

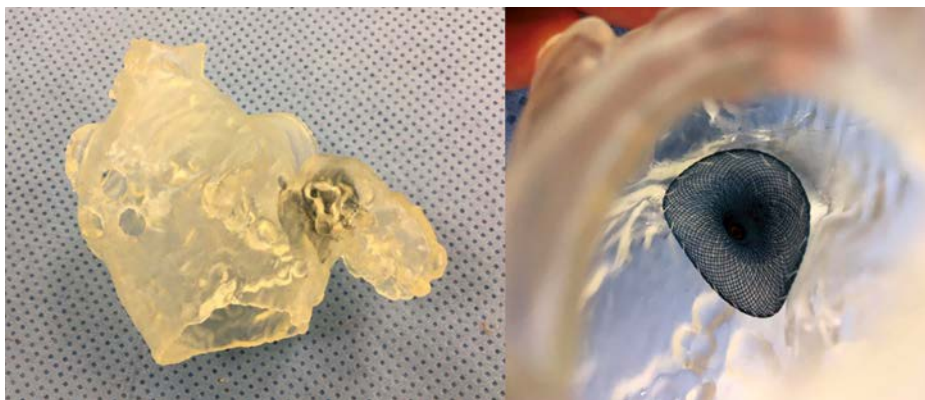
Musí být obeznámen s obsluhou i funkcemi C-ramena pro správné nastavení rentgenového obrazu a hemodynamickým systémem pro měření ejekční frakce levé komory, kvalitativní komparativní analýzy (QCA) při selektivní koronarografii, vyhodnocování pravostranné katetrizace, termodilučního měření apod.

Důležitou úlohou je práce biomedicínského inženýra při měření během komplexních perkutánních koronárních intervencí (PCI) s využitím funkčního vyšetřování koronárních tepen pomocí hyperemických a nehyperemických indexů pro ozřejmění nejednoznačných stenóz či vyšetření mikrocirkulace (30). Přidanou hodnotu k angiografii navíc získávají doplňkové zobrazovací metody – optická koherentní tomografie (OCT), intravaskulární ultrazvuk (IVUS), spektroskopie pomocí blízkého infračerveného záření (NIRS), využívající pohled dovnitř tepny speciálním zobrazovacím katétrem. Mohou se tak odhalit kalcifikace, fibrotické změny, lipidové pláty, disekce a jiné změny uvnitř koronárních tepen. Použití zobrazovacích metod a měření přesných rozměrů tepen, u čehož je biomedicínský inženýr důležitým prvkem, pomůže lékaři se správnou strategií provedení zákroku, s výběrem místa a velikostí implantovaného stentu nebo balonku. Měření s pomocí RFR, FFR a využitím OCT ilustruje obrázek 1 (31).

Katetrizační uzávěr ouška levé síně řadí se mezi nekoronární intervence se provádí u pacientů s přetrvávající fibrilací síní a krvácivými komplikacemi nutné antikoagulační terapie. Trendem v současné době je příprava modelu ouška a jeho tisk na 3D tiskárně pro přesnější plánování výkonu. Pokud pacient nemá kontraindikace, provádí se kontrastní CT vyšetření srdce. Data z CT jsou následně segmentována a upravena dle potřeb operátora. Na fyzickém 3D modelu následně lékař zkouší přístupové cesty k oušku reálným instrumentáři a s různými velikostmi okluderů. Ukázkou tištěného modelu levé síně se zavedeným okluderem dokládá obrázek 2.

Další možností pro rozměrování ouška levé síně je software 3mensio využívající stejná CT data, jako u 3D tisku. Na základě daných kritérií je změřeno ostium a cílová oblast – „landing zone“ pro umístění okluderu. Software umožňuje vizualizaci jeho tvaru ve 3D zobrazení a při skiagrafiích nástřikem kon-

Obr. 2. 3D model levé síně se zavedeným okluderem v oušku levé síně



trastní látkou. Na základě měření biomedicínského inženýra je následně doporučena velikost okluderu. Tato aplikace se také využívá pro měření před dalšími nekoronárními intervencemi – transkatérová implantace aortální chlopně (TAVI), oprava/náhrada mitrální chlopně (MVR) a jiné (32).

Součástí našeho pracoviště je od roku 2019 Kardiovaskulární simulační centrum Kardiosim, které jako první sloužilo pro postgraduální výuku lékařů v oboru kardiologie v České republice. Výhodou simulátoru je vyzkoušet si katetrizaci, naučit se postupům a zvládnutí simulovaných komplikací pod vedením zkušených intervenčních kardiologů bez rentgenového záření. Pracovní náplní biomedicínského inženýra je zajištění simulačního instrumentária a výukových materiálů, pořádání vzdělávacích akcí pro studenty a lékaře, aktualizace novinek na webových stránkách, spolupráce na vytváření harmonogramu lekcí, zajišťování podkladů pro lékaře a údržba simulátoru. Dnes simulační centrum organizuje výukové akce zaměřené na základy koronarografického vyšetření, PCI a jejich komplikace a strukturální intervence. Dále slouží v rámci předatestační přípravy pro lékaře z našeho pracoviště (33, 34).

### Využití telemedicíny v kardiologii

Telemedicina umožňuje prostřednictvím digitálních technologií poskytování zdravotní péče na dálku. V posledních letech se stává klíčovým nástrojem v části zdravotnictví a pacienti mohou získat kvalitní péči i v situacích, kdy není fyzický kontakt s lékařem dostupný. Jejich význam vzrůstá zejména v oblasti kardiologie, kdy může výrazně přispět k včasné diagnostice, monitorování a léčbě pacientů se srdečními

onemocněními. Biomedicinští inženýři zde působí jako mediátoři mezi vyhodnocovacími databázemi a lékaři. Díky technickým i medicínským znalostem dokážou poukázat na případy, kdy je nutný zásah lékaře, řešit konzultace s výrobcem zařízení či určit, kdy je u aktivních implantátů třeba časně zasáhnout do nastavení přístroje. V současné době se telemedicina využívá především v těchto oblastech:

**Monitorování srdečního rytmu** – dlouhodobé kontinuální sledování reálného EKG pacienta v domácím prostředí, a to v horizontu dnů až měsíců. Toto sledování je možné především díky miniaturizaci samotných EKG přístrojů, tak i díky rozvoji nositelných zařízení např. typu chytrých hodinek. Tým biomedicínských inženýrů hraje nezastupitelnou roli ať už v samotném fyzickém hodnocení kontinuálních EKG záznamů, tak i při vývoji a implementaci algoritmů umělé inteligence (AI) a zajištění bezproblémového napárování jednotlivých zařízení. Díky online sledování tým může promptně reagovat na poruchy rytmu a pacientovi naplánovat další terapii (35).

**Telemedicínská kontrola kardiologických implantabilních elektronických přístrojů (CIED)** – umožňuje dálkový odečet parametrů a holterovských funkcí z implantabilních přístrojů a zvyšuje tak bezpečnost a účinnost terapie. Dříve bylo k telemonitoringu využíváno externích modemů, dnešní rychlý vývoj hardware i obslužného software již umožňuje kontrolu CIED pomocí pacientova mobilního telefonu s nainstalovanou mobilní aplikací. Role biomedicínského inženýra je právě v denní kontrole alarmů a jednotlivých hlášení a minimalizaci komplikací ať už z arytmiologické příčiny, nebo z technického selhání elektrody či přístroje. S rychlým vývojem AI můžeme očekávat, že tyto funkce budou moci predi-