaerobního metabolismu při asfyxii plodu. Vyšetření laktátu je objektivní metodou proběhlé intrauterinní asfyxie.

### 5.4 Dlouhodobé důsledky proběhlé asfyxie

Tato podkapitola pouze podává strohý výčet důsledků asfyxie, o které mluví autoři v nastudované literatuře. Mnozí autoři uvádí zevrubný popis těchto stavů. Bohužel z důvodu stránkového limitu, nebylo možné podkapitolu více rozpracovat, tak jak by si zasloužila.

- dětská mozková obrna (DMO)
- poruchy senzorické (slepota, hluchota)
- epilepsie
- mentální retardace
- lehká mozková dysfunkce (LMD), poruchy učení a logického smýšlení

## ZÁVĚR

Problematika intrapartální monitorace plodu se zaměřením na hypoxii je velmi obsáhlé téma, o kterém již byla napsána řada vědeckých článků. Mnozí autoři na svých poznatcích vesměs shodují. Z těchto zdrojů by bylo možné práci mnohem více rozšířit, avšak z důvodu předepsané dotace stran pro bakalářskou práci shrnuje práce pouze jen nejdůležitější závěry zkoumané problematiky.

Cíle práce formulované na základě klíčových otázek této problematiky, jež jsou stanoveny v úvodu bakalářské práce, byly splněny. Práce předkládá současné poznatky o hypoxii plodu, přehledně nastiňuje historický vývoj monitorace plodu, seznamuje s nejnovějšími poznatky současných metod monitorace plodu, porovnává ST analýzu s pulzní oxymetrií a v poslední kapitole předkládá poznatky o hypoxickém, asfytickém novorozenci.

V rozvoji monitorace plodu v oblasti hypoxie plodu došlo díky nejnovějším moderním technologiím v oblasti antepartálního a intrapartálního sledování plodu a diagnostiky akutní a chronické hypoxie k obrovskému pokroku. Vývoj v současnosti neustále pokračuje. Velebil a další autoři ve svých vědeckých článcích uvádí, že i přes své nedostatky v diagnostice hypoxie plodu zůstává nadále „zlatým standardem“ kardiokografie. Na prahu druhého tisíciletí byly na trh uvedeny dvě významné diagnostické metody, které tyto nedostatky nahrazují a KTG výborně doplňují. Jedná se o pulzní oxymetrii a ST analýzu, jež mají mimo svých předností i pár nedostatků. Každá z nich je metodou zcela originální a nenahraditelnou. Pulzní oxymetrie umožňuje detailnější pohled na právě probíhající hypoxii, kdežto ST analýza hlídá rizikové porody před případným ohrožením plodu akutní hypoxií.

Cílem antepartální a intrapartální monitorace prostřednictvím těchto dvou nových metod je zpřesnit diagnostiku a uchránit plod před zbytečnými důsledky akutní hypoxie či asfyxie. Díky nim se též snížila mortalita a morbidita plodu. Bohužel však došlo k epidemickému nárůstu operativních porodů především císařských řezů (Velebil, 2005, s. 380-381). Mnohé nejnovější studie však prokazují pravý opak. Pokles je podle nich zapříčiněn zavedením ST analýzy do praxe. ST analýza by tak v budoucnu měla představovat nejdůležitější metodu sledování stavu plodu během porodu (Janků et al., 2006, s. 163-168). Obě metody, především ST analýza, jsou ve stádiu vývoje a evaluací.

I přes veškeré pokroky intrauterinní monitorace zůstávají podle Roztočila (2010, s. 37) stále nezodpovězené dvě otázky: Jak včasné odhalit patofyziologii procesů, které ohrožují intrauterinně vyvíjející se plod? Jak přesně určit míru ohrožení plodu a jeho metabolické rezervy s cílem stanovit vhodný okamžik k ukončení porodu?

## POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

*Interpretace fetálního kardiokogramu – FIGO 1986.* In: *Česká gynekologie.* Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2011, 76, S1, s. 16-17. ISSN 1210-7832.

BAILEY, Eugene. *Intrapartální monitorace plodu,* In: *Gynekologie po promoci.* Praha: Medical Tribune CZ, 2010, 10, 2, s. 30-34. ISSN 1213-2578.

BIOLEK, Jiří; ZOBAN, Petr. *Léčba kyslíkem – doporučený postup.* In: *Česká gynekologie.* Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2011, 76, S1, s. 44-46. ISSN 1210-7832.

BIRINGER, K. et al. *Biofyzikálne metódy diagnostiky intrapartálnej fetálnej hypoxie,* . In: *Česká gynekologie.* Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2011a, 76, 3, s. 222-229. ISSN 1210-7832.

BIRINGER, K. et al. *Biochemické aspekty fetálnej hypoxie.* In: *Česká gynekologie.* Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2011b, 76, 4, s. 285-291. ISSN 1210-7832.

BOREK, Ivo; MATUŠKOVÁ Dana. *Fyziologický a patologický novorozenec,* In: ROZTOČIL, Aleš. *Moderní porodnictví.* Praha: Grada Publishing a.s., 2008. s. 347-356. ISBN 978-80-247-1941-2.

CALDA, Pavel; Víšková, H. *Ultrazvuk v diagnostice hypoxie plodu.* In: *Moderní gynekologie a porodnictví.* Praha: Levret, 2005, 14, 3, s. 383-392. ISSN 1211-1058.

DÓKUŠ, Karol et al. *Presnosť diagnostiky intrapartálnej hypoxie plodu pri použití fetálnej pulznej oximetrie,* In: *Gynkeolog.* Hradec Králové: MedEXart, 2010, 19, 3, s. 96-101. ISSN 1210-1133.

DOLEŽAL, M.; VLK, Radovan; CHMEL, Roman. *Analýza ST úseku fetálního EKG za porodu rizikově těhotné.* In: *Neonatologické listy.* Praha: Fakultní nemocnice Na Bulovce, 2007, 13, 2, s. 18-21. ISSN 1211-1600.

HÁJEK, Zdeněk. *Akutní hypoxie plodu.* In: *Moderní gynekologie a porodnictví.* Praha: Levret, 2005a, 14, 3, s. 393-397. ISSN 1211-1058.

HÁJEK, Zdeněk. *Fetální EKG v predikci intrapartální hypoxie plodu.* In: *Časopis lékařů českých.* Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2005b, 144, 3, s. 168-171. ISSN 0008-7335.

HÁJEK, Zdeněk et al. *Intrapartální fetální monitoring, senzitivita a specifická metod.* In: *Česká gynekologie*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2006, 71, 4, s. 263-267. ISSN 1210-7832.

HRUBAN, Lukáš et al. *ST analýza fetálního EKG u předčasných porodů ve 30.-36. týdnu těhotenství.* In: *Česká gynekologie*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2006, 71, 3, s. 163-168. ISSN 1210-7832.

HRUBAN, Lukáš; JANKŮ, Petr. *Analýza ST úseku EKG křivky plodu v průběhu porodu, nová metoda intrapartálního monitorování plodu.* In: *Nemocniční listy*. Brno: Fakultní nemocnice, 2008, 9, 1, s. 13-15. ISSN 1802-0224.

HRUBAN, Lukáš; JANKŮ, Petr. *Analýza ST úseku EKG křivky plodu v průběhu porodu.* In: *Praktická gynekologie*. Praha: Ambit Media, 2005, 9, 4, s. 11-14. ISSN 1211-6645.

JANKŮ, Petr. *Disertační práce: Janků Petr* [online]. 2007 [cit. 2012-02-14]. Analýza ST úseku fetálního EKG v intrapartální diagnostice hypoxie plodu u rizikových gravidit., s.1-78. Dostupné z WWW: [http://is.muni.cz/th/38558/lf\\_d/Disertacni\\_prace\\_Janku1\\_\\_2\\_.pdf](http://is.muni.cz/th/38558/lf_d/Disertacni_prace_Janku1__2_.pdf).

KACEROVSKÝ, Marian. *Jak se rozhodnete vy? Kazuistika s otevřeným koncem – hypoxie plodu,* In: *Gyneolog*. Hradec Králové: MedEXart, 2008, 17, 6, s. 234-237. ISSN 1210-1133.

KUDELA, Milan a kol; *Základy gynekologie a porodnictví.* Olomouc. 2008. ISBN 978-80-244-1975-6.

LOCKWOOD, Charles. *Jak můžeme lépe identifikovat rizikový plod.* In: *Gynekologie po promoci*. Praha: Medical Tribune CZ, 2007, 7, 3, s. 10-12. ISSN 1213-2578.

MĚCHUROVÁ, Alena. *Hypoxie plodu intra partum.* In: *Moderní gynekologie a porodnictví*. Praha: Levret, 2007, 16, 1, s. 24-33. ISSN 1211-1058.

MĚCHUROVÁ, Alena. *Komentář [k článku] Vyvarujme se nejčastějších chyb v monitorování fetální srdeční činnosti .* In: *Gynekologie po promoci*. Praha: Medical Tribune CZ, 2007, 7, 4, s. 44-46. ISSN 1213-2578.

NAGEOTTE, Michael. *Vyvarujme se nejčastějších chyb v monitorování fetální srdeční činnosti*. In: *Gynekologie po promoci*. Praha: Medical Tribune CZ, 2007, 7, 4, s. 44-46. ISSN 1213-2578.

NAVRÁTIL, Jiří. *Kardiologická problematika*. In: *Intenzivní péče o novorozence*. Brno: NCO NZO, 2007, 22, s. 208-221. ISBN 978-90-7013-447-4.

PESCHOUT, Roman. *Diagnostika intrapartální hypoxie plodu*, In: *Gynkeolog*. Hradec Králové: MedEXart, 2007, 16, 4, s. 142-145. ISSN 1210-1133.

PESCHOUT, Roman. *Komentář [k článku] Jak můžeme lépe identifikovat rizikový plod*. In: *Gynekologie po promoci*. Praha: Medical Tribune CZ, 2007, 7, 3, s. 12-14. ISSN 1213-2578.

PESCHOUT, Roman; ROZTOČIL, Aleš. *Chronická hypoxie plodu*, In: *Moderní gynekologie a porodnictví*. Praha: Levret, 2005, 14, 3, s. 398-406. ISSN 1211-1058.

ROZTOČIL, Aleš. *Komentář [k článku] Intrapartální monitorace plodu*, In: *Gynekologie po promoci*. Praha: Medical Tribune CZ, 2010, 10, 2, s. 30-34. ISSN 1213-2578.

ROZTOČIL, Aleš. *Vyšetřovací metody v porodnictví*, In: ROZTOČIL, Aleš. *Moderní porodnictví*. Praha: Grada Publishing a.s., 2008. s. 55 - 84. ISBN 978-80-247-1941-2.

ROZTOČIL, Aleš; PESCHOUT, Roman. *Nepravidelnosti plodového vejce*, In: ROZTOČIL, Aleš. *Moderní porodnictví*. Praha: Grada Publishing a.s., 2008. s. 248-271. ISBN 978-80-247-1941-2.

ŠTEMBERA, Z. *Historický vývoj diagnostiky hypoxie plodu*, In: *Moderní gynekologie a porodnictví*. Praha: Levret, 2005, 14, 3, s. 328-347. ISSN 1211-1058.

VELEBIL, Petr. *Pulzní oxymetrie*, In: *Moderní babictví*. Praha: Levret, 2005, 8, s. 3-7. ISSN 1214-5572.

VELEBIL, Petr. *Pulzní oxymetrie a ST analýza (STAN)*, In: *Moderní gynekologie a porodnictví*. Praha: Levret, 2005, 14, 3, s. 376-382. ISSN 1211-1058.

VERNER, Miroslav. *Fetální EKG, ST analýza*. In: *Moderní babictví*. Praha: Levret, 2004, 6, s. 14-18. ISSN 1214-5572.

VRÁBLIK, Jaroslav; HADDAD, El; HÁJEK, Zdeněk; ŽIVNÝ, Jaroslav. *Nejnovější metoda monitorování plodu během porodu pomocí STAN 21*. In: *Praktická gynekologie*. Praha: Ambit Media, 2003, 4, s. 20-23. ISSN 1211-6645.

## **PŘÍLOHY**



# VÝZKUM V PRAXI

## 1. Analýza ST úseku fetálního EKG v intrapartální diagnostice hypoxie plodu u rizikových gravidit

Prospektivní studie se zabývá diagnostikou hypoxie u rizikových gravidit pomocí ST analýzy. Studie probíhala na Gynekologicko-porodnické klinice Masarykovy univerzity a FN v Brně v letech 2003-2006. Do studie bylo celkem zařazeno 862 těhotných (Janků, 2007, s. 24). Článek ST analýza fetálního EKG u předčasných porodů ve 30. - 36. týdnu těhotenství od Janků publikovaný v roce 2006 uvádí, že studie probíhala do roku 2005 a byla do ní ještě zapojena Gynekologicko-porodnická klinika Jihlava.

Kritéria zařazení do studie byla: riziková gravidita – hypotrofie plodu, předčasný porod, preeklampsie, DM, potermínová gravidita a vícečetné těhotenství.

Pomocí ST analýzy + KTG bylo sledováno 239 žen (výzkumný soubor). Zbytek (623 žen) byl monitorován pomocí KTG a IFPO (kontrolní soubor). Rozdělení do jednotlivých souborů bylo náhodné.

### Výsledky studie

- **předčasný porod od 30. týdne do 36. týdne** (výzkumný soubor 39 gravidit, kontrolní soubor 229 gravidit). Z celkového počtu 268 bylo ukončeno císařským řezem 43 gravidit (výzkumný soubor 20,5 %, kontrolní soubor 15,3 %, **celkem 16 %**). Nebyl shledán statistický rozdíl ( $p = 0,121$ ). Žádný porod nebyl ukončen forcepsem či vakuumextrakcí. V hodnocení Apgar, pH, v hodnocení poporodního průběhu či délky hospitalizace nebyl nalezen rovněž rozdíl. Nevyskytla se žádná komplikace co se týče invazivity ST analýzy.
- **těhotenství s růstovou retardací** (výzkumný soubor 47 gravidit, kontrolní soubor 87 gravidit). Rozdíl v počtu císařských řezů z indikace hypoxie není mezi skupinami ST analýza vs. KTG + IFPO statisticky významný. Záchyt intrapartální asfyxie je v obou skupinách stejný. V hodnocení pH nebyl prokázán statisticky významný rozdíl. Hodnocení Apgar mezi soubory se liší ve prospěch ST analýzy. V obou souborech se nevyskytl žádný případ těžkého neurologického poškození.
- **dvojčetné těhotenství** (výzkumný soubor 52 porodů, kontrolní soubor 124 porodů s vícečetným těhotenstvím). Hodnocení Apgar mezi soubory se liší ve prospěch ST analýzy. U kontrolního souboru byla statisticky kratší délka porodu. Ostatní rozdíly nebyly signifikantní.
- **gravidita s preeklampií** (výzkumný soubor 48 gravidit, kontrolní soubor 59 gravidit). Nebyly nalezeny statistické rozdíly.

- **gravidita s DM** (výzkumný soubor 23 gravidit, kontrolní soubor 59 gravidit). Nebyly nalezeny statistické rozdíly.
- **potermínová gravidita** (výzkumný soubor 30 gravidit, kontrolní soubor 65 gravidit). U souboru monitorovaného ST analýzou se našly významně nižší hodnoty Apgarové. Ostatní parametry nebyly rozdílné.

## Diskuze

Mnohé randomizované studie prokazují díky zavedení ST analýzy snížení operativních porodů a výskyt intrapartální hypoxie plodu. ST analýza by tak v budoucnu měla představovat nejdůležitější metodu sledování stavu plodu během porodu. Prematurita je významný rizikový faktor intrapartální hypoxie. Vzhledem k vyššímu riziku hypoxie bývá doporučováno monitorovat předčasný porod kontinuálně. Byla potvrzena významná závislost mezi rizikovými faktory a výskytem intrapartální hypoxie s důsledky perinatální úmrtnosti, mozkové obrny a neonatální encefalopatie. Neexistují však studie, které hodnotí specifitu jednotlivých rizikových faktorů.

Nejdůležitější rizikový faktor intrapartální hypoxie představuje předčasný porod. Prematurita do 32. týdne je sdružena s výše popsány důsledky. Škodlivý vliv u předčasného porodu je potencován ještě výskytem intrauterinní infekce a přítomností mateřské či fetální komplikace. Riziko spontánně vedeného předčasného porodu v poloze podélné hlavičkou není znám.

V současné době se ST analýza používá po 36. týdnu, probíhají však studie na použití ST analýzy i u předčasných porodů. Dosud moc studií nebylo publikováno. Pravděpodobně se budou muset upravit kritéria hodnocení ST analýzy z důvodu nezralosti myokardu. Výsledky, které byly provedeny v této randomizované studii ukazují, že ST analýzu lze uplatnit i u předčasných porodů. Výsledky jsou srovnatelné s využitím KTG a IFPO. Největší význam má ST analýza v monitorování předčasných indukovaných porodů.

Výsledky neprokázaly rozdíl v intrapartální monitoraci mezi ST analýzou a KTG + IFPO. Nedošlo k významnému rozdílu v operačních ukončení porodu. U těchto metod nebyl zjištěn významný rozdíl s výjimkou souboru předčasných porodů, kde plody monitorované ST analýzou vykazovaly méně známek lehkého neurologického poškození. Hodnoty Apgar v 1. a 5. minutě byly lepší při hodnocení ST analýzou souboru s hypotrofií plodu. V hodnocení Apgar u potermínových gravidit se objevily významně nižší hodnoty tohoto skóre. U porodu dvojčat byl statisticky určen rychlejší porod v kontrolním souboru. Studie prokázala, že ST analýzu lze použít i

u předčasných porodů a nepřináší zvýšené riziko pro nedonošený plod (Hruban et al., 2006, s. 163-168), (Janků, 2007, s. 5-76).

## 2. Intrapartální fetální monitoring, senzitivita s specificita metod

Tato prospektivní studie Zdeňka Hájka et al. (2006, s. 263 – 267) se zabývala senzitivitou a specificitou současných intrapartálních monitorovacích metod a jejich vzájemné porovnání. Do studie bylo zařazeno 114 těhotných s vysoce rizikovým nebo patologickým průběhem porodu. Cílem bylo zhodnotit schopnost jednotlivých intrapartálních diagnostických metod na podkladě postnatálně zjištěných parametrů – Apgar v 1. minutě, Astrup z umbilikální artérie – pH, exces bází, hladina laktátu a poporodní hodnocení stavu novorozence neonatologem. Studie probíhala na Gynekologicko-porodnické klinice 1. lékařské fakulty UK a Všeobecné fakultní nemocnice Praha.

### Výsledky studie

- **Apgarové skóre v 1. minutě** - KTG označilo téměř všechny novorozence s nízkým skóre (vysoká senzitivita), nicméně také velkou část novorozenců s normálním skóre (nízká specificita). STAN naopak určilo všechny novorozence s normálním skóre, ale mnoho novorozenců s nízkým skóre pominulo. IFPO dokázalo nejvyváženěji určit novorozence jak s nízkým, tak s normálním skóre. Statistický rozdíl mezi IFPO a STAN nebyl nalezen, zatímco rozdíl mezi KTG a IFPO byl významný.
- **pH z umbilikální artérie** - KTG vykazovalo opět vysokou senzitivitu a nízkou specificitu. STAN predikovalo opět nejlépe novorozence s normálním pH. IFPO se v pozitivním směru od předchozích metod opět významně statisticky lišilo. Nicméně významněji se lišilo hodnocení Apgar.
- **hodnota laktátu** - nejlepší predikci ve všech směrech prokazoval STAN – vykazoval nejvyšší senzitivitu i specificitu. KTG mělo opět nízkou specificitu a IFPO se opět významně lišilo od předchozích metod.
- **určení vysoké hladiny BE** - STAN neoznačil všechny novorozence s acidózou, ale zato označil všechny novorozence v dobrém stavu. Tato metoda se jevila jako nejlepší. IFPO se významně lišilo oproti STAN.
- **určení stavu neonatologem bezprostředně po porodu** - KTG opět potvrdilo svoji velkou senzitivitu a nízkou specificitu. STAN potvrdilo vysokou specificitu a nízkou senzitivitu. Statisticky se metoda lišila od IFPO. IFPO nejlépe predikovalo stav novorozence

## **Diskuze**

Při posuzování změn v průběhu patologického porodu při 120 minutovém intrapartálním monitorování je možno nalézt nejprve změny na KTG křivce, posléze změny saturace plodu a nakonec změny v ST segmentu. To znamená, že nám patologický stav nejdříve označí KTG, poté IFPO a na závěr nás o stavu informuje až ST analýza.

Mnoho předchozích prací prokazuje snížení frekvence císařských řezů za použití kombinace KTG a STAN. Při užití pouze KTG dochází až v 48 % případů k neindikované intervenci v podobě operativního porodu či císařského řezu.

Díky skandinávské metodě STAN došlo až v 50 % ke snížení intrapartální metabolické acidózy a rovněž došlo v 48 % ke snížení frekvence císařských řezů. Akutní stav hypoxie nám zlepšuje akutní nasazení tokolytik a okamžité ukončení porodu císařským řezem.

Kardiotokografie je metoda, která jeví vysoké známky senzitivity. S předstihem nás tak upozorňuje na stavy, které si zaslouží hlubší sledování. Metody IFPO a STAN nám případnou patologii tak dobře s předstihem neoznámí. Nevýhodou KTG je však skutečnost, že nám není schopno určit vhodnou chvíli k ukončení porodu jako metody IFPO a STAN. Z toho plyne, že se KTG, IFPO a STAN krásně doplňují a každá metoda má v moderním porodnictví nepostradatelnou roli.

### **3. Význam ST-analýzy fetálního EKG při intrapartálním monitorování plodů s předpokládanou růstovou retardací**

Jedná se o další prospektivní studii Lukáše Hrubana (2006, s. 268 – 272) zabývající se významem ST analýzy EKG plodu pro včasný záchyt rozvíjející se intrapartální akutní hypoxie u plodů s předpokládanou růstovou retardací. Studie proběhla v letech 2003-2005 a bylo do ní zařazeno 134 těhotných s diagnózou prepartálně zjištěné růstové retardace plodu. Z toho 47 žen tvořilo výzkumný soubor monitorovaných v průběhu porodu ST analýzou a 87 žen představovalo kontrolní soubor monitorovaných KTG + IFPO.

Cílem bylo zhodnotit význam ST analýzy v průběhu porodu plodu s růstovou retardací, porovnat mezi sebou současné diagnostické metody hypoxie plodu zhodnotit rozdíl ve smyslu četnosti operativních porodů mezi hodnocením ST analýzy a KTG + IFPO, vliv ST analýzy na perinatální výsledky a poporodní adaptaci. Hodnotilo se poporodní pH z umbilikální artérie, Apgar v 1., 5. a 10. minutě, délka hospitalizace, výskyt sepse či hyperbilirubinémie a závěr z neurologického vyšetření. Studie probíhala na Gynekologicko-porodnické klinice Masarykovy univerzity Brno a Fakultní nemocnice Brno.

## **Výsledky**

Nebyl zachycen statisticky významný rozdíl v počtu operativně vedených porodů mezi hodnocením ST analýzy a KTG + IFPO. Rovněž nebyly nalezené rozdíly v hodnocení pH, délky hospitalizace, výskytu sepse či hyperbilirubinémie a v závěru z neurologického vyšetření. Jediný rozdíl byl v hodnocení Apgar v 1. minutě pro prospěch ST analýzy.

Použití ST analýzy společně s KTG k záchytu intrapartální hypoxie nejeví rozdíl mezi sledováním porodu IFPO a KTG. Použitím ST analýzy a KTG nedošlo ke snížení císařských řezů. Poporodní adaptace a další pozorované veličiny byly obdobné v obou souborech.

## **4. Biofyzikální metody diagnostiky intrapartální fetální hypoxie**

Tato studie Biringera et al. (2011, 222-229) se zabývá významem biofyzikálních metod diagnostiky intrapartální fetální hypoxie. Studie proběhla během let 2004-2007 na Jeseniově lékařské fakultě Univerzity Komenského a Univerzitní nemocnici v Martině. Do studie bylo zařazeno 126 rodiček, z toho vstupní kritéria výzkumu splnilo 88 rodiček, z tohoto počtu bylo následně vyřazeno pro nevalidní výsledky ještě 21 rodiček.

Všechny rodičky byly při porodu kontinuálně monitorovány kardiokardiografií, ST analýzou a pulzní oxymetrií. Při fyziologickém KTG záznamu byly porody ukončovány vaginální cestou. Indikace k ukončení porodu císařským řezem byla na podkladě suspektní až patologické KTG křivky doplněné zpřesněním stavu plodu pulzní oxymetrií. STAN neovlivňoval klinické rozhodování. Porod byl ukončen do 20 minut od zjištění patologie. Po porodu se hodnotil klinický stav novorozence dle Apgarové v 1., 5. a 10. min., gestační týden, porodní váhu, míru a pohlaví, věk a paritu matky, délku I. a II. doby porodní a vaginální nález na začátku a konci snímání. Při hodnocení validity jednotlivých vyšetřovacích metodik se rodičky retrospektivně rozdělily na základě pH krve z umbilikální artérie  $\leq 7,15$  na skupinu kontrolní ( $n=36$ ) a sledovanou ( $n=31$ ).

### **Výsledky studie**

Z 67 případů bylo v 31 případech diagnostikováno pH v umbilikální artérii  $< 7,15$ . Ve čtyřech případech bylo  $\text{pH} < 7,10$ . Pouze v jednom případě se objevilo  $\text{pH} < 7,05$ . U žádného plodu se nezjistila závažná metabolická acidoza s  $\text{pH} < 7,0$ .

Statisticky se nenalezly rozdíly ve sledovaných parametrech. Klinický stav novorozence dle Apgarové se v žádném případě nezaznamenal výsledek hodnocení  $< 5$  bodů. V 5. a 10. minutě byl Apgar vždy  $> 7$  bodů. Žádný novorozenec nevykazoval známky neurologického poškození.

Při porovnání KTG, STAN a IFPO a hodnot pH a deficit bází v umbilikální arterii a véně se zjistilo následující: Acidobázické parametry signifikantně korelovaly s metodou IFPO a STAN. KTG korelovalo pouze s pH krve získané z umbilikální arterie. Výsledky KTG a IFPO se signifikantně lišily, metodou STAN nebylo možno statisticky analyzovat. Při vyhodnocování KTG záznamu byl nejčastěji v 32 případech (47,76 %) vyhodnocovaný suspektní záznam, zbytek připadal na záznam normální a abnormální. Patologický nález IFPO byl zaznamenán v 22 případech (32,86 %). Přístrojem STAN byly diagnostikovány patologické jevy – nejčastěji vzestup QRS komplexu, ve 4 případech (5,97 %). Dobrou přesnost má tedy kombinovaný monitoring pomocí KTG, STAN a IFPO. Dobrou senzitivitu (80 %) vykazuje samotné KTG, specifická se rovná 50 %. Při použití STAN nebo IFPO ke KTG se přesnost diagnostiky zvyšuje než samotná diagnostika metodou KTG. Samotné výsledky pro IFPO vykazují dobrou senzitivitu (76,3 %) a specifickou (71,4 %). Výsledky pro STAN byly statisticky nevyhodnotitelné.

## **5. Biochemické aspekty fetální hypoxie**

Další studie Biringera et al. (Biringera, 2011, 285-291) se zabývá biochemickými aspekty fetální hypoxie. Studie proběhla během let 2004-2007 na Jeseniově lékařské fakultě Univerzity Komenského a Univerzitní nemocnici v Martině. Do studie bylo zařazeno 67 rodiček. Sledované ukazatele z umbilikální krve těsně po porodu: acidobáza a krevní plyny, koncentrace laktátu, EPO (fetální erythropoetin) a protein S100B. Tento přehledový článek vychází z výše popsané studie.

### **Výsledky studie**

Při zpracování výsledku, se opět potvrdil jako „zlatý standard“ v diagnostice hypoxie plodu vyšetření na zjištění pH krve a BE. V následujícím porovnávání jeví i dobrou specifickou stavu vyšetření krve z umbilikální arterie na koncentraci laktátu. Stanovení hladin EPO z umbilikální vény se jeví rovněž jako vhodný ukazatel na zjištění patologického stavu. Koncentrace laktátu měla ve studii výbornou přesnost (AUC > 0,9). Dobrou přesnost pak má EPO (AUC > 0,7). Výsledky pro protein S100B vyhodnocovány z umbilikální vény nebyly ve studii statisticky signifikantní.

## **6. Přesnost diagnostiky intrapartální hypoxie plodu při použití fetální pulzní oxymetrie**

Prospektivní studie zabývající diagnostickou přesností fetální oxymetrie při acidóze plodu s porovnáním s KTG. Studie proběhla roce 2007 na Jeseniově lékařské fakultě Univerzity Komenského a Univerzitní nemocnici v Martině. Kritéria zařazení do studie byla: souhlas rodičky, suspektní nebo patologický záznam,  $\geq 36$ . týden,

naléhání plodu hlavičkou, branka >2 cm, porušený vak blan. Kritéria nezařazení do studie byla: závažné krvácení z rodidel, preterminální KTG záznam, závažná infekce matky.

Kritéria zařazení do studie splnilo 110 rodiček. Z tohoto počtu bylo 14 rodiček vyřazeno. Pulzní oxymetrie měla snímat plod minimálně 20 minut.

Všechny rodičky byly při porodu kontinuálně monitorovány kardiokografií společně s pulzní oxymetrií. Při fyziologickém KTG záznamu byly porody ukončovány vaginální cestou. Jednoznačnou indikací k okamžitému ukončení porodu operativním způsobem byla preterminální KTG křivka bez ohledu na pulzní oxymetrii a saturace plodu pod 30 % trvající déle jak 10 minut. Po porodu se hodnotil klinický stav novorozence dle Apgarové v 1., 5. a 10. min., pH krve z umbilikální artérie a cidobáza. Za vážnou acidózu plodu se považovalo  $\text{pH} \leq 7,15$ .

### **Výsledky studie**

Z 96 konečných porodů porodilo 77 žen vaginálně z toho dva porody byly ukončeny forcepsem. Císařským řezem bylo ukončených 19 porodů z důvodu hypoxie plodu, nepostupujícího porodu. U osmi porodů bylo diagnostikováno pH v rozmezí 7,10 až 7,15. Poporodní adaptace u novorozenců z těchto porodů proběhla bez výrazných obtíží.

Zjistilo se, že IFPO dosahuje vyšší statistickou přesnost probíhající acidózy než KTG. Senzitivita u obou metod byla 100 %. Specificita u IFPO dosahovala 80,7 % zatímco u KTG jen 47,7 %. To znamená, že kombinace KTG + IFPO velmi zpřesňuje diagnostiku právě probíhající hypoxie plodu. Díky zpřesnění diagnostiky by se měl snižovat trend zbytečně indikovaných císařských řezů (Dókuš, 2010, str. 96-101).