

Oponentský posudek

Autor dizertační práce: Ing. Marek Novák

Název dizertační práce: Vývoj endoskopicky implantovatelného neurostimulátoru s pH senzorem pro léčbu gastroezofageálního refluxu a návrh zpětnovazebného řízení neurostimulace na základě změny pH v jícnu

Školitel: prof. MUDr. Jozef Rosina, PhD., MBA

Autor předkládá k obhajobě dizertační práci, které má 142 stran a je členěna do 6 hlavních kapitol s dalšími podkapitolami. V dizertační práci je 31 obrázků, 2 grafy a 3 tabulky, 9 příloh a 54 literárních citací. Práce se opírá o 4 publikace v impaktovaných časopisech a 2 konferenční příspěvky. Tyto výsledky jsou stěžejní pro obsah dizertační práce. Členění práce je standardní a rozsahem odpovídá požadavkům na dizertační práci. Po formální stránce je práce vypracována pečlivě a obsahuje minimum překlepů.

Úvod dizertační práce čtenáře uvádí krátce do problematiky reflexní choroby jícnu a poukazuje na možnou závažnost tohoto onemocnění. Doktorand ukazuje i současné moderní možnosti léčby a svůj přínos k moderní léčbě, který je výsledkem jeho vědeckého zkoumání.

První kapitola je věnována historii aktivních implantabilních zdravotnických prostředků, která je úzce spjata s vynálezem tranzistoru v prosinci 1947. Samozřejmě, současnost se od historie významně liší a jak, Ing. Marek Novák uvádí, jednou z nejnovějších aplikací neurostimulace je i doktorandem studovaná možnost léčby refluxní choroby jícnu, která spočívá ve stimulaci svaloviny dolního jícnového svěrače, což vede ke zvýšení tlaku svěrače a tím snížení pravděpodobnosti vzniku refluxu.

Cíle práce jsou jasně formulovány ve druhé kapitole. Jedním z cílů dizertační práce byl vývoj systému bezdrátového přenosu energie na větší vzdálenost (8–12 cm). Již na začátku doktorand zvolil jako nejnadějnější induktivní přenos energie, který se v dnešní době pro tyto účely běžně používá. Pro návrh přijímače je zásadní vysokofrekvenční usměrňovač, který musí u implantabilního zařízení splnit požadavky na malou velikost a vysokou účinnost. Ústředním prvkem celého zpětnovazebního systému je neurostimulátor, který musí splňovat základní parametry, které jsou zevrubně v práci popsány. Dalším cílem bylo vyvinout endoskopicky implantovatelný pH senzor a vývoj nových metod a materiálů pro enkapsulaci implantátů. V závěrečné části druhé kapitoly následuje popis vývoje bezdrátového rozhraní pro komunikaci a vývoj zpětnovazebního systému pro léčbu refluxní choroby jícnu.

Třetí kapitola dizertační práce shrnuje použité metodiky a experimentální metody. Autor obsahově dostatečně rozděluje vývoj a výzkum do tří základních oblastí – vývoj hardware a software, vývoj v oblasti strojírenství a materiálových věd pro biokompatibilní enkapsulaci vyvinutého hardware, a in vitro + in vivo experimenty pro posouzení vyvinutého hardware a metod a potvrzení či vyvrácení stanovených hypotéz.

Čtvrtá kapitola je nejrozsáhlejší a věnuje se výsledkům. Je zde podrobně popsán vývoj vlastního RF syntezátoru, jehož funkcí je generovat sinusový výstupní signál o dané frekvenci a amplitudě. Poté byly provedeny simulace diodového usměrňovače zapojeného jako

zdvojovač. Na základě simulací byly voleny hodnoty pasivních součástek (kondenzátorů a induktorů) a na základě simulací byly zkonstruovány usměrňovače, na kterých byla provedena měření. Důležitou součástí této kapitoly je konferenční výstup z kongresu v Mexiku, který byl publikován v roce 2016. V další části čtvrté kapitoly je popsán vývoj komunikačního protokolu pro implantabilní zařízení.

V další části čtvrté kapitoly je uvedena první úspěšná endoskopická implantace neurostimulátoru doktorandem. Výstupy této části jsou opět podloženy publikací z roku 2017. Následuje část, která se věnuje výsledkům prvního experimentu na živém experimentálním praseti. I tato část disertační práce prošla úspěšným oponentním řízením a byla publikována v roce 2018. Vývoj bezbateriového neurostimulátoru je popsán v páté části čtvrté kapitoly. V roce 2019 byly výsledky publikovány v Gastroenterology Research and Practice. Další částí čtvrté kapitoly je návrh miniaturního analogového obvodu pro polovodičové pH senzory. S výsledky seznámil Ing. Novák na konferenci Gastro v Praze v roce 2021. Dostatečnou pozornost autor věnoval designu a konstrukci finálního neurostimulátoru a vývoji pH senzoru na bázi biokompatibilních polymerů a následnému statistickému vyhodnocení. Rovněž tato část výstupů práce Ing. Marka Nováka byla publikována v JOVE v roce 2021.

V páté kapitole – diskusi, autor dizertační práce kriticky zhodnotil všechny výsledky, a v samotném závěru popsal budoucí práce tak, aby výstupem bylo zařízení, které bude mít možnost uplatnění v humánní medicíně.

Oceňuji také, že se doktorand věnoval i takovému tématu, jakým je nezávislé posouzení biokompatibility zkonstruovaných zařízení. Nezávislé hodnocení biokompatibility dle platné normy ISO10993 bylo provedeno Státním zdravotním ústavem, protokoly jsou přílohami této disertační práce.

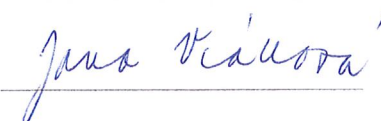
Závěr:

Předložená práce je svým rozsahem odvedených prací a zpracování materiálu na vynikající úrovni. Autor jednoznačně prokázal svoji samostatnost, ukázal, že je v problematice široce orientován a práce je po odborné stránce a po stránce metodické napsána velice dobře.

Mohu jednoznačně konstatovat, že práce splňuje kritéria kladené na dizertační práce, mohu autora pochválit za velký rozsah odvedené práce, za orientaci v problematice i za téma, které si k řešení zvolil. Z hlediska výstupů vědeckých a popisných práce přináší pro čitatele celou řadu nových poznatků.

Na základě prostudování předložených materiálů práci doporučuji k obhajobě a navrhuji hodnocení: p r o s p ě l. Zároveň navrhuji, aby po úspěšné obhajobě byla Ing. Marku Novákovi udělena akademická hodnost „Philosophiae Doctor“ – PhD.

V Praze, dne 5.5.2022


doc. Ing. Jana Vránová, CSc.

Otázka při obhajobě:

1. Je refluxní choroba jícnu jediným onemocněním, které by se stejným nebo podobným řešením dalo léčit?