

Posudek disertační práce

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta biomedicínského inženýrství

Student

Ing. Leoš Tejkl

Disertační práce

**Optimalizace automatického řízení oxygenace
u nezralých novorozenců**

**Optimization of automatic control of oxygenation in
premature infants**

Oponent

doc. MUDr. Jan Janota, PhD.

2. lékařská fakulta Univerzity Karlovy

Fakultní nemocnice v Motole

Posudek

Shrnutí práce:

Předložená disertační práce má 116 stran včetně přehledu literatury. Práce je členěna přehledným a logickým způsobem do 8 celků a je dostatečně dokumentována ilustračními obrázky, grafy a tabulkami. Práce je doplněna pěti přílohami. Téma práce je aktuální, cíle práce byly splněny, formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň je adekvátní.

Přehled obsahu kapitol:

Kapitola 1- Úvod podává základní údaje o obsahu disertační práce, stavu problematiky především v oblasti péče o novorozence a možností podávání kyslíku v průběhu problémů při poporodní adaptaci. Nejprve vytyčuje cíle práce:

1. rozbor, návrh a realizace automatického zpětnovazebního řídicího systému pro porodní sály, 2. návrh, realizace a laboratorní ověření systému, který zkrátí časové zpoždění distribuce kyslíku k pacientovi, 3. vytvoření matematické funkce popisující dynamickou přeměnu poměru hemoglobinu u předčasně narozených novorozenců.

V kapitole 2 - Přehled současného stavu řešení problematiky ve světě podává autor přehled a analýzu současného stavu užití a regulace oxygenoterapie v neonatologii včetně definic hypoxie, oxygenoterapie a platných mezinárodních doporučení podpory vitálních funkcí u novorozenců, stejně jako stav výzkumu v oblasti automatické regulace podávání kyslíku. Součástí této podkapitoly je i přehled řídicích algoritmů používaných na NICU (neonatal intensive care unit, novorozenecká jednotka intenzivní péče), přehled současných ACL systémů podávání kyslíku (ACL - automated closed loop, automatické zpětnovazebné podávání), jejich testování a validace.

V kapitole 3 - Automatický zpětnovazební řídicí systém oxygenace na porodní sál je podrobný popis stabilizace novorozence na porodním sále. V kapitole je detailně zpracována koncepce zpětnovazebního řídicího systému, požadavky na něj, popis potřebného hardware i

software a řídicích algoritmů. Tato kapitola popisuje návrh HW a SW částí automatického zpětnovazebního řídicího systému oxygenace na porodní sály, dále v textu označovaném jako ACLSDR (Automatic Closed-Loop System for Delivery Rooms). Systém byl následně ověřen následujícími metodami:

- se simulovanými vstupními daty
- s matematickým modelem
- s aktivním simulátorem plic

Kapitola 4 Experimentální ověření na králičím biomodelu. Byla potvrzena stabilita systému ACLSDR při použití na živém subjektu a zároveň jeho přínos v kontrolovaném dávkování kyslíku pro optimální dodržení normoxémie.

Kapitola 5 - Systém pro zkrácení času distribuce kyslíku k pacientovi a jeho stimulaci. Cílem této části disertační práce je snížit technické zpoždění distribuce kyslíku k pacientovi během ventilační podpory. V této části je představen návrh konceptu, hardwarová a softwarová implementace a ověření univerzálního experimentálního prototypu zařízení, které snižuje časové zpoždění distribuce kyslíku k pacientovi po změně inspirační frakce kyslíku.

Kapitola 6 - Matematický popis přeměny HbF na HbA. Hlavním zjištěním této části disertační práce je nutnost provedení klinické studie, která by shromáždila údaje o poměru hemoglobinu v závislosti na gestačním věku a hmotnosti předčasně narozených dětí. Na základě těchto údajů lze vyvinout a ověřit matematickou 3D funkci, která dynamicky popisuje vývoj HbA a HbF u předčasně narozených novorozenců a pomůže zpřesnit modely pro automatické zpětnovazební řídicí systémy.

Kapitola 7 - Přínos pro biomedicínské inženýrství shrnuje význam práce, která předkládá nové možnosti řízení optimální oxygenace novorozence na NICU.

Kapitola 8 - Závěr. Disertační práce analyzuje tři hlavní směry optimalizace oxygenace nedonošených novorozenců. Hlavní směry spojují automatické zpětnovazební řídicí systémy oxygenace předčasně narozených dětí, na které navazuje matematický model oxygenace předčasně narozeného novorozence. V případě automatických řídicích systémů na

porodní sály není dostupné řešení s uživatelsky předdefinovanými scénáři, které by bylo možné komerčně získat.

V první části byl popsán návrh a realizace automatického zpětnovazebního řídicího systému pro porodní sály s uživatelsky definovaným průběhem požadovaných rozmezí SpO_2 a FiO_2 . Systém byl ověřen v několika krocích pomocí SW a HW prostředků a na biomodelu králíka. Výsledky ukazují, že se jedná o použitelný experimentální prototyp, jehož výhodou je otevřenost systému, možnost úprav parametrů či příprava a testování nového algoritmu.

V druhé části byl popsán návrh a realizace systému pro zkrácení fyzického zpoždění distribuce kyslíku k pacientovi. Systém byl ověřen v laboratorních podmínkách a výsledky ukazují statisticky významné zkrácení fyzického zpoždění distribuce kyslíku k pacientovi při použití tohoto systému proti uspořádání bez tohoto systému.

V třetí části je popsán vztah přeměny fetálního hemoglobinu na dospělý. Matematický popis přeměny hemoglobinů pomůže v individualizaci a optimalizaci oxygenoterapie pro ohroženou skupinu předčasně narozených novorozenců.

Otázky oponenta

1. Je zde předpoklad klinického testování na porodních sálech, zůstávají některé aspekty možného klinického použití u novorozenců nevyřešené?
2. Autor uvádí, že v důsledku zjištění změn HbA a HbF u předčasně narozených byl zahájen systematický sběr vybraných parametrů z výsledků analyzátoru krevních plynů u předem definovaných pacientů. Jsou k dispozici nějaké předběžné výsledky sběru těchto dat?

Shrnutí oponenta

Výsledky práce Ing. Tejkla jsou dostatečně dokumentovány a byly publikovány v zahraničních odborných časopisech indexovaných ve všech dostupných odborných databázích a splňují požadavky pro úspěšnou obhajobu dizertační práce. Práce přinesla nové, doposud

nepublikované poznatky o možnostech optimalizace automatického řízení oxygenace u nezralých novorozenců. Ing. Leoš Tejkl ve své dizertační práci prokázal vysoký stupeň znalosti dané problematiky a schopnost samostatně vědecky pracovat a mezinárodně prezentovat výsledky své práce. Doporučuji, aby byla práce předložena k obhajobě a stala se podkladem k udělení titulu Ph.D.

V Praze dne 12.6.2023

~~doc.~~ MUDr. Jan Janota, PhD.

Novorozenecké oddělení s JIRP

Gynekologicko-porodnická klinika

FN Motol a 2. LF UK

tel: 224432103

tel/mobil: 603587632

E-mail: jan.janota@fnmotol.cz

