

POTENCIÁL UMELEJ INTELIGENCIE VO VZDELÁVANÍ ŠTUDENTOV MEDICÍNY A VÝZVY PRE AKADEMICKÉ KNIŽNICE

MUDr. Eva Koščová, PhD., MBA; eva.koscova@cvtisr.sk; (Centrum vedecko-technických informácií SR)

Účel – Umelá inteligencia (UI) je jedným z najrýchlejšie sa rozvíjajúcich odvetví technológie, ktorá nezadržateľne preniká do nášho pracovného i osobného života a zasahuje aj do vzdelávacieho procesu a akademickej sféry. Cieľom tejto práce je na báze prehľadu literatúry podať súčasný pohľad na potenciál umelej inteligencie vo vzdelávaní študentov medicíny, uviesť príklady možného využitia nástrojov UI v oblasti medicínskej edukácie s poukázaním na prínosy a výzvy, ktoré využitie UI prináša, a poukazať na rolu akademických knižníc. Vzdelávanie UI v akademickom prostredí je doménou univerzít v spolupráci s akademickými knižnicami. Akademické knižnice majú mandát podporovať informačné potreby univerzít a študentov a byť strážcom integrity vedeckých poznatkov v ére vedy riadenej umelou inteligenciou. Článok poukazuje na faktory ovplyvňujúce implementáciu UI do medicínskeho vzdelávania a do digitálnej transformácie akademických knižníc a možnosti použitia nástrojov UI v medicínskom vzdelávaní a v poskytovaní knižnično-informačných služieb akademickému obci.

Metodológia/Dizajn – Článok bol vypracovaný ako systematický prehľad literatúry, ktorého cieľom bolo zmapovať súčasný stav poznania v oblasti využitia umelej inteligencie vo vzdelávaní študentov medicíny a v digitálnej transformácii akademických knižníc. Dáta boli získané z renomovaných vedeckých databáz ProQuest Central, Scopus, IEEE Xplore, ScienceDirect, Wiley Online Library, SpringerLink, PubMed, ResearchGate, Web of Science, Google Scholar a SAGE Journals. Výber týchto databáz bol motivovaný ich zameraním na medicínu, informačné technológie a knižničnú a informačnú vedu. Pri vyhľadávaní boli zohľadnené publikácie vydané v období 2021 – 2025, pričom boli akceptované len články publikované v anglickom alebo slovenskom jazyku. Do analýzy boli zahrnuté peer-reviewed štúdie dostupné v plnom texte, ktoré sa priamo zaoberajú využitím umelej inteligencie v medicínskom vzdelávaní, alebo skúmajú implementáciu UI do knižnično-informačných služieb akademických knižníc. Zo štúdií boli vylúčené práce, ktoré sa venujú výhradne technickým aspektom UI bez prepojenia na edukáciu alebo akademické prostredie, ako aj zdroje nižšej vedeckej kvality (napr. blogy, neoverené preprinty bez recenzie). Použili sa kombinácie kľúčových slov a logických operátorov, napr. ("artificial intelligence" OR "AI") AND ("medical education" OR "clinical training" OR "medical students") AND ("academic libraries" OR "library services" OR "digital transformation"). Každá databáza bola prehľadaná samostatne. Proces selekcie a analýzy:

1) predvýber na základe názvu a abstraktu; 2) detailné čítanie plného textu; 3) kódovanie a tematická analýza obsahu s cieľom identifikovať opakujúce sa témy, výzvy a odporúčania. Výsledky boli následne syntetizované do tematických celkov, ktoré tvoria základnú štruktúru článku.

Výsledky – Umelá inteligencia prináša zmenu paradigmy vzdelávania, sľubuje revolúciu v spôsobe šírenia, personalizácie a aplikácie medicínskych vedomostí, vďaka čomu je učenie efektívnejšie, prispôsobivejšie a dostupnejšie. Plné využitie technológií generatívnej umelej inteligencie v medicínskom vzdelávaní pôjde ruku v ruku s rozvojom regulačných opatrení a validáciou na jej využívanie v medicínskej praxi a digitálnou transformáciou akademických knižníc.

Originalita – Umelá inteligencia (UI) sa ukázala ako transformačná sila v mnohých odvetviach a vzdelávanie nie je výnimkou. Lekárska oblasť so svojím komplexným súborom vedomostí je jednou z najnáročnejších oblastí pre vyučovanie aj učenie. Tento dokument je venovaný súčasnému potenciálu UI v lekárskom vzdelávaní so zameraním na jej aplikácie, výhody, výzvy a budúce dôsledky pre vzdelávanie študentov medicíny a lekárske fakulty v prepojení na rolu akademických knižníc.

<http://doi.org/10.52036/1335793X.2025.1.40-54>

ÚVOD

Tradičný prístup k lekárskemu vzdelávaniu sa vo veľkej miere spoliehal na osobné prednášky, učebnice a klinické školenia. Aj keď tento model po stáročia produkoval kompetentných zdravotníckych odborníkov, čelí významným výzvam pri prispôbovaní sa rýchlo sa meniacemu prostrediu zdravotnej starostlivosti. Tieto výzvy sú generované geometrickým radom rastúcim objemom medicínskych vedomostí, potrebou personalizovaného vzdelávania a obmedzenými zdrojmi dostupnými na lekárske fakultách.

Umelá inteligencia so svojou schopnosťou spracovávať obrovské množstvo údajov, učiť sa z príkladov a prispôbovať sa individuálnym potrebám ponúka riešenie týchto výziev. Má potenciál rozšíriť tradičné vyučovacie metódy, zlepšiť klinický výcvik a poskytnúť študentom medicíny na mieru prispôbenú a efektívnejšiu vzdelávaciu skúsenosť. Úspešná integrácia umelej inteligencie do klinickej praxe závisí od toho, či lekári pochopia princípy UI a jej aplikácie, od dostatku investícií a patričnej erudície akademickej obce. Preto je nevyhnutné, aby učebné osnovy medicínskeho vzdelávania zahŕňali témy a koncepty UI a poskytovali budúcim lekárom potrebné základné vedomosti a zručnosti. Existuje však vedomostná medzera v súčasnom chápaní a dostupnosti štruktúrovaných rámcov učebných osnov UI prispôbených medicínskemu vzdelávaniu. V súčasnosti neexistujú žiadne akreditačné požiadavky týkajúce sa implementácie UI do medicínskeho kurikula. Vedúce svetové univerzity vypracúvajú vlastné princípy aplikácie UI na domovskej akademickej pôde.

Umelá inteligencia (UI) je počítačový softvér, ktorý napodobňuje spôsoby, akými ľudia uvažujú pri vykonávaní zložitých úloh, ako je analýza, uvažovanie a učenie. *Strojové učenie* je podmnožinou UI, ktorá využíva algoritmy trénované na údajoch na vytváranie modelov, ktoré dokážu vykonávať zložité analytické zadania. Za spoločenský a technologický prielom možno považovať vznik *generatívnej umelej inteligencie* využívajúcej modely strojového učenia na vytváranie nového obsahu alebo údajov. Nástroj UI ChatGPT zostáva jedným z najuznávanejších a najpoužívanejších systémov UI (OpenAI 2025; Milmo 2023). Stavajúc na vytvorených základoch, GPT-4 stále zlepšuje svoje funkcionality, schopnosti uvažovania a integráciu znalostí. Pomocou jednoduchého textového zadania-promptu je každému umožnené pracovať s umelou inteligenciou a využívať ju v každodennom živote (Roumeliotis

a Tselikas 2023). Spustenie ChatGPT podnietilo spustenie konkurenčných produktov UI vrátane Gemini, Claude, Llama, Ernie a Grok. Spoločnosť xAI nedávno predstavila novú generáciu UI Grok 3 s novými funkcionalitami.¹

Veľké jazykové modely (LLM) v UI, riadené sofistikovanými algoritmi a rozsiahlymi súbormi údajov, majú potenciál zmeniť spôsob spracovania lekárske informácií, prijímania rozhodnutí a poskytovania starostlivosti. Tieto modely dokážu odpovedať na otázky, sumarizovať informácie a dokonca vytvárať kreatívny obsah. Treba však zobrať do úvahy, že tieto modely sú trénované na rozsiahlych súboroch údajov obsahujúcich text z rôznych zdrojov, ako sú knihy, webové stránky, články atď. Počas školenia sa LLM učia štatistické vzorce v rámci jazyka, pričom identifikujú, ako spolu slová a frázy súvisia. Skôr než mať pamäť v ľudskom poňatí, LLM kódujú tieto vzory do miliárd parametrov, čo sú číselné hodnoty, ktoré určujú, ako model predpovedá a generuje odpoveď na základe vstupov, čo môže spôsobiť, že výstup z nástrojov UI, ako odpoveď na ten istý prompt, sa môže líšiť od výziev.² LLM nemajú explicitné úložisko pamäte ako ľudia. Keď položíme otázku LLM, nepamätá si predchádzajúcu interakciu ani konkrétne údaje, na ktorých bol LLM vyškolený. Namiesto toho generuje odpoveď výpočtom najpravdepodobnejšieho sledu slov na základe svojich trénovacích údajov. Tento proces je riadený zložitými algoritmi, najmä architektúrou transformátora³, čo umožňuje modelu zamerať sa na relevantné časti vstupného textu (mechanizmus pozornosti), aby sa vytvorili koherentné a kontextovo vhodné odpovede.

Umelá inteligencia napreduje mimoriadnou rýchlosťou a vedie k výraznému pokroku v rôznych oblastiach vrátane medicínskej edukácie a v poskytovaní zdravotnej starostlivosti. Ako sa technológia vyvíja, vytvára bezprecedentné príležitosti na vývoj nových nástrojov UI, ktoré môžu podporiť a zlepšiť každodennú klinickú prax a medicínsku erudíciu. Na integrovanie generatívnych technológií UI, vrátane syntetických výsledkov do medicínskej praxe, sú potrebné robustné dátové štandardy a certifikácie za účelom zaistenia kvalitatívnych, bezpečnostných a etických požiadaviek.

KLÚČOVÉ OBLASTI UI V MEDICÍNSKOM VZDELÁVANÍ

Umelá inteligencia je ľuďmi vytvorený systém (obvykle softvérový nástroj) schopný vykonávať inteligentné úlohy tak, že analyzuje svoje prostredie a pomocou algoritmov s istým stupňom autonómie dosahuje špeci-

fické ciele. Generatívna UI využíva algoritmy na analýzu vzorov v súboroch údajov, aby potom napodobnila štýl alebo štruktúru na replikovanie širokej škály obsahu. Nástroje generatívnej umelej inteligencie dokážu na základe inštrukcií od používateľa, tzv. promptu, generovať digitálny obsah (napr. text, obrázky, videá, zvuky alebo kód v programovacích jazykoch). Veľké jazykové modely (napr. ChatGPT) používajú obrovské sady dát na spracovanie, sumarizáciu, generovanie a predikciu textového obsahu. Väčšina z moderných nástrojov UI je založená na tzv. hlbokých neurónových sieťach, ktoré sú metódami strojového učenia inšpirovanými fungovaním ľudského mozgu: hlboké neurónové siete sa dokážu učiť z príkladov a rozpoznávať zložité vzorce vo vstupných dátach (Takáč 2024; Antamis et al. 2024). Nástroje umelej inteligencie uľahčujú a zefektívňujú prácu a mnohé z nich sa dajú využiť vo vyučovacom procese. V kombinácii s algoritmami strojového učenia (machine learning ML) vie UI spracovávať veľké množstvo údajov a rozhodovať sa na základe nich s potenciálom vykonávať úlohy autonómne, s minimálnym ľudským zásahom (Hallquist et al. 2025). Hlboká neurónová sieť napodobňuje fungovanie ľudského mozgu. Ide o súbor algoritmov inšpirovaných ľudským mozgom. Cieľom tejto technológie je simulovať činnosť ľudského mozgu, konkrétnejšie rozpoznávanie vzorov a prenos informácií medzi rôznymi vrstvami neurónových spojení. Vo všeobecnosti má hlboká neurónová sieť vstupnú vrstvu, výstupnú vrstvu a aspoň jednu vrstvu medzi nimi. Čím vyšší je počet vrstiev, tým je sieť hlbšia. Každá z týchto vrstiev vykonáva rôzne typy špecifického triedenia a kategorizácie podnetov v procese nazývanom „hierarchia funkcií“ (Antamis et al. 2024). Neurónová sieť interpretuje dáta zozbierané senzormi alebo priamo vložené programátorom. Týmito údajmi môžu byť obrázky, texty, alebo dokonca zvuky, ktoré sa potom prevedú na číselné hodnoty. Rôzne údaje medzi vstupnou vrstvou a výstupnou vrstvou sa musia spracovávať postupne, aby bolo možné vyriešiť úlohu alebo urobiť predpoveď. Prvá vrstva siete prijíma dáta a vykonáva výpočet aktivačnej funkcie, aby vytvoril výsledok. Môže to byť napríklad predpoveď pravdepodobnosti. Tento výsledok sa prenáša do ďalšej vrstvy neurónov. Spojenie medzi dvoma po sebe nasledujúcimi vrstvami je spojené s „váhou/pripísanou dôležitosťou“. Táto váha definuje vplyv údajov na výsledok vytvorený ďalšou vrstvou a prípadne na konečný výsledok. Napriek svojim výhodám však hlboké neurónové siete majú svoje vlastné obmedzenia a nevýhody. Najvýznamnejším z nich je čierna skrinka ich procesov vytvárania predpovedí, čo znamená, že vnútorná logika týchto modelov je pre používateľa netransparentná a dokonca ani odborníci nedokážu úplne pochopiť dôvody ich predpovedí. Slepó dôverovať

systému UI bez schopnosti porozumieť a overiť jeho rozhodovací proces je nežiaduce alebo dokonca v niektorých aplikáciách neprijateľné. Napríklad v lekárskej oblasti musí byť akákoľvek diagnóza alebo predpoveď dostupná na overenie ľudským odborníkom (Antamis et al. 2024).

ChatGPT, nástroj umelej inteligencie vyvinutý technologickou spoločnosťou OpenAI, prilákal viac ako 173 miliónov používateľov len za päť mesiacov od svojho prvého vydania v novembri 2022 (Milmo 2023). Tento výkonný nástroj rýchlo extrahuje relevantné informácie z miliónov súborov zverejnených na internete a na základe toho, čo nájde, generuje zmysluplný text, čo používateľom šetrí drahocenný čas a námahu. GPT-3.5 bol uvedený na trh v novembri 2022 a GPT-4 bol uvedený na trh v marci 2023. GPT-4 preukázal významný pokrok v presnosti a klinickom uvažovaní v porovnaní so svojím predchodcom, GPT-3.5, v lekárskejších posudkoch. Je pozoruhodné, že zatiaľ čo ChatGPT-3.5 neuspel na skúške UK Radiology Fellowship, ChatGPT-4 prešiel so skóre 75,5 % (Ariyaratne et al. 2024). Generatívne algoritmy UI, ako napríklad algoritmy využívajúce metodiku vrátane GPT (Generative Pretrained Transformer – generatívny predtrénovaný transformátor) a GAN (Generative Adversarial Network – generatívne siete protivníkov) možno trénovať na existujúcich súboroch lekárskejších údajov, aby sa vytvorili syntetické údaje, ako sú text, obrázky a iné štruktúrované údaje, ktoré ponúkajú alternatívu k údajom zozbieraným od ľudí. Syntetické údaje si zachovávajú základné črty pôvodných lekárskejších údajov, pričom sú anonymizované a upravované tak, aby vyhovovali špecifickým výskumným potrebám. Napríklad syntetické súbory údajov o rakovine, kardiovaskulárnych ochoreniach a COVID-19 boli vytvorené pomocou informácií o pacientoch v databázach National Health Service na výskum a aplikácie strojového učenia.⁴

Zatiaľ čo chatboty a ďalšie nástroje UI ponúkajú množstvo výhod, ich spoľahlivosť je v niektorých prípadoch znepokojujúca. Je dôležité uvedomiť si obmedzenia chatbotov, ktoré sú obmedzené algoritmami, na ktorých sú postavené. Chatboty ako ChatGPT mnohokrát neuvádzajú referencie na údaje, ktoré poskytujú. Táto absencia citácií vyvoláva otázky o spoľahlivosti, uskutočniteľnosti a pragmatizme poskytnutých informácií. Spoliehanie sa výlučne na necitované poznatky môže zavádzať pacientov, lekárov a študentov medicíny, čo môže byť nebezpečné. Niektoré výstupy vygenerované ChatGPT na základe promptu sú dokonca označované ako *halucinácie* ChatGPT (Alkaissi a McFarlane 2023), napríklad poskytnutie podrobnej, ale veľmi nesprávnej odpovede prehliadnutím zjavnej chyby v prompte/zadaní.

Tessler a kol. (2024) v článku *Advancing Medical Practice with Artificial Intelligence: ChatGPT in Healthcare* uvádzajú, že na základe metaanalýzy 27 článkov, ktoré skúmali výkon ChatGPT v rôznych úlohách a medicínskych oblastiach, možno povedať, že ChatGPT je užitočný pri úlohách, ako je vytváranie výskumných tém, pomoc pri klinickom uvažovaní a zefektívnenie pracovných postupov, zistili sa však aj obmedzenia. Tieto obmedzenia zahŕňali nepresnosti, nezrovnalosti, fiktívne informácie a obmedzené znalosti, čo zdôrazňovalo potrebu ďalších vylepšení. Autori poukázali na obmedzenia, ktoré si vyžadujú starostlivý ľudský dohľad a zodpovedné používanie na zlepšenie starostlivosti o pacienta, vzdelávania a rozhodovania.

Pedagógovia a zdravotnícki pracovníci musia byť vybavení potrebnými *zručnosťami*, aby mohli správne integrovať technológiu UI do tvorby učebných osnov, poskytovania výučby a postupov hodnotenia. Lekárske fakulty môžu zvýšiť pripravenosť fakúlt realizáciou cielených „programov rozvoja fakúlt“. Okrem toho je neustále vzdelávanie a spolupráca medzi akademickou obcou, priemyslom a regulačnými inštitúciami nevyhnutná na udržanie kroku s rýchlo sa meniacim prostredím UI v medicínskom vzdelávaní.

Aktualizácia ChatGPT – GPTPlus (GPT-4) v predplatenej verzii ChatGPT – umožňuje vytvárať „vlastné GPT“ (UI „chat roboty“) (OpenAI 2025). Stručne povedané, iba so základnou počítačovou gramotnosťou si používateľ (učiteľ) môže vytvoriť svoj vlastný GPT, ktorý je vyškolený na hranie špecifickej roly (napríklad virtuálneho pacienta), má oveľa väčšiu kontrolu nad tým, ako sa správa, a umožňuje interakciu medzi GPT s kýmkoľvek (učiaci sa) poskytnutím štandardného webového odkazu (URL). Táto funkcia výrazne zvyšuje vzdelávaciu hodnotu ChatGPT. Pre prístup a správne používanie tejto funkcie však učiteľ musí dodržiavať niekoľko základných tipov a pokynov. Masters a kol. (2023) publikovali prácu, kde zdieľajú 12 tipov na vytvorenie vlastných UI chatbotov medicínskeho vzdelávania. Poskytuje tieto tipy: 1 – 3 sa zameriavajú na nastavenie značiek GPT a zdrojov údajov, 4 – 10 sa týkajú konkrétnych značiek GPT, ktoré sa majú zostaviť, tip 11 sa týka zabezpečenia a tip 12 je pre pokročilých používateľov.

OBLASTI VYUŽITIA UI V MEDICÍNSKOM VZDELÁVANÍ

UI technológie, ako napríklad jazykové modely, nástroje na analýzu dát či vizualizáciu vedeckých poznatkov umožňujú efektívnejšie vyhľadávanie relevantnej literatúry, tvorbu personalizovaných študijných plánov, podporu kritického myslenia prostredníctvom simulácií a chatbotov.

Mnohí autori sa zhodujú v názore, že začlenenie UI do medicínskeho vzdelávania je nevyhnutné na prípravu budúcich lekárov s cieľom efektívneho používania UI v starostlivosti o pacientov. UI už ovplyvňuje rozhodnutia o diagnóze a liečbe v oblasti zdravotnej starostlivosti a študenti medicíny a zdravotnícki pracovníci musia byť pripravení efektívne využívať nástroje systému UI v zdravotníctve.

Už dnes je dostupných mnoho aplikácií a platforiem UI zvyšujúcich efektívnosť medicínskeho vzdelávania a zdravotnej starostlivosti:

1. Personalizované vzdelávanie

Systémy riadené UI dokážu prispôsobiť vzdelávanie individuálnym potrebám každého študenta. Algoritmy strojového učenia (adaptívne UI) môžu sledovať pokrok študentov, identifikovať medzery vo vedomostiach a odporučiť prispôbený obsah vzdelávania. Tieto systémy sa dokážu v reálnom čase prispôsobiť silným a slabým stránkam študenta, čo umožňuje efektívnejšie a atraktívnejšie učenie. Zaraďujeme sem adaptívne vzdelávacie platformy UI, ktoré umožňujú analyzovať výkon študentov v kvízoch, úlohách a skúškach a ponúkajú prispôbený obsah na posilnenie učenia v oblasti zistených medzier vo vedomostiach. K platformám využívajúcim UI na zvyšovanie medicínskej erudície, na prípravu učebných materiálov, analýzu klinických údajov a nálezov pomáhajúcim študentom zamerať sa na oblasti vzdelávania, v ktorých potrebujú zlepšenie, patria aplikácie UpToDate⁵ alebo Amboss⁶, na ktoré má akademická obec prístup cez akademické knižnice.

2. Virtuálni pacienti, virtuálna realita (VR – virtual reality) a rozšírená realita (AR – augmented reality)

Umelá inteligencia môže vytvárať virtuálne simulácie pacientov, aby si mohli precvičiť diagnostiku a liečbu v bezrizikovom prostredí. Programy ako OSCE (Objective Structured Clinical Examination) a Body Interact⁷ simulujú komplexné klinické scenáre pre študentov, čo im umožňuje precvičovať si rozhodovanie a klinické uvažovanie. Umelá inteligencia môže byť integrovaná s VR a AR a vytvoriť tak intenzívne vzdelávacie zážitky. Študenti medicíny môžu pomocou systémov AR/VR vizualizovať anatómiu v 3D, skúmať podrobné štruktúry a vykonávať virtuálne pitvy. Príkladom môže byť dokument publikovaný autorským kolektívom Sibińska et al. (2024). Zaoberá sa výsledkami českej spoločnosti Virtual Lab, ktorá vyvinula špičkové tréningové riešenie využívajúce virtuálnu realitu nazvanú VR JIS (VR ICU Virtual Reality Intensive Care Unit), používané na jednotkách intenzívnej starostlivosti v nemocniciach. VR JIS už

zaznamenala úspechy v českých nemocniciach a zdravotníckych školiaciach strediskách.

Študenti medicíny sa často snažia získať dostatočné praktické skúsenosti na platformách UI v klinickom prostredí z dôvodu obmedzených možností interakcií s pacientmi. Simulácie riadené UI a prostredie virtuálnej reality môžu túto medzeru preklenúť poskytnutím bohatých interaktívnych zážitkov. Tieto technológie umožňujú študentom praktizovať lekárske postupy, diagnostické zručnosti a klinické rozhodovanie vo virtuálnom prostredí bez rizika. Už dnes sú v akademickom prostredí využívané chirurgické a diagnostické simulátory, ktoré využívajú algoritmy umelej inteligencie môžu simulovať rôzne stavy pacientov, čím pomáhajú študentom precvičovať diagnostiku a liečbu chorôb. Aj Lekárska fakulta UK v Bratislave a jej Ústav medicínskeho vzdelávania a simulácií kráča s dobou. Vzdeláva pedagógov a medikov a zvyšuje ich zručnosti v používaní UI. Súčasťou edukačného procesu sú prednášky a workshopy na simulátoroch, na ktorých participujú stovky pedagógov a študentov.⁸

3. Tútori UI

Doučovacie systémy založené na UI ponúkajú podporu v reálnom čase tým, že odpovedajú na lekárske otázky, poskytujú vysvetlenia a ponúkajú ďalšie zdroje. IBM Watson⁹ a Anki na zapamätanie si študovaného textu¹⁰ sú príklady nástrojov UI, ktoré podporujú uchovávanie znalostí a poskytujú interaktívne vzdelávacie skúsenosti. Aplikácia Watson pre onkológiu¹¹ používa UI na analýzu genetických údajov pacientov a odporúčanie personalizovaných liečebných plánov, čím prispieva a efektívnejšej liečbe rakoviny.

4. Analýza lekárskeho obrazu

Aplikácie UI môžu študentov naučiť interpretovať lekárske snímky, ako sú röntgenové snímky, MRI a CT snímky. Systémy UI, ako je aplikácia DeepMind¹², dokážu analyzovať lekárske snímky, poskytujú študentom okamžitú spätnú väzbu o presnosti diagnostiky, čím podporujú zdokonaľovanie ich interpretačných schopností. Pomocou DeepMind od Google je možné včasné zistenie diabetickej retinopatie. UI platforma Google Health vyvíja nástroje na identifikáciu rakoviny prsníka z mamografického vyšetrenia. UI sa tiež stáva bežnou súčasťou analýzy EKG alebo sledovania vitálnych funkcií pacienta v reálnom čase.

UI zahŕňa aplikáciu umelých neurónových sietí, t. j. techniky hlbokého učenia s názvom Generative Adversarial Networks (GAN), ktoré ovplyvňujú oblasť rádiológie.

GAN obsahujú dve umelé neurónové siete, t. j. generátor, ktorý syntetizuje obrazy podobné skutočným obrazom, a diskriminátor, ktorý odhaľuje rozdiel medzi syntetickými a skutočnými obrazmi. Pokiaľ ide o rádiológiu, generatívny model môže duplikovať snímky v súlade s požadovaným tréningom a syntetizovať nové snímky s vlastnosťami snímok v súbore tréningových údajov. Aplikácia GAN ponúka vynikajúcu príležitosť na zlepšenie lekárskeho vzdelávania a výskumu, dokáže rýchlo vytvoriť školiaci materiál a simulácie RTG obrazov pre edukáciu študentov (Xiaowen et al. 2025).

5. Spracovanie prirodzeného jazyka (NLP – Natural Language Processing) v odborných medicínskych textoch

Lekárske poznatky rastú exponenciálnym tempom. Nástroje riadené umelou inteligenciou môžu študentom a učiteľom pomôcť udržať si prehľad o najnovších výskumoch a klinických usmerneniach. Umelá inteligencia dokáže analyzovať rozsiahle databázy lekárskej literatúry, klinických skúšok a pokynov na liečbu. Techniky NLP (Clay et al. 2025) sa používajú na analýzu veľkého množstva lekárskej literatúry. Systémy umelej inteligencie dokážu získať kľúčové poznatky z klinických štúdií, výskumných prác a učebníc.

Vedecká knižnica Centra vedecko-technických informácií SR sprístupňuje akademickému obci elektronické informačné zdroje vrátane vyhľadávacích riadených UI. Akademická obec a študenti môžu získať prístup k výskumným dokumentom a článkom relevantným pre ich oblasť štúdia alebo klinickým prípadom pomocou vyhľadávacích nástrojov riadených umelou inteligenciou, ktoré poskytujú personalizované výsledky špecifické pre daný kontext. Schopnosť pracovať s vyhľadávacími riadenými UI významne prispieva k získavaniu najnovších vedeckých informácií, keďže UI dokáže prehľadávať v reálnom čase rozsiahle elektronické medicínske databázy. Vyhľadávací nástroj na báze generatívnej umelej inteligencie, napr. Web of Science, umožňuje rýchlejšie nájsť nové poznatky, poskytuje cenné a rôznorodé informácie, pomáha bez námahy interpretovať a skúmať odbornú literatúru.¹³

Metavyhľadávač Summon, riadený UI, umožňuje vyhľadávať rôzne informačné zdroje prostredníctvom jedného vyhľadávacieho okna. Použitie metavyhľadávača Summon umožňuje používateľovi okamžite získať informácie o dostupnosti zdrojov zo všetkých typov databáz vrátane vyhľadávania v licencovaných elektronických databázach, elektronických časopisoch a knihách, čím poskytuje prístup k plnotextovým elektronickým zdrojom, ktoré sú tiež indexované v systéme Open Access. Summon má pokročilé funkcie kontextovej navigácie

a navádzania. Vyhľadávacia služba je postavená na jednom indexe, ktorý vracia jednu zjednotenú množinu výsledkov vyhľadávania zoradených podľa hierarchie relevantnosti. Summon umožňuje používateľom efektívne vyhľadávať a prechádzať všetkými indexovanými elektronickými knižničnými zdrojmi spôsobom, ktorý spĺňa ich očakávania a prispôbiť vyhľadávacie funkcie Summon svojim vlastným potrebám.¹⁴

6. Prediktívna analýza pre klinické rozhodovanie

Nástroje prediktívnej analýzy riadené UI môžu študentom pomôcť porozumieť vzorcom v údajoch o pacientoch a pomôcť im pri prijímaní informovaných klinických rozhodnutí.¹⁵ V klinickom vzdelávaní môžu nástroje UI ponúkať prediktívne modely, ktoré napríklad simulujú výsledky pacientov na základe anamnézy, symptómov a testov, napr. predpovedanie srdcového zlyhania pomocou modelu UI (Dhingra et al. 2025), čo umožňuje študentom precvičiť si klinické rozhodovanie.

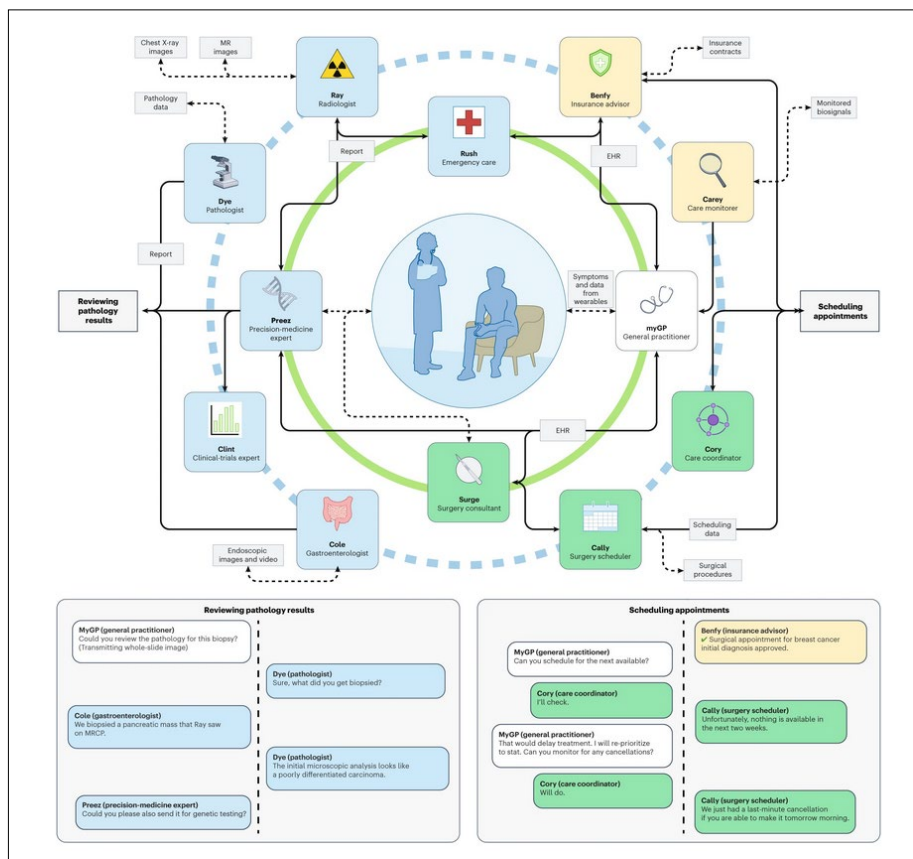
7. Robotika pre praktický výcvik

Robotika a chirurgické simulátory riadené umelou inteligenciou, ako je robotický chirurgický systém da Vinci (Probst 2023), poskytujú študentom príležitosti precvičiť si minimálne invazívnu chirurgiu, čím si zdokonaľujú svoje

zručnosti pred zákrokmi v reálnom živote. Tieto systémy využívajú strojové učenie na hodnotenie výkonu a navrhovanie zlepšení.

SIETE ŠPECIALIZOVANÝCH AGENTOV UMELEJ INTELIGENCIE PRE ZDRAVOTNÍCTVO

Príkladom, ako UI už ovplyvňuje rozhodnutia o diagnóze a liečbe v oblasti zdravotnej starostlivosti, sú decentralizované, ale koordinované siete špecializovaných agentov umelej inteligencie, tzv. *multiagentové systémy pre zdravotníctvo MASH* (Multi-Agent System for Healthcare – viď obr. 1). Interakciu medzi pacientom a poskytovateľom podporuje agent s častou priamou ľudskou interakciou (zelený kruh) a s menej častou ľudskou interakciou (modrý prerušovaný kruh). Pacient komunikuje so sieťou MASH prostredníctvom svojho osobného praktického lekára. Údaje sa prenášajú medzi agentmi (čierne plné čiary) alebo medzi agentmi a zdrojmi reálneho sveta, ako je pacient, poskytovateľ alebo diagnostické a terapeutické zariadenie (čierne prerušované čiary). Komunikácia medzi agentmi prebieha primárne prostredníctvom prirodzeného jazyka a prístup a zdieľanie sú iba informácie potrebné na vykonanie konkrétnej úlohy: EHR, elektronický zdravotný záznam; MRCP, magnetická rezonancia, cholangiopankreatikografia.



Obr. 1 Multiagentové systémy pre zdravotníctvo MASH (Moritz et al. 2025, s. 433)

V práci kolektívu autorov Moritz et al. (2025) sa uvádza, že sieť MASH by mohla fungovať ako distribuovaná forma umelej všeobecnej inteligencie v zdravotníctve, ktorá rieši jedinečné potreby každého pacienta na poskytovanie vysokokvalitnej starostlivosti. Autori načrtli, čo by táto budúcnosť riadená viacerými UI-agentmi mohla priniesť prostredníctvom navigácie cesty pacienta v systéme zdravotnej starostlivosti (obr. 1).

Agenti UI fungujú v rámci autonómno-pomocného spektra úloh. Autonómni agenti UI môžu pracovať nezávisle na zhromažďovaní a spracovávaní údajov a prijímať opatrenia v rámci svojich určených oblastí odbornosti. Napríklad autonómny agent UI v rádiológii môže analyzovať lekárske snímky, aby zistil príznaky choroby a automaticky vygeneroval správu. Pomocní agenti UI podporujú ľudské rozhodovanie poskytovaním prehľadov, odporúčaní alebo návrhov poskytovateľom zdravotnej starostlivosti, ktorí potom robia konečné rozhodnutia na základe svojich odborných znalostí a informácií vygenerovaných UI.

Decentralizované, ale koordinované siete špecializovaných agentov umelej inteligencie, multiagentové systémy pre zdravotníctvo (MASH), ktoré vynikajú pri plnení úloh v asistenčnom alebo autonómnom spôsobe v rámci špecifických klinických a operačných domén, sa pravdepodobne stanú novou paradigmou v medicínskej umelej inteligencii (Moritz et al. 2025). Je nevyhnutné, aby boli študenti medicíny a zdravotnícki pracovníci erudovaní aj vo využívaní sietí špecializovaných agentov umelej inteligencie.

VÝZVY PRE AKADEMICKÚ SFÉRU

Využitie technológií generatívnej umelej inteligencie v medicíne sa stalo hlavnou témou diskusií kvôli obavám z ich rýchleho vývoja a používania, ktoré predbehli existujúce regulačné opatrenia. Populárne chatboty ako ChatGPT, Gemini UI či iné modely sa stali každodenným pomocníkom mnohých z nás. Majú však aj svoju odvrátenú stránku. Väčšina chatbotov zbiera obrovské množstvo dát o používateľoch, pričom tí o tom často nemajú ani tušenie. Zozbierané dáta z konverzácií a iných interakcií s modelmi sú následne využívané na tréningovanie UI, poskytujú sa tretím stranám na marketingové účely alebo sa ukladajú na dlhodobú analýzu.

Zatiaľ výzvy týkajúce sa súkromia, zaujatosti, presnosti a zodpovednosti zostávajú nevyriešené a vyžadujú si vypracovanie štandardizovaných rámcov, ktoré presahujú reguláciu chatbotov ako konverzačných nástrojov regulujúcich širšie možnosti a využitie UI na generova-

nie údajov. Aj keď UI prináša množstvo výhod, existujú výzvy, ktoré je potrebné riešiť:

1. *Súkromie a bezpečnosť údajov* – používanie UI v lekárskom vzdelávaní zahŕňa spracovanie veľkého množstva údajov študentov vrátane záznamov o výkone a osobných informácií. Je nevyhnutné zabezpečiť, aby tieto údaje boli bezpečné a súkromné.

2. *Integrácia do tradičných učebných osnov* – lekárske fakulty musia premyslene integrovať nástroje UI do svojich učebných osnov. Umelá inteligencia preniká do všetkých oblastí pracovného i osobného života a zasahuje aj do vzdelávacieho procesu a akademickej sféry. Univerzita Komenského v Bratislave v spolupráci s pracovnou skupinou "UI vo vzdelávaní" pri CERAI vydala v septembri 2024 dokument pod názvom *Manuál pre využívanie umelej inteligencie v akademickom prostredí*¹⁶, v ktorom uvádza konkrétne odporúčania a príklady pre konštruktívne, akademicky čestné a bezpečné používanie nástrojov umelej inteligencie vo vzdelávaní v podmienkach UK v Bratislave. Je zrejmé, že vzhľadom na rýchly vývoj v tejto oblasti bude potrebné manuál priebežne aktualizovať.

3. *Predpojatost v algoritmoch UI* – systémy UI môžu zapracovať do svojich postupov odchýlky z údajov, na ktorých sú tréňované. Je dôležité zabezpečiť, aby modely UI používané v lekárskom vzdelávaní boli čestné, presné a bez diskriminačných predsudkov.

4. *Potreba interdisciplinárnej spolupráce* s областami, ako je právo, inžinierstvo a spoločenské vedy.

5. *Používatelia by mali uplatňovať kritické myslenie v prístupe k informáciám získaným od UI.*

Výsledky analýz ukazujú, že súčasné dôkazy týkajúce sa merateľných vzdelávacích výsledkov intervencií založených na UI vo vzdelávaní zdravotníckych profesií sú nedostatočné.

Štúdia kolektívu autorov Feigerlova et al. (2025) poukazuje na potrebu realizácie štúdií na hodnotenie efektívnosti vzdelávacích stratégií založených na UI. Táto práca naznačuje, že neexistuje žiadny priamy návod na hodnotenie kvality výskumu efektívnosti vzdelávania založenom na UI a navrhuje sériu kritérií, ktoré by sa mali vyhodnotiť:

- použitý algoritmus a jeho validácia,
- používané školiace dátové súbory a štandardy,

- presnosť nástroja AI,
- problémy s autorskými právami,
- nakladanie s osobnými údajmi (analýza učenia, videozáznamy atď.),
- archivácia a využitie vygenerovaných dát,
- definícia výsledkov vzdelávania,
- opis vzdelávacej stratégie (teória učenia, návrh výučby, trvanie vzdelávacej aktivity atď.),
- hodnotenie výsledkov vzdelávania,
- hodnotenie efektívnosti výučby,
- spôsoby spätnej väzby: študenti, inštruktori, vývojári.

Práca upozorňuje na niekoľko kľúčových výziev vo vzdelávacích stratégiách zdravotníckych profesií založených na UI a poskytuje návrhy riešení (tab. 1).

Na vyhodnotenie účinnosti vzdelávacích stratégií založených na UI sú potrebné dôkladnejšie štúdie a prísnejšie merania výsledkov vzdelávania. Študentov a ich učiteľov je potrebné oboznámiť s presnosťou nástrojov umelej inteligencie a informáciou o potenciálnych chybách v systéme. Zdôrazňuje sa absencia jasne definovaných učebných cieľov. Pri navrhovaní vzdelávacích nástrojov založených na umelej inteligencii je žiaduce aplikovať teórie učenia na zapojenie študentov. Teórie učenia môžu pomôcť dizajnérom vyvinúť efektívnejšie vzdelávacie nástroje založené na UI a zvoliť špecifické vzdelávacie stratégie. Merateľné úspechy (napr. zručnosti), ktoré by mal učiaci sa dosiahnuť, musia byť vopred definované, aby umožnili učiacim sa plniť si svoje stanovené ciele (Feigerlova et al. 2025).

Academic and research writing functions (Funkcie akademického a vedeckého písania)	AI tools (Nástroje UI)
Systematic review, scoping review (Systematické preskúmanie, preskúmanie rozsahu)	Rayyan
	Covidence
	ResearchRabbit
	Abstrackr
	RevMan
Literature synthesis summary (Zhrnutie syntézy literatúry)	SciSpace
	Elicit
	Scite AI
Reference and citation management (Uvádzanie referencií a zdrojov)	MyBib
	Samwell AI
	ResearchPal
Academic writing, paraphrasing, plagiarism detection (Akademické písanie, parafrázovanie, odhaľovanie plagiátov)	Grammarly
	QuillBot
	ChatGPT
Research visualization (Vizualizácia výskumu)	Power BI
	VOSviewer
	EPPI Visualizer

Tab. 1 Kľúčové výzvy vzdelávacích stratégií založených na UI vo vzdelávaní zdravotníckych profesií a návrhy do budúcnosti (podľa Feigerlova et al. 2025)

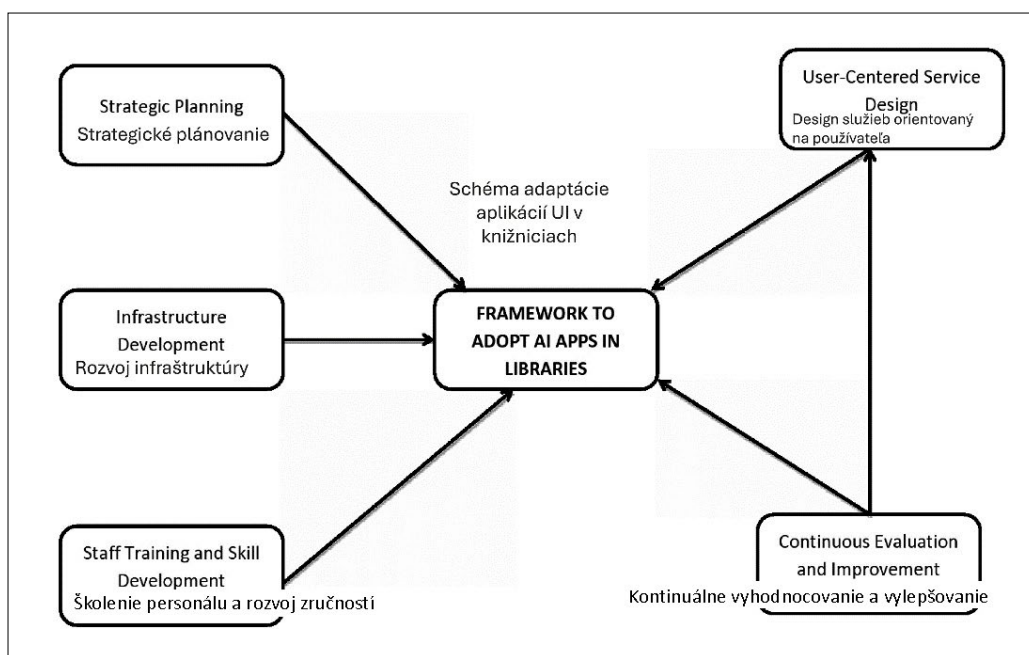
Budúcnosť prinesie generovanie vzdelávacích centier spojených s výhodami akademických knižníc, integrujúcich všetky druhy vzdelávacích zdrojov na univerzitách a akademických knižniciach. Nevyhnutné je využívanie novej generácie informačných technológií, vytvorenie nového typu učiacej sa organizácie s podporou zmien v učebnom štýle. Trend jednoznačne vyžaduje vybudovať personalizované, inteligentné a otvorené učebné prostredie pre samostatné vzdelávanie so širokým uplatnením nástrojov umelej inteligencie v niekoľkých kľúčových oblastiach medicíny, ako je medicína zobrazovaných metód, objavovanie liekov, personalizovaná medicína, monitorovanie pacientov s kardiovaskulárnymi chorobami, diagnostika rakoviny, manažment elektronických zdravotných záznamov a podpora klinického rozhodovania.

V súčasnosti medicínske vzdelávanie a univerzity čelia výzve, ako budovať centrá medicínskeho vzdelávania, ako efektívne integrovať nástroje UI na uspokojenie vzdelávacích potrieb študentov medicíny a zlepšiť kvalitu výučby. Výzvou zostáva aj zabezpečenie rozvoja potrebných schopností klinického myslenia u študentov, osvojenia si správnych diagnostických postupov na stanovenia presnej diagnózy, diferenciálnej diagnostiky a rozvoj kritického myslenia bez toho, aby dochádzalo k spoliehaniu sa len na technológie umelej inteligencie. Nemenej dôležité je zabezpečenie dôveryhodnosti a transparentnosti informácií, ochrana osobných údajov a akademickkej integrity a potreba digitálnej inklúzie všetkých členov akademickej komunity.

VÝZVY PRE AKADEMICKÉ KNIŽNICE V ÉRE UMELEJ INTELEGENCIE

Tradičná úloha akademických knižníc ako správcov informačných zdrojov sa v ére digitálnej transformácie, okrem iného, rozširuje o kurátorstvo digitálnych databáz a nástrojov UI, podporu pri výskume a publikovaní (napr. pomoc s rešeršou, citačnými manažermi, vzdelávanie používateľov v oblasti vyhľadávania a hodnotenia medicínskych informácií).

Štvrtá priemyselná revolúcia, v období ktorej žijeme, je charakterizovaná zlúčením technológií, ktoré stierajú hranice medzi fyzickými, digitálnymi a biologickými sférmi. Štvrtá priemyselná revolúcia rýchlo formuje budúcnosť rôznych odvetví, vrátane knižníc, integráciou UI (Vasishta et al. 2024). S technologickým pokrokom ustupujú tradičné nastavenia knižníc moderným modelom informačných sietí. Spojenie nástrojov UI, strojového učenia, mobilných počítačov a automatizácie je teraz kľúčovým aspektom knižničných služieb v 21. storočí. Úloha akademických knižníc v ére umelej inteligencie sa dramaticky mení. Ide o novú paradigmu informačnej podpory. Nová paradigma v informačnej podpore reflektuje zásadné zmeny, ktoré technológie prinášajú do vzdelávacieho a informačného prostredia. Mení nielen spôsob prístupu k informáciám, ale aj samotnú podstatu informačnej podpory. Akademické knižnice sa stávajú centrami digitálnej gramotnosti, dátovej analýzy a personalizovaného učenia.



Obr. 2 Schéma adaptácie aplikácií UI v knižniciach (podľa Khurram et al. 2025)

Dôležitým aspektom na zvýšenie využívania služieb akademických knižníc je akceptácia nástrojov umelej inteligencie študentmi. Prijatie nástrojov umelej inteligencie študentmi – ich spokojnosť – môže ovplyvniť zámer študentov medicíny pokračovať v používaní nástrojov umelej inteligencie ponúkaných akademickými knižnicami. Vnímanie výhod využívania UI na platforme akademickej knižnice môže výrazne zlepšiť satisfakciu používateľa nástrojov UI u študentov medicíny, ak študenti medicíny vnímajú nadradenosť nástrojov UI z hľadiska rýchlosti vyhľadávania informácií a presnosti spracovania, čo zvyšuje ich dôveru a výrazne zvýši ich záujem opakovane využívať UI nástroje akademickej knižnice (Xiaowen et al. 2025).

Autori Xiaowen et al. (2025) v štúdiu skúmajúcej prijatie nástrojov umelej inteligencie u študentov medicíny a jej ovplyvňujúce faktory uvádzajú, že budovanie budúcich vzdelávacích centier založených na UI na lekárskech

univerzitách by malo prikladať dôležitosť poskytovaníu personalizovaných vzdelávacích ciest, zabezpečeniu technickej podpory a školenia, vytváraniu spolupráce a inovatívneho prostredia a predvádzaniu komparatívnej výhody nástrojov UI v akademickom vzdelávaní.

Gramotnosť v oblasti umelej inteligencie sa stala dôležitou zručnosťou odborníkov v oblasti knižníc a informácií. Vzdelávacie programy v oblasti gramotnosti UI, ktoré poskytujú knižnice, môžu zohrávať dôležitú úlohu pri efektívnom využívaní nástrojov a produktov založených na UI na akademické a výskumné účely.

Kolektív autorov Khurram et al. (2025) realizoval štúdiu s cieľom identifikovať faktory ovplyvňujúce prijatie aplikácií umelej inteligencie v knižniciach, zistiť výzvy súvisiace s prijímaním aplikácií UI a vyvinúť rámec na efektívnu implementáciu nástrojov UI v knižniciach. Na riešenie cieľov štúdie sa použil systematický prehľad

Academic and research writing functions (Funkcie akademického a vedeckého písania)	AI tools (Nástroje UI)
Systematic review, scoping review (Systematické preskúmanie, preskúmanie rozsahu)	Rayyan
	Covidence
	ResearchRabbit
	Abstrackr
	RevMan
Literature synthesis summary (Zhrnutie syntézy literatúry)	SciSpace
	Elicit
	Scite AI
Reference and citation management (Uvádzanie referencií a zdrojov)	MyBib
	Samwell AI
	ResearchPal
Academic writing, paraphrasing, plagiarism detection (Akademické písanie, parafrázovanie, odhaľovanie plagiátov)	Grammarly
	QuillBot
	ChatGPT
Research visualization (Vizualizácia výskumu)	Power BI
	VOSviewer
	EPPI Visualizer

Tab. 2 Prehľad funkcií akademického a výskumného písania s možným využitím príslušných nástrojov UI (podľa Ali a Richardson 2025)

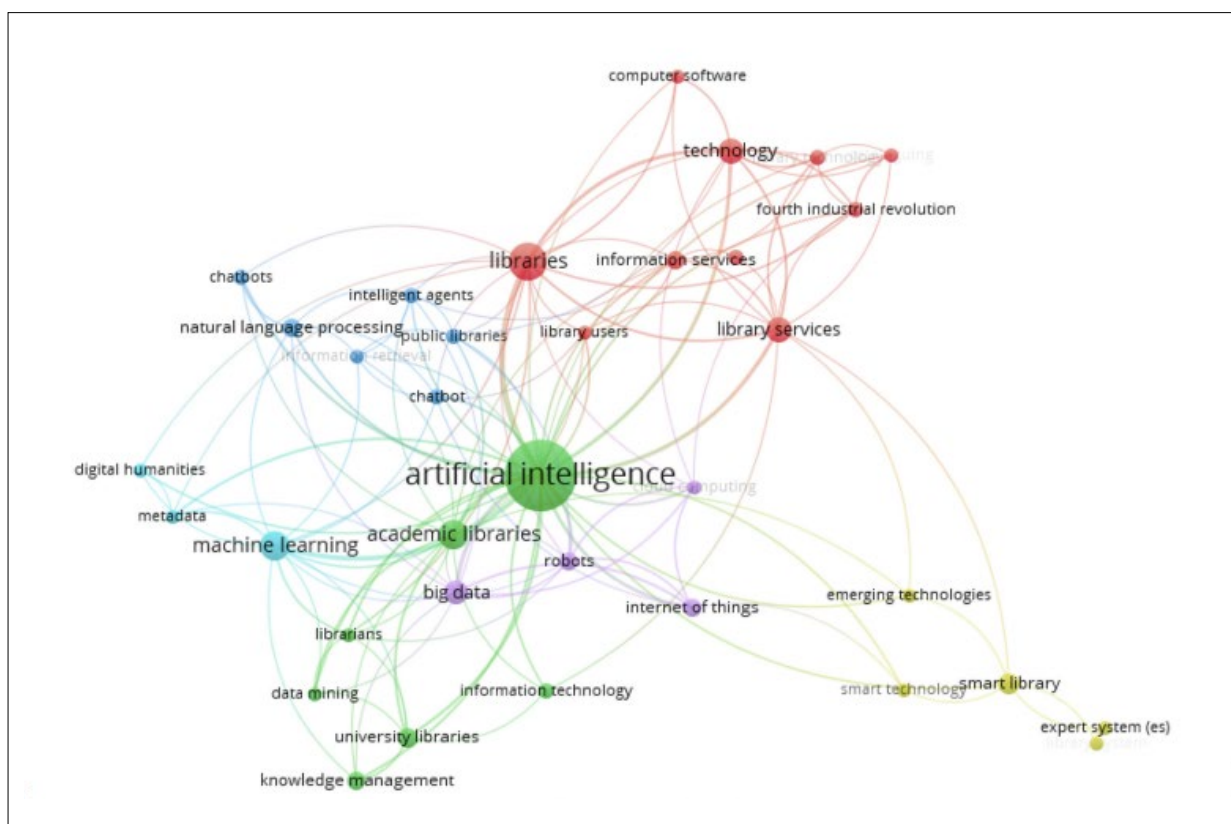
literatúry a spracovali výsledky vybraných 30 najrelevantnejších výskumných prác publikovaných na študovanú tému. Práca ukázala, že strategické plánovanie, rozvoj infraštruktúry, školenie zamestnancov a rozvoj zručností, návrh služieb zameraných na používateľa a neustále hodnotenie a zlepšovanie s cieľom efektívne implementovať aplikácie UI v prostredí knižnice sú nevyhnutné pre úspešnú transformáciu knižníc a implementáciu aplikácií UI.

Strategické plánovanie je nevyhnutné na prijatie aplikácií AI v prostredí knižnice. Bez primeraného plánovania nemusia byť aplikácie AI efektívne implementované a udržiavané na dosiahnutie hodnotných výsledkov. Veľmi dôležitá je pre úspešné prijatie operácií založených na AI v knižniciach vybudovanie požadovanej infraštruktúry. Bez dostupnosti požadovanej infraštruktúry je udržateľnosť aplikácií UI hlavnou výzvou v akademickom prostredí pri poskytovaní inovatívnych knižnično-informačných služieb koncovým používateľom. Školenie zamestnancov je nevyhnutné pre úspech aktivít založených na UI v knižniciach. Systémy založené na UI by mali byť zamerané na používateľa, aby uspo-

kajili rôznorodé potreby používateľov knižnice. Pre efektívnu implementáciu a rozvoj aplikácií UI v prostredí knižnice by sa malo zabezpečiť nepretržité hodnotenie.

Akademické knižnice môžu vzdelávať svojich používateľov a poskytovať podporu pri ich akademickej činnosti a písaní vedeckých a odborných publikácií sprístupnením dôležitých nástrojov UI (tab. 2). Ali a Richardson (2025) spracovali prehľad funkcií akademického a výskumného písania s možným využitím príslušných nástrojov UI, ktoré by akademické knižnice mohli poskytovať svojim používateľom.

Knihovníci môžu svojich používateľov podporiť pri výskume a poskytnúť rad hore uvedených nástrojov, založených na UI, pokrývajúcich oblasti, ako je akademické písanie, správa citácií a recenzie literatúry. Medzi tieto nástroje patrí QuillBot, ktorý slúži na parafrázovanie, sumarizáciu a tvorbu citácií. Scite pomáha výskumníkovi objaviť a hodnotiť, ako boli citácie použité v kontexte. Rayyan pomáha výskumníkovi pracujúcim na systematickej recenzii, hodnotení rozsahu a iných projektoch na syntézu znalostí. Covidence je



Obr. 3 Analýza výskytu kľúčových slov a ich spoločného výskytu vo vzťahu k UI vo verejných službách, ako boli publikované v časopisoch indexovaných databázou Scopus a publikované v medzinárodných časopiseckých tituloch (Lawelai, Iswanto a Raharja 2023)

nástroj, ktorý sa používa na skríning a extrakciu dát a na vykonávanie systematických prehľadov. Softvér na korekciu gramatiky pomáha pri parafrázovaní a vytváraní akademického písania, napr. ako články, konferenčné príspevky, diplomové práce a dizertačné práce (Ali a Richardson 2025).

Lawelai, Iswanto a Raharja (2023) sa venovali analýze výstupov z realizovaných výskumov UI vo verejnom sektore, ako boli publikované v časopisoch indexovaných databázou Scopus (obr. 3). Zaznamenali rast participácie prác z rôznych častí sveta, ako to dokazuje bibliometrická analýza publikovaných dokumentov. Použili VOSviewer, softvérový nástroj na vytváranie a vizualizáciu bibliometrických sietí, ktoré môžu zahŕňať napríklad časopisy, výskumníkov alebo jednotlivé publikácie a môžu byť vytvorené na základe citácií, bibliografických spojení, spolucitovania alebo spoluautorských vzťahov. Analýza zistila široké použitie termínu AI v dokumentoch publikovaných v časopisoch indexovaných databázou Scopus.

Ako je z obrázku zrejmé, tematika s predmetom UI pokrývala široký rozsah problémov vo verejných službách vrátane tém, ako sú e-vláda, transformácia, verejný sektor, UI a data mining, knižnice, knižničné služby, digitalizačná politika, verejná administratíva, veľké dáta, verejná doprava a smart mestá, otvorená vláda a verejná služba. Zistenia tejto štúdie naznačujú, že vládne inštitúcie sú pokrokové v používaní UI vo verejnej službe. Je povzbudivé významné postavenie knižníc a knižničných služieb v diagrame vygenerovanom VOSviewer aplikáciou, čo naznačuje vysokú prioritu využitia UI v oblasti poskytovania knižničných služieb (Lawelai, Iswanto a Raharja 2023).

Akademické knižnice v spojení s UI predstavujú kľúčový článok v reťazci inovácií v medicínskom vzdelávaní a vo vzdelávaní všeobecne. Ich transformačný potenciál spočíva v schopnosti prispôbiť sa potrebám študentov, pedagógov aj výskumníkov v prostredí, kde je rýchly prístup k presným a aktuálnym informáciám životne dôležitý.

BUDÚCI VÝVOJ

Ako sa technológie UI neustále vyvíjajú, ich vplyv na medicínske vzdelávanie bude rásť. Vedecké poznatky v oblasti medicíny rastú geometrickým radom. Držať krok s vývojom a pokrokom lekárskej techniky a obsiahnuť veľké množstvo pribúdajúcich medicínskych poznatkov bez využívania nástrojov umelej inteligencie nebude v budúcnosti možné. Rovnako dôležité je však aj správne vzdelávanie „systémov umelej inteligencie“. Vzdelávanie

budúcich lekárov o technológii UI a jej etických otázkach je nevyhnutné pre vytvorenie systému efektívnej zdravotnej starostlivosti, ktorý sa bude líšiť od spôsobu, akým sa medicína praktizuje dnes. Umelá inteligencia môže poskytnúť široký rozsah názorov alebo interpretácií na určité témy, čím pomáha rozšíriť vedomosti a získavať nové uhly pohľadu. Študenti a učitelia by mali vždy overiť pravdivosť informácií poskytnutých UI. Vždy je dôležité zachovať kritické myslenie pri akceptovaní odpovedí od UI, keďže UI môže poskytovať informácie, ktoré nie sú plne presné alebo vhodné.

Nástroje umelej inteligencie majú byť používané tak, aby podporovali základný cieľ vysokoškolského vzdelávania – rozvoj vedomostí, zručností a charakteru. Keďže budú čoraz viac súčasťou pracovných procesov a ich znalosť bude vyžadovaná zamestnávateľmi, je vhodné, aby si študentstvo osvojilo ich používanie etickým spôsobom a aby spoznalo aj ich limity a riziká.¹⁷

V snahe umožniť bezpečné využívanie UI v akademickom prostredí pracujú veľké univerzity na platformách ako napríklad AI Sandbox v Harvard Medical School, ktorý poskytuje bezpečné prostredie, v ktorom možno skúmať generatívnu UI, pričom zmierňuje mnohé bezpečnostné riziká a riziká ochrany súkromia a zaisťuje, že zadané údaje sa nepoužijú na tréning veľkých jazykových modelov dodávateľov (LLM). Ponúka jednotné rozhranie, ktoré umožňuje prístup k najnovším LLM od OpenAI, Anthropic, Google a Meta. Medzi funkcie patrí generovanie obrázkov, vizualizácia údajov a možnosť nahrávať viacero súborov.¹⁸

Karlova univerzita je v procese testovania svojej open source aplikácie inšpirovanej Harvard AI Sandbox (AI Artificial Intelligence – umelá inteligencia)¹⁹, čo je chatbot pre prístup k pokročilej generatívnej UI od OpenAI a Anthropic a k vybraným open source modelom. Kľúčovou vlastnosťou Sandboxu je, že vložené dáta nie sú používané na tréning týchto modelov, čím je zmiernený rad bezpečnostných rizík spojených s voľne dostupnými chatbotmi. Sandbox umožňuje okrem iného pracovať s viacerými súbormi, upravovať modely (obdoba GPTs) či využívať pokročilé funkcie ako Playground alebo detailné parametre chatu.

Významným prínosom v zavádzaní moderných technológií na báze UI do medicínského vzdelávania a zdravotníckej praxe je široká spolupráca lekárske fakulty a akademických inštitúcií. Lekárske fakulty už dnes spolupracujú a navzájom zdieľajú poznatky o zavádzaní inovatívnych technológií, ktoré transformujú spôsob poskytovania

zdravotnej starostlivosti. Pod záštitou Ministerstva zdravotníctva SR a Ministerstva zdravotníctva ČR realizujú semináre o inovatívnych technológiách, ktoré menia spôsob poskytovania zdravotnej starostlivosti. Dôraz je kladený na princípy umelej inteligencie a jej využitie v diagnostike, analýze obrazových údajov a prediktívnych modeloch, ale tiež na praktické využitie umelej inteligencie, telemedicínu, digitalizáciu zdravotnej starostlivosti a praktické aplikácie v klinickej praxi. Odborníci zo šiestich lekárskech fakúlt zo Slovenska a Českej republiky (1. Lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Lékařská fakulta Ostravské univerzity, Lékařská fakulta UK v Bratislave, Jeseňiova lekárska fakulta UK v Martine, Lékařská fakulta UPJŠ v Košiciach) si vymieňajú skúsenosti s edukatívnymi platformami v medicíne, s virtuálnou simuláciou, s využívaním elektronických zdravotných záznamov a nemocničných informačných systémov.²⁰

Implementácia umelej inteligencie je v súčasnosti v plnom prúde aj v akademických knižniciach na Slovensku. Slovenské knižnice sa aktívne zapájajú do vzdelávania verejnosti a knihovníkov v oblasti UI, organizujú workshopy, semináre a poskytujú inovatívne digitálne služby. Centrum vedecko-technických informácií SR organizuje semináre s názvom „Umelá inteligencia pre knihovníkov jednoducho a prakticky“, ktoré sa konali v Bratislave, Žiline, Zvolene a Prešove. Týchto seminárov sa zúčastnilo 64 knihovníkov z 28 knižníc z celého Slovenska. Účastníci sa oboznámili s pojmami ako neurónové siete, prompty, úzka AI, AGI a získali praktické skúsenosti s nástrojmi ako ChatGPT, Bing a ďalšími.²¹ Po absolvovaní školení začali knižnice realizovať vlastné workshopy zamerané na AI. Účastníci týchto workshopov získali základné vedomosti o neurónových sieťach, strojovom učení a spracovaní prirodzeného jazyka, pričom sa venovali aj tvorbe inteligentných aplikácií a riešeniu reálnych problémov. Participáciou v projekte Smart knižnice, zameranom na vzdelávanie knihovníkov, pribudnú v zapojených knižniciach ďalšie moderné edukačné aktivity.²²

ZÁVER

Potenciál UI v medicínskom vzdelávaní je obrovský a transformačný. Od prispôbených vzdelávacích metód a virtuálnych simulácií až po pokročilé nástroje klinického rozhodovania môže UI výrazne zlepšiť spôsob, akým sa študenti medicíny a lekári vzdelávajú a rozvíjajú svoje zručnosti. Aby však umelá inteligencia mohla naplno využiť svoj potenciál, lekárske fakulty musia riešiť výzvy a problémy súvisiace s ochranou údajov, validáciou, dostupnosťou a etickým využívaním umelej inteligencie. Zatiaľ čo modely medicínskeho

vzdelávania 20. storočia sa opierali o experimentálne výsledky, ktoré sa vyvinuli do uznávaného štandardu, ktorý potom formoval výučbu v učebniciach, dnes už toto poradie neplatí. Rýchlosť, s akou sa nové technológie umelej inteligencie v oblasti zdravia vyvíjajú a zavádzajú do klinickej praxe, si vyžaduje erudíciu akademickej obce a lekárov v porozumení princípov UI implementovaných do medicínskej praxe a zvýšenie ich zručností vo využívaní UI.

Štúdia *Artificial intelligence in healthcare* vypracovaná Európskym parlamentom (EPRS/PE 729.512 6/2022) navrhuje opatrenia na zmiernenie či minimalizáciu rizík a maximalizáciu výhod medicínskej UI vrátane zapojenia viacerých zainteresovaných strán prostredníctvom vytvárania UI cestou zvýšenej transparentnosti, sledovateľnosti hĺbkovej klinickej validácie nástrojov UI, školenia a vzdelávania v oblasti UI pre lekárov aj bežnej populácie.²³

Umelá inteligencia v lekárskom vzdelávaní ponúka veľký prísľub zvyšovaním efektívnosti učenia poskytovaním skúseností založených na simulácii a ponúkaním spätnej väzby v reálnom čase. K jeho integrácii sa však musí pristupovať premyslene, aby sa zabezpečilo, že UI zostane doplnkom, nie náhradou tradičného učenia a ľudskej interakcie. Riešením týchto rizík môžu lekárske fakulty využiť plný potenciál UI pri zachovaní ľudských aspektov medicínskeho vzdelávania. Pri správnej integrácii a dôkladnom zvážení sa UI môže stať nenahraditeľným nástrojom pri formovaní budúcnosti medicínskeho vzdelávania. Táto otázka je o to naliehavejšia, že vzostup systémov umelej inteligencie súvisí so zásadnou zmenou paradigmy vo výučbe študentov medicíny aj v klinickej praxi. Nástroje UI transformujú akademické prostredie, ktorého neoddeliteľnou súčasťou sú aj akademické knižnice s mandátom podporovať UI gramotnosť a informačné potreby svojich študentov a fakúlt, sprístupňovať akademické nástroje riadené UI a byť strážcom integrity vedeckých poznatkov v ére vedy riadenej umelou inteligenciou (Lenert 2025).

V budúcnosti môže UI pomôcť pri vytváraní plne prispôbených vzdelávacích prostredí, vzdelávacích centier, kde sa akademické vzdelávanie dynamicky prispôsobí výkonu, preferenciám a výzvam participantov v úzkej spolupráci akademického prostredia a akademických knižníc. Umelá inteligencia bude zohrávať stále väčšiu úlohu v celoživotnom vzdelávaní medicínskych pracovníkov a ponúkať neustále aktualizácie vzdelávania pri geometrickým radom rastúcich nových medicínskych poznatkoch. Slovenské akademické knižnice sa už dnes aktívne

zapájajú do implementácie umelej inteligencie, čím sa stávajú modernými centrami vzdelávania a inovácií.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

ALI, M. Y. a J. RICHARDSON, (2025). *All literacy guidelines and policies for academic libraries: A scoping review*. IFLA Journal. Online. Dostupné na: <https://doi.org/10.1177/03400352251321192>.

ALKAISSI, H. a S. I. MCFARLANE, (2023). *Artificial Hallucinations in ChatGPT: Implications in Scientific Writing*. Cureus. Online. Vol. 15, iss. 2, e35179. PMID: 36811129; PMCID: PMC9939079. Dostupné na: <https://doi.org/10.7759/cureus.35179>.

ANTAMIS, T. et al., (2024). *Interpretability of deep neural networks: A review of methods, classification and hardware*. Neurocomputing. Online. Vol. 601, 128204. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2024.128204>.

ARIYARATNE, S.; JENKO N.; DAVIES, A. M.; IYENGAR, K. P. a R. BOTCHU, (2024). *Could ChatGPT pass the UK radiology fellowship examinations?*. Academic Radiology. Online. Vol. 31, iss. 5, P2178-2182. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.acra.2023.11.026>.

CLAY, B. et al., (2025). *Natural language processing techniques applied to the electronic health record in clinical research and practice – an introduction to methodologies*. Computers in Biology and Medicine. Online. Vol. 188, April 2025, 109808. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2025.109808>.

DHINGRA, L. S. et al., (2025). *Heart failure risk stratification using artificial intelligence applied to electrocardiogram images: a multinational study*. European Heart Journal. Online. Vol. 46, iss. 11, s. 1044 – 1053. Dostupné na: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae914>. [cit. 2025-06-23].

FEIGERLOVA, E., HANI, H. a E. HOTHERSALL-DAVIES. *A systematic review of the impact of artificial intelligence on educational outcomes in health professions education*. BMC Medical Education. Online. Vol. 25, no. 129. Dostupné na: <https://doi.org/10.1186/s12909-025-06719-5>.

HALLQUIST, E.; GUPTA, I.; MONTALBANO, M. et al., (2025). *Applications of Artificial Intelligence in Medical Education: A Systematic Review*. Cureus. Online. Vol. 17, iss. 3, e79878. Dostupné na: <https://doi.org/10.7759/cureus.79878>.

KHURRAM, S.; KHAN, S. A.; IGBAL, A.; AHMED, S.; DIN JAVEED, A. M. a O. MOHAMED, (2025). *Factors influencing the adoption of artificial intelligence in libraries: A systematic literature review*. Information Development. Dostupné na: <https://doi.org/10.1177/026666669241313368>.

LAWELAI, H., ISWANTO, I. a N. M. RAHARJA, (2023). *Use of Artificial Intelligence in Public Services: A Bibliometric Analysis and Visualization*. TEM Journal. Online. Vol. 12, iss. 2, s. 798 – 807. DOI: Dostupné na: <https://doi.org/10.18421/TEM122-24>.

LENERT, L. A., (2025). *How the National Library of Medicine should evolve in an era of artificial intelligence*. Journal of the American Medical Informatics Association. Online. Vol 32, iss. 5, s. 968 – 970. Dostupné na: <https://doi.org/10.1093/jamia/ocaf041>.

MASTERS, K. et al., (2023). *Twelve tips on creating and using custom GPTs to enhance health professions education*. Medical Teacher. Online. Vol. 46, Iss. 6, s. 752 – 756. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/0142159X.2024.2305365>.

MILMO, D. (2023). *ChatGPT reaches 100 million users two months after launch*. The Guardian. Online. Dostupné na: <https://www.theguardian.com/technology/2023/feb/02/chatgpt-100-million-users-open-ai-fastest-growing-app>. [cit. 2025-06-23].

MORITZ, M.; TOPOL, E. a P. RAJPURKAR, (2025). *Coordinated AI agents for advancing healthcare*. Nature Biomedical Engineering. Vol. 9, s. 432 – 438. Dostupné na: <https://doi.org/10.1038/s41551-025-01363-2>.

OpenAI, (2025). *ChatGPT*. Online. Verzia 4. Dostupné na: <https://openai.com/>. [cit. 2025-06-23].

PROBST, P., (2023). *A Review of the Role of Robotics in Surgery: To DaVinci and Beyond!* Mo Med. Vol. 120, iss. 5, s. 389 – 396. PMID: 37841561; PMCID: PMC10569391.

ROUMELIOTIS, K. I. a N. D. TSELIKAS, (2023). *ChatGPT and Open-AI Models: A Preliminary Review*. Future Internet. Online. Vol. 15, iss. 6, 192. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/fi15060192>.

SIBIŇSKA, A. et al., (2024). *Virtual Lab: Generating Value from Virtual Reality in Healthcare Education*. SAGE Publications. doi 10.4135/9781071924549. ISBN 9781071924549.

TAKÁČ, M., (2024). *Manuál pre využívanie umelej inteligencie v akademickom prostredí*. Pracovná skupina "UI vo vzdelávaní" pri CERAI. Podkladový materiál pre pracovnú skupinu pre oblasť UI na UK. Online. Dostupné na: https://uniba.sk/fileadmin/ruk/legislativa/2024/VP_2024_12_priloha_2.pdf. [cit. 2025-06-23].

TESSLER, I.; WOLFOVITZ, A.; LIVNEH, N.; GECEL, N. A.; SORIN, V.; BARAS, H. Y.; KONEN, E. a E. KLANG, (2024). *Advancing Medical Practice with Artificial Intelligence: ChatGPT in Healthcare*. The Israel Medical Association Journal. Online. Vol. 26, iss. 2, s. 80 – 85. PMID: 38420977. Dostupné na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38420977/>. [cit. 2025-06-23].

VASISHTA P. et al., (2024). Application of artificial intelligence in libraries: a bibliometric analysis and visualisation of research activities. *Library Hi Tech*. ISSN 0737-8831.

XIAOWEN, Y., JINGJING, D., BIAO, W. et al., (2025). Design strategies for artificial intelligence based future learning centers in medical universities. *BMC Medical Education*. Online. Vol. 25, no. 161. Dostupné na: <https://doi.org/10.1186/s12909-025-06640-x>.

POZNÁMKY

- ¹ <https://flexxited.com/blog/chatgpt-vs-grok-vs-claude-vs-deepseek-vs-gemini-and-beyond>
- ² <https://www.unite.ai/sk/do-llms-remember-like-humans-exploring-the-parallels-and-differences/>
- ³ <https://www.unite.ai/sk/nlp-vzostup-s-modelmi-transform%C3%A1tora-komplexn%C3%A1-anal%C3%BDzat5-bert-a-gpt/>
- ⁴ <https://doi.org/10.1016/j.landig.2025.01.012>
- ⁵ <https://www.wolterskluwer.com/en/solutions/uptodate>
- ⁶ <https://www.amboss.com/int>
- ⁷ <https://bodyinteract.com/>
- ⁸ https://www.instagram.com/simmedba/p/DCNG7FPIWTE/?img_index=1
- ⁹ <https://www.ibm.com/watson>
- ¹⁰ <https://apps.ankiweb.net/>

- ¹¹ <https://www.ibm.com/mysupport/s/topic/0TO50000002PWIGAM/watson-for-oncology?language=es>
- ¹² <https://deepmind.google/discover/blog/codoc-developing-reliable-ai-tools-for-healthcare/>
- ¹³ <https://nvk.cvtisr.sk/sluzby/elektronicke-informacne-zdroje/web-of-science/>
- ¹⁴ <https://cvtisr.summon.serialssolutions.com/#!/>
- ¹⁵ <https://www.dqsglobal.com/sk-sk/vzdelavanie/blog/odomykanie-inovacii-v-zdravotnictve-kriticka-uloha-softveru-ako-zdravotnickeho-zariadenia-samd>
- ¹⁶ https://uniba.sk/fileadmin/ruk/legislativa/2024/VP_2024_12_priloha_2.pdf
- ¹⁷ <https://mirri.gov.sk/wp-content/uploads/2021/06/Manual-UI-vo-vzdelavani.pdf>
- ¹⁸ <https://it.hms.harvard.edu/service/harvard-ai-sandbox>
- ¹⁹ <https://ai.cuni.cz/AIEN-37.html>
- ²⁰ <https://www.med.muni.cz/studenti/aktuality-pro-studenty/moderni-technologie-ve-zdravotnictvi-seminar>
- ²¹ https://nvk.cvtisr.sk/slovenske-kniznice-otvaraju-dvere-do-sveta-umelej-inteligencie/?utm_source=chatgpt.com
- ²² <https://nvk.cvtisr.sk/dlhorocni-partneri-spajaju-svoje-sily-vzdelavat-v-knizniciach-sa-bude-inovativne-a-bez-hranic/>
- ²³ [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/729512/EPRS_STU\(2022\)729512_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/729512/EPRS_STU(2022)729512_EN.pdf)

■ Článok bol recenzovaný. / Reviewed article.