

jizvy. Výsledek je vizualizován ve 3D prostoru a umožňuje interaktivní průzkum srdeční anatomie a integraci s elektroanatomickými mapovacími systémy během výkonu, například Carto, EnSite a Rhythmia. Platforma získala certifikaci CE podle MDR pro balík inHEART MODELS v květnu 2023. Ve Spojených státech obdržel inHEART v březnu 2024 schválení FDA pro modul AI, který automatizuje segmentaci CT obrazu pro tvorbu 3D modelů (18).

inHEART se zaměřuje zejména na plánování ablace u komorové tachykardie, kde může pomáhat definovat cílové oblasti, identifikovat jizvové jádro, hranice jizvy a přechodové zóny mezi jizvou a normální tkání. V přehledové práci „inHEART Models software – novel 3D cardiac modeling solution“ je diskutován potenciál využití v preprocedurálním plánování VT ablací, včetně srovnání s konkurenčními technologiemi, popisu technických výhod, integrace do praxe a případových příkladů (19). Výrobce uvádí, že využití inHEART může snížit dobu výkonu až o 60 % a snížit poměr selhání, tedy recidivy, přibližně o 38 % v porovnání s konvenční metodou, nicméně tyto hodnoty jsou prezentovány zejména na podkladě interních hodnocení, předklinických zpráv, firemních tvrzení, case-reportů a menších studií, a bude důležité je potvrdit ve velkých studiích (18).

Podpůrné systémy při zobrazovacích metodách

Revolution Apex

CT systém GE HealthCare Revolution Apex využívá pokročilou rekonstrukční technologii s umělou inteligencí, označovanou jako ECG-less Cardiac CT, která má eliminovat potřebu EKG signálu při snímání srdce. Technologie může být využitelná v urgentních situacích, kdy není možné umístit EKG elektrody nebo kdy je EKG signál nespolehlivý. Revolution Apex je 512-slice CT systém s vysokou prostorovou a časovou rozlišovací schopností a disponuje širokým detektorem a rychlou rotací pro pokrytí celého srdce v jednom otočení, čímž se snižují artefakty způsobené srdečním pohybem. Hardware dále využívá deep learning algoritmy včetně motion correction, které mají podporovat vysokou kvalitu obrazu i bez synchronizace s EKG. Kombinace rychlé rotace a širokého detektoru umožňuje „zmrznutí“ pohybu i při vyšší srdeční frekvenci. Technologie má umožnit získat vysoce kvalitní koronární CT angiogram bez klasického EKG signálu, snížit složitost vyšetření a eliminovat artefakty při nepravidelném rytmu, přičemž výrobce uvádí možnost single-beat akvizice s nízkou dávkou záření v některých protokolech (20).

Systém byl certifikován dle MDR v srpnu 2024 a je dostupný na evropském trhu. Revolution Apex má 510(k) schválení FDA od prosince 2021 a ECG-less Cardiac CT od dubna 2024 (20). Prospektivní studie proveditelnosti na 43 pacientech ukázala, že korekce pohybu zlepšila kvalitu obrazu a metoda se jevila jako proveditelná alternativa ke klasickému EKG-gatingu (21). Další studie potvrdila tyto výsledky a popsala zkrácení doby vyšetření (22). Práce publikovaná v Journal of Cardiovascular Computed Tomography hodnotila použití algoritmu ECG-less k rekonstrukci obrazu a potvrdila zlepšení kvality obrazu u pacientů s vyšší srdeční frekvencí i arytmií (23). Výrobce současně uvádí case-study z Dánska a Francie popisující přínos pro workflow a snazší nastavení při zachování vysoké kvality zobrazení (20).

CINA® Suite

Avicenna.AI je francouzská společnost zaměřená na vývoj AI softwaru pro urgentní diagnostiku a triáž pacientů z CT zobrazovacích studií. Jejím produktem je CINA® Suite, sada deep learning algoritmů pro automatickou detekci a kvantifikaci kritických nálezů zejména v kardiovaskulární a neurovaskulární medicíně. Systém je zaměřen na urgentní stavy, jako jsou iktus, trauma, plicní embolie, disekce aorty a koronární onemocnění. Uváděné moduly zahrnují CINA-ICH, CINA-LVO, CINA-ASPECTS, CINA-VCF, CINA-PE a CINA-AD. Modul CINA-AD je zaměřen na automatickou detekci disekce aorty a CINA-PE identifikuje plicní embolie na CT angiografii.

Algoritmy fungují na podkladě konvolučních neuronových sítí trénovaných na rozsáhlých kohortách a validovaných v multicentrických studiích. Moduly běží paralelně se standardním PACS/RIS, automaticky analyzují příchozí CTA snímky a v reálném čase zasílají upozornění do klinických systémů a mobilních zařízení. Většina modulů CINA Suite má schválení FDA 510(k) pro klinické použití a celá sada CINA Suite získala označení CE v červenci 2024 (24).

U modulu CINA-PE byla publikována validační studie na 4 795 CT angiografiích v USA s vysokou přesností, AUC 0,92 (25). Další studie uvádí specifitu 93,9 % a pozitivní prediktivní hodnotu 89,5 % a popisuje snížení míry přehlédnutí z 15,6 % na 3,8 % po zavedení algoritmu (26). V oblasti incidentální plicní embolie byly publikovány údaje o senzitivitě 91,7 % a specifitě 90,3 %, přičemž část pozitivních nálezů nebyla při prvním čtení diagnostikována lékařem. Autoři uzavírají, že využití AI může zlepšit workflow a snížit počet nediodagnostikovaných případů (27). Podobná data autoři uvádějí také pro incidentální plicní embolii u onkologických pacientů (28).

Implementační studie hodnotily vliv AI na zkrácení času od diagnostiky po léčbu nebo předání specializovanému týmu. V jedné práci se uvádí zkrácení rozsahu od 5 minut až 22 hodin bez AI na 2 až 15 minut s AI (29). V další studii autoři uvádějí průměrnou dobu upozornění kratší než 6 minut, přičemž kombinace AI a aktivace specializovaného týmu se projevila rychlejší podáním antikoagulancií a snížením mortality v daném souboru (30).

U modulu CINA-AD výrobce uvádí citlivost přibližně 95–98 % a specifitu přibližně 92–96 % v testovacích datasetech (24). Mezinárodní multicentrická a multi-scannerová studie na 1 303 CT vyšetřeních prokázala vysokou diagnostickou přesnost 96,9 %, senzitivitu 94,2 % a specifitu 97,3 %. Průměrný čas do upozornění v souboru byl 27,9 sekundy (31). Menší studie z USA hodnotila klinický přínos integrace CINA-AD pro automatickou detekci a prioritizaci disekce aorty a popsala významné zkrácení času od vyšetření k posouzení i času interpretace, přičemž AI přístup překonal standardní postup FIFO díky prioritizaci urgentních případů (32).

FFRangio

FFRangio je produkt společnosti CathWorks se zázemím v USA, Izraeli, Japonsku a Nizozemsku. Systém je založen na výpočetní analýze koronárních angiogramů pomocí AI a výpočetní hemodynamiky a poskytuje hodnoty frakčního rezervního průtoku pro celé koronární řečiště během intervence bez použití invazivních tlakových drátů nebo