

Integrace digitální patologie do pracovního procesu patologických pracovišť

Ondřej Fabián^{1,2}, Marian Švajdler^{3,4}, Tomáš Jirásek⁵

¹ Pracoviště klinické a transplantační patologie, Institut Klinické a Experimentální Medicíny, Praha, Česká republika

² Ústav patologie a molekulární medicíny 3. LF UK a FTN, Fakultní Thomayerova nemocnice, Praha, Česká republika

³ Šiklův ústav patologie LF UK a FN Plzeň, Česká republika

⁴ Bioptická laboratoř s.r.o., Plzeň, Česká republika

⁵ Oddělení patologie, Krajská nemocnice Liberec, Česká republika

SOUHRN

Využití digitální patologie a umělé inteligence v anatomické patologii představuje revoluční krok směrem k modernizaci diagnostických procesů. Digitalizace, postavená zejména na využívání tzv. whole slide imaging, umožňuje vytvářet celoplošné digitální obrazy histologických preparátů, což přináší potenciální benefity v oblasti přesnosti a dostupnosti diagnostiky. Na rozdíl od tradiční mikroskopie poskytuje digitální patologie též možnost telemedicíny a vzdálené konzultace, čímž otevírá nové možnosti spolupráce a sdílení odborných znalostí na národní i mezinárodní úrovni. Implementace digitálního pracovního postupu nicméně vyžaduje rozsáhlé investice do skenerů, softwarových platform, vysokokapacitních úložišť a IT infrastruktury. Navzdory nemalým nákladům na implementaci však přináší řadu výhod, včetně časových úspor, možnosti centralizace diagnostiky a snížení nákladů na transport vzorků. Tento příspěvek se zaměřuje na praktické aspekty implementace digitální patologie v patologických laboratořích s důrazem na přínosy, rizika a technologické požadavky spojené s digitalizací a diskutuje i zásadní role validace a verifikace celého nového pracovního procesu. Článek představuje digitální patologii jako dynamicky se rozvíjející obor s vysokým potenciálem pro personalizovanou medicínu, zlepšení diagnostické přesnosti a podporu vzdálené spolupráce, čímž reaguje na rostoucí nároky moderní medicíny.

Klíčová slova: digitální patologie – strojové učení – umělá inteligence – whole slide image

Integration of digital pathology workflow in the anatomic pathology laboratory

SUMMARY

The application of digital pathology and artificial intelligence in anatomical pathology represents a revolutionary step towards the modernization of diagnostic processes. Digitalization, primarily based on creation and subsequent use of whole slide imaging, enables generating of full digital images of histological slides, offering potential benefits in diagnostic accuracy and accessibility. Unlike traditional microscopy, digital pathology also facilitates telemedicine and remote consultation, opening new possibilities for collaboration and sharing of expertise at both national and international levels. However, implementing a digital workflow requires substantial investments in scanners, software platforms, high-capacity storage, and IT infrastructure. Despite considerable costs of implementation, it brings numerous advantages, including time savings, opportunities for centralized diagnostics, and a reduction in sample transport costs. This paper focuses on the practical aspects of implementing digital pathology in pathology laboratories, emphasizing the benefits, risks, and technological requirements associated with digitalized workflows. It also discusses crucial roles of validation and verification, which are essential for ensuring a diagnostic accuracy of digital images compared to conventional microscopy. The article presents digital pathology as a dynamically evolving field with high potential for personalized medicine, improved diagnostic accuracy, and support for remote collaboration, addressing the growing demands of modern medicine.

Keywords: digital pathology – machine learning – artificial intelligence – whole slide image

Cesk Patol 2025; 61(1): 22–28

V posledních letech zažíváme dynamický rozvoj technologií umělé inteligence (AI) ve všech oblastech lidské činnosti, přičemž medicína představuje jedno z nejdůležitějších polí jejího uplatnění. Inovativní startupy i globální technologické společnosti intenzivně pracují na vývoji nových algoritmů a digitálních platform využívajících AI a strojové učení, s cílem podpořit a zkvalitnit práci lékařů. Obor anatomické patologie, který je již tradičně zaměřen na analýzu obrazových dat, poskytuje široké možnosti pro využití AI jak v rutinní diagnostice bioptických vzorků, tak i ve výzkumu. Je pravděpodobné, že

v následujících letech a desetiletích projde patologie zásadní transformací, přičemž AI bude hrát klíčovou roli při přesnějším hodnocení obrazových dat a umožní generovat informace, které zůstávají lidskému oku skryté (tzv. skryté vzorce, hidden patterns), což přinese další potenciální benefity pro pacienty. K úspěšné implementaci AI je však zásadní široká dostupnost digitalizovaných histopatologických snímků ve vysokém rozlišení, což vyžaduje digitalizaci pracovního postupu jako celku. V anglické literatuře se často setkáváme s dvěma termíny, a těmi jsou *digital pathology* a *computational pathology*. Druhý jmenovaný termín označuje pokročilé využití strojového učení a AI k extrakci a analýze velkého množství dat z histopatologických snímků s cílem odhalit komplexní vzorce a skryté souvislosti, které by lidskému oku zůstaly skryté, a zpřesnit kvantifikaci různých histopatologických proměnných, což má vést ke zlepšení diagnostické přesnosti, umožnit lepší predikci následného klinického průběhu onemocnění a ve výsledku se přiblížit personalizaci medicíny. Oproti tomu termín *digital pathology* představuje více praktický koncept, zahrnující digitalizaci

✉ Adresa pro korespondenci:

doc. MUDr. Ondřej Fabián, Ph.D.

Pracoviště klinické a transplantační patologie

Institut Klinické a Experimentální Medicíny

Vídeňská 1958/9

140 21, Praha 4

e-mail: ondrej.fabian@ikem.cz