

V rámci urologie existuje mnoho studií testujících využití AI jak u benigních, tak u maligních onemocnění, a také v pediatrické urologii, která však není předmětem tohoto článku. Množství publikací na téma AI v urologii v posledních letech stoupá, jak je znázorněno na grafu 1, který zobrazuje počet publikací dle roku vydání v databázi PubMed při zadání termínu „AI in urology“. V popředí zájmu v současné době stojí uroonkologie, nejvíce pak nádory prostaty, poté močového měchýře a ledvin. Z benigních urologických onemocnění je nejčastěji studované využití v oblasti urolitiázy, méně pak u benigní hyperplazie prostaty, inkontinence či transplantace ledvin (19, 22).

Uroonkologie

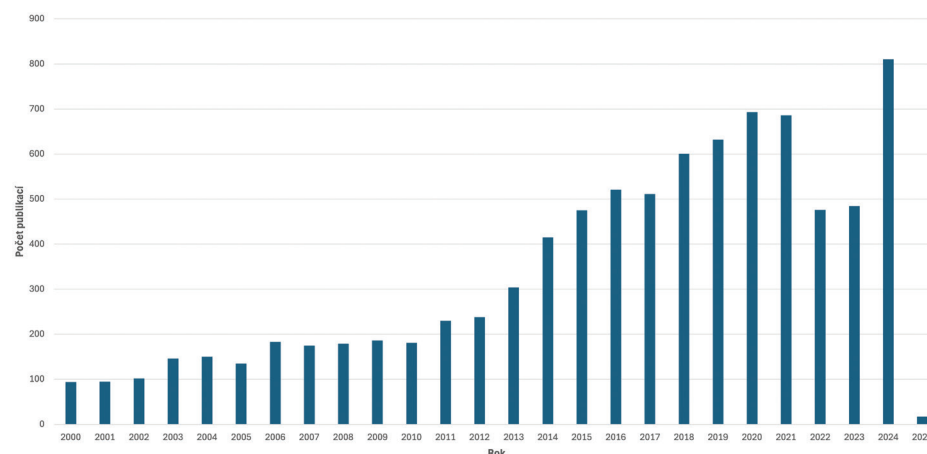
Prostata

Lokalizovaný karcinom prostaty

AI má potenciál ve zlepšení diagnostiky (radiodiagnostika a patologie), iniciační stratifikace rizika a predikce odpovědi na léčbu u lokalizovaného karcinomu prostaty (KP).

V rámci radiodiagnostiky se studuje potenciální využití DL/CV u magnetické rezonance (MR) prostaty jako samostatné diagnostické metody bez biopsie prostaty (BP) za pomoci autosegmentace a detekce ložisek KP, zlepšení identifikace pacientů k BP a snížení variability čtení histologických preparátů různými lékaři či hodnocení Gleasonova skóre (GS) přímo ze snímků (29). Zajímavá je studie Cai et al., kde testovali DL model proti radiologům bez zjištění rozdílu v detekci klinicky signifikantního KP (30). Mezinárodní komparativní studie PI-CAI z roku 2024 porovnávala DL model proti 62 radiologům v hodnocení MR prostaty pomocí PI-RADS 2.1 v detekci klinicky signifikantního KP. Zjistili vyšší přesnost DL modelu oproti radiologům, s plochou pod křivkou (area under curve – AUC) 0,91 pro model, respektive 0,86 pro radiology (31). Několik modelů je již schváleno Americkým úřadem pro kontrolu potravin a léčiv (Food and Drug Administration – FDA) jako například Quantib®, který splňuje i požadavky evropského nařízení o zdravotnických prostředcích 2017/745. Tento produkt má především za cíl pomáhat méně zkušeným radiologům (32).

Graf 1. Počet publikací podle roku na téma AI v urologii v databázi PubMed



Patologové testují využití DL modelů s pomocí virtuálních preparátů (whole slide image – WSI) v detekci KP, ke stanovení GS a v identifikaci kribriiformních struktur. Modely na přítomnost či nepřítomnost KP v bioptických vzorcích obecně dosahují velké přesnosti s AUC nad 0,90 (29). Prvním nástrojem povoleným FDA v patologii KP se stal Paige Prostate. Jedná se o DL model s použitím CNN, který má za úkol asistovat patologovi v detekci, gradingu a kvantifikaci KP v bioptických vzorcích. Tento nástroj zkracuje dobu čtení vzorků, snižuje potřebu použití imunohistochemie a vyhledání druhého názoru a zároveň zachovává stejnou přesnost diagnostiky v porovnání se samotnými patologi (33).

Pro další péči o pacienta s nově diagnostikovaným lokalizovaným KP je důležitá stratifikace rizika. U nás využívané klasifikace (např. dle EAU) jsou převážně založené na stratifikaci rizika dle d'Amica/NCCN (National Comprehensive Cancer Network) z 90. let 20. století kombinující GS, hladinu prostatického specifického antigenu (PSA) a per rektum vyšetření (DRE). Tyto klasifikace opakovaně prokázaly nedostatečnou prognostickou přesnost (29, 34, 35). V roce 2024 zahrnul NCCN do svých doporučení využití nástroje Artera AI Prostate Test, což je multimodální AI model s učením s vlastním dohledem kombinující klinická data a histopatologické snímky z biopsie prostaty, k rozdělení pacientů s nově diagnostikovaným KP dle rizika 10letého vývoje vzdálených metastáz. Dle studie Esteva et al. model v porovnání s rizikovými skupinami dle NCCN prokázal vyšší AUC o 9,2 až 14,2 % v predikci vzdálených

metastáz v 5 a 10 letech, biochemickém selhání v 5 a 10 letech, 10letém přežití specifickým pro KP a celkovém přežití (36). Mimo to Artera AI souběžně identifikuje pacienty, kteří by pravděpodobně benefitovali z krátkodobé androgen deprivace terapie v kombinaci s radioterapií u středně rizikového KP (37). Příklad výstupu Artera AI je uvedený na obrázku 4.

Díky velkému množství dat (automatické metriky výkonnosti), které sbírá světově nepoužívanější robotický systém Da Vinci v celém průběhu roboticky asistované radikální prostatektomie, bylo možné vytvořit ML algoritmus k hodnocení a predikci operační dovednosti na základě pooperační délky hospitalizace a DL algoritmus k predikci pooperační inkontinence, obojí s cílem lepší objektivizace expertízy chirurgů v porovnání s klasickými statistickými metodami (38, 39).

Biochemická rekurence

V rámci BCR byl testován ML model k rozdělení pacientů s nízkou a vysoce rizikovou BCR dle pravděpodobnosti vyvinutí metastatického postižení do pěti let, který byl však vytvořen na základě retrospektivních dat z klasického stagingu pomocí CT břicha a malé pánve a scintigrafie kostí. Chybí však významné studie za použití moderních stagingových metod, jako je například PSMA PET/CT (29, 40). K vývoji nových DL modelů na predikci doby do BCR s pomocí virtuálních patologických snímků vybízí i tzv. LEOPARD (LEarning biOchemical Prostate cAncer Recurrence from histopathology sliDes) Challenge. V rámci této veřejné soutěže je k dispozici 508 kvalitních WSI po radikální prostatektomii k natrénování modelu a další snímky k validaci (41).