

Ultrazvuk dodává bezdrátově energii aktivním implantátům

Významnou úlohu v moderní lékařské technice mají aktivní mikroelektronické implantáty, stále častěji používané pro terapeutické účely. Aktivní implantáty, jako např. kardiostimulátory, působí na rozdíl od vnitřně podávaným lékům místně, mají méně vedlejších účinků a jejich činnost je řízena, přímo jako samo lidské tělo, elektrickými signály. Proto je o ně v lékařství velký zájem a odborníci po celém světě pro ně stále nacházejí nová a často velmi zajímavá použití.

Velmi intenzivně se vývoji a použití aktivních mikroelektronických lékařských implantátů věnují výzkumní pracovníci ve Fraunhoferově ústavu pro biomedicínskou techniku IBMT (*Institut für Biomedizinische Technik*) v Sulzbachu v Sársku, kde bylo nedávno vyvinuto zařízení umožňující dodávat aktivním implantátům energii bezdrátově s použitím ultrazvuku. Nová metoda je alternativou k napájení implantátu z baterií nebo přenosem elektrické energie elektromagnetickou indukcí. Nové zařízení, neobsahující napájecí baterie, je prostorově úspornější a oproti obvyklému uspořádání indukční přenosové smyčky účinnější (obr. 1).

Alternativa k léčivům

Aktivní implantáty mohou podporovat určité tělesné funkce nemocného člověka a účinně kompenzovat jejich poruchy. Většinou jsou transplantovány těsně pod pokožku a elektrickou stimulací mohou řídit např. srdeční rytmus (kardiostimulátor), podporovat smyslové vjemy – např. oční implantát nebo kochleární implantát (sluchová protéza) – nebo ovládat ruční protézu. Jinými komplexními úlohami řešenými s použitím aktivních implantátů jsou např. dávkování léků nebo podpora růstu kostí.

„Funkce lidského těla jsou řízeny elektrickými signály, což aktivní elektrický implantát napodobuje,“ vysvětluje dipl. Ing. Andreas Schneider, vedoucí pracovní skupiny *Aktive Implantate* ve Fraunhoferově ústavu IBMT. Dipl. Ing. Peter Weber, vedoucí oddělení *Ultraschall* v ústavu IBMT, doplňuje: „Medikamentózní léčbou lze dosáhnout částečného zlepšení. Nevýhoda je, že léky působí jen nepřímo a zatěžují celé tělo. Aktivní implantáty naproti tomu působí přímo a místně tam, kde je to zapotřebí.“ Snahou výzkumníků je výhledově zavést aktivní implantáty také do léčby civilizačních nemocí, jako je vysoký krevní tlak a cukrovka, a rovněž do léčby Parkinsonovy choroby. „K tomu potřebujeme výkonnější, menší než doposud

a současně robustnější technické prostředky pro stavbu aktivních implantátů. Ukázali jsme, že ultrazvuk je nová cesta pro bezdrátové napájení aktivních implantátů elektrickou energií,“ říká Peter Weber.

Konstrukce aktivních implantátů

Konstrukce aktivních implantátů se v posledních několika letech téměř nezměnila. Podobně jako první komerční kardiostimulátory se skládají z elektroniky hermeticky



Obr. 1. Koncept bezkontaktního přenosu energie a dat mezi aktivním implantátem a okolím ultrazvukem (foto: Fraunhofer IBMT)

zapouzdřené v pouzdru z titanu. Řídící elektrické impulzy jsou vedeny do elektrod vložených přímo do srdečního svalu přes elektrické vývody v titanovém pouzdru a dále spojovacími kabely.

Základním problémem je zásobování implantátu energií. Nedostatkem baterií je, že potřebují mnoho místa – často zabírají až polovinu objemu implantátu – a je nutné je pravidelně operativně vyměňovat. Jako bezdrátová alternativa se používá indukční přenos energie. V tomto případě mohou elektromagnetické vlny přenášet energii i data. Dvě cívky mění proud v magnetické pole a magnetické pole zpět v elektrický proud. Nevýhodou je, že elektromagnetické vlny jsou kovovým pouzdrům implantátu odstíněny, a cívky proto musí být umístěny mimo pouzdro implantátu s elektronikou.

Ultrazvukové vlny jsou mechanické. Vysílají se a popř. přijímají při použití piezoelektrického měniče ve vysílači a přijímači. Piezo-

elektrické měniče se při přiložení napětí nepozorovatelně deformují. Deformace vyvolá mechanickou vlnu, podobnou zvukovým vlnám z reproduktoru. Dopadnou-li ultrazvukové vlny na piezoelektrický měnič v přijímači, také ho deformují, jenom s tím rozdílem, že zde nastává právě opačný jev: deformace produkuje elektrické napětí, potažmo proud. Na rozdíl od elektromagnetických vln ultrazvukové vlny pronikají kovovým pouzdrům implantátu a jejich dosah v lidském těle je větší. Mimoto je lze použít také k přenosu dat, a to v obou směrech – např. údajů o teplotě uvnitř implantátu nebo o druhu a síle elektrické stimulace.

„Při použití ultrazvuku je přijímač ultrazvukových vln umístěn uvnitř hermeticky uzavřeného pouzdra implantátu, přímo na stěně jeho pouzdra. Stěna implantátu a přijímač tvoří homogenní systém, umožňující ultrazvukové vlny efektivně přijímat i vyzářovat,“ vysvětluje Andreas Schneider.

Současný stav vývoje a výhledy

Odborníci Fraunhoferova ústavu IBMT vyvinuli demonstrační zařízení koncipované jako univerzálně použitelná technická platforma, kterou lze konfigurovat pro nejrůznější použití a modelové varianty aktivních implantátů. Je to ucelený systém zahrnující vysílač ultrazvukového signálu vně lidského těla a přijímač pro umístění přímo v implantátu. Toto demonstrační zařízení, splňující přísné předpisy platné pro zařízení k ošetřování lidského těla ultrazvukem, představili pracovníci Fraunhoferova ústavu IBMT odborné veřejnosti na mezinárodním veletrhu Medica v Düsseldorfu ve dnech 14. až 17. listopadu 2016, kde exponát vzbudil velkou pozornost. „Na veletrhu jsme hledali partnery z průmyslu, kteří by byli ochotni na bázi naší technické základny společně vyvinout konkrétní obchodní produkt. Z technického hlediska by bylo možné zavést nový produkt do výroby během asi jednoho roku,“ domnívá se Andreas Schneider. V květnu 2016 odhadovala britská marketingová společnost BBC Research & Consulting roční obrát na trhu s mikroelektronickými lékařskými implantáty na 24,6 miliardy amerických dolarů a předpovídala jeho zvýšení na 37,6 miliardy dolarů do roku 2021, tzn. průměrný meziroční růst o 8,8 %.

[*Ultraschall versorgt aktive Implantate drahtlos mit Energie*. Pressemitteilung der Fraunhofer-Gesellschaft, 4. 10. 2016.]

(Kab.)