

kovat rizikové události a na základě analýzy vzorků srdečního rytmu časně upozornit na pacienty s rizikem závažné arytmie (36).

Sledování pacientů se srdečním selháním – se využívá především u nově diagnostikovaných pacientů, jako součást edukace a nastavení terapie, nebo u pacientů s vysokým rizikem opakovaných hospitalizací. V rámci kontinuálních sledování se kombinují parametry různých zařízení (CIED, chytré hodinky, glukometry, tlakoměry) umožňující online přenos dat. Na základě znalosti anamnézy a parametrů fyziologických funkcí (glykemie, krevní tlak, EKG, pohybová aktivita, výška, váha) biomedicínský tým ve spolupráci s lékaři může personalizovat farmakoterapii v domácím prostředí pacienta a zároveň motivovat pacienta k edukaci o managementu jeho chronického onemocnění a zabránění tak zhoršení jeho zdravotního stavu. Opět, implementace AI umožní reagovat na zhoršení stavu dříve, než dojde ke klinickým příznakům (37).

3D tisk v kardiologii

3D tisk je technologie, která umožňuje vytvářet fyzické modely na základě digitálních dat získaných nejčastěji z CT, dále také z magnetické rezonance (MRI), nebo ultrazvukových skenů. V kardiologii nachází 3D tisk široké uplatnění, především v oblasti personalizované medicíny. Jedním z nejdůležitějších aspektů je možnost vytváření přesných modelů pacientova srdce, které slouží k detailní analýze složitých anatomických struktur. Tyto modely jsou neocenitelné při plánování náročných zákroků, například, jak již bylo zmíněno při zavádění okluderů, výkonech na srdečních chlopních, nebo při léčbě vrozených srdečních vad. Biomedicínský inženýr využívá svých technických a medicínských znalostí ke správné segmentaci surových 3D dat, volby metody 3D tisku a jeho samotného provedení. Výsledkem je nejčastěji fyzický, anatomicky korektní model – předloha, podle které následně lékař plánuje konkrétní výkon za užití adekvátního instrumentária a postupů.

Dalším významným přínosem 3D tisku je vývoj personalizovaných implantátů a zdravotnických nástrojů. Díky možnosti přizpůsobit implantáty přesně anatomii pacienta se zvyšuje jejich efektivita a snižuje riziko komplikací. Například personalizované stenty nebo srdeční

chlopně tištěné na míru mohou lépe adresovat specifické potřeby pacienta, následně pak tento přístup vede k lepším dlouhodobým výsledkům. Biomedicínský inženýr i zde využívá svých technických a medicínských znalostí ke správné segmentaci surových 3D dat, volby metody 3D tisku a jeho samotného provedení (38).

Kromě přímé klinické aplikace hraje 3D tisk významnou roli také ve výzkumu, vývoji a vzdělávání. Výzkumné týmy využívají 3D tištěné modely k výuce, experimentování s novými léčebnými postupy, testování nových materiálů a vývoji pokročilých biokompatibilních implantátů. V budoucnu by mohl 3D tisk dokonce umožnit výrobu funkční srdeční tkáně nebo celých orgánů. Biomedicínská inženýři zde vyvíjejí modely, postupy a participují na výuce (39–41).

V rámci 3D tisku naše pracoviště, tedy Interní kardiologická klinika Fakultní nemocnice Brno, aktivně spolupracuje s firmou Prusa Research, a. s., která je uznávaným světovým výrobcem a vývojářem 3D tiskáren a pokročilých tiskových materiálů. Jsme iniciátory vzniku Centra inovací FN Brno právě se strategickým partnerem Prusa Research, a. s.

Rozšířená realita v kardiologii

Rozšířená realita, virtuální realita a smíšená realita jsou technologie, které propojují reálný svět s digitálním obsahem a poskytují nové způsoby interakce s komplexními daty. V kardiologii nacházejí tyto technologie uplatnění především ve vzdělávání, postgraduálním tréninku a plánování operací. Biomedicínská inženýři zde opět využívají jak technického, tak medicínského odborného vzdělání pro management složité techniky, segmentaci, vývoj aplikací a medicínsky korektní přípravy dat. Dále se fyzicky účastní výkonů, kde zajišťují hladký průběh vizualizace pro potřeby operátora.

Augmentovaná realita (AR) umožňuje lékařům zobrazit digitální informace přímo na těle pacienta, například promítáním anatomických struktur do anatomicky odpovídajícího prostoru během zákroku. Tím se zlepšuje přesnost operací a umožňuje se efektivní navigace během složitých intervencí. AR také usnadňuje komunikaci mezi operačními týmy, protože všechny zapojené strany mohou vidět stejná data v reálném čase.

Virtuální realita (VR) nachází využití především v tréninku lékařů a studentů medicíny. VR umožňuje vytvořit realistické simulace operačních zákroků, které lze opakovaně nacvičovat bez rizika pro pacienta. Tento typ tréninku zvyšuje připravenost lékařů na skutečné situace, zlepšuje jejich dovednosti a odráží se v nižší míře komplikací a vyšší úspěšnosti zákroků.

Smíšená realita (MR) kombinuje prvky AR a VR a umožňuje interakci s virtuálními objekty ve fyzickém prostoru. V kardiologii se MR používá například pro vytváření komplexních simulací, kde mohou lékaři manipulovat s digitálními modely srdce přímo ve svém pracovním prostředí. Využití se přímo nabízí pro plánování operací, distanční spolupráci a vývoj nových terapeutických postupů.

Tyto technologie také výrazně přispívají k individualizaci léčby. S využitím rozšířené reality mohou zdravotničtí profesionálové lépe porozumět specifickým potřebám každého pacienta a navrhnout léčebné postupy šité na míru. Pro pacienty jsou tyto technologie přínosem v personalizovanější, efektivnější, a tím pádem i úspěšnější péči, jak dokládají současné publikace (42–46).

3D tisk a rozšířená realita představují revoluční nástroje v současné kardiologii, které posouvají hranice toho, co je možné v oblasti diagnostiky, léčby, vzdělávání i výzkumu. Personalizované modely a implantáty vytvářené pomocí 3D tisku, spolu s pokročilými aplikacemi AR, VR a MR, přinášejí vyšší přesnost a efektivitu do klinické praxe a zlepšují tak výsledky léčby a celkovou kvalitu péče o pacienty s kardiovaskulárními onemocněními. Tyto technologie zároveň umožňují lépe porozumět složitým srdečním stavům a poskytují nové možnosti pro výzkum a vývoj budoucích terapeutických postupů. Využití 3D tisku a rozšířené reality v kardiologii tedy představuje nejen aktuální trend, ale také významný krok směrem k moderní, precizní a personalizované medicíně. Vzhledem ke komplexitě, potřebě interdisciplinárního rozhledu a spolupráce jsou biomedicínská inženýři nezastupitelní v efektivním využití těchto technologií.

Další specializované odvětví

Číslicové zpracování signálů a obrazů, AI a strojové učení hrají klíčovou roli v moderní