

A mesterséges intelligencia az élettudományi képzésben: lehetőségek és kockázatok

BARI FERENC

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LIFE SCIENCE EDUCATION: OPPORTUNITIES AND RISKS

A közlemény a mesterséges intelligencia és a mély tanulás fejlődését tárgyalja az orvosi és élettudományi alkalmazások szemszögéből. Kiemeli, hogy az egészségügyi adatok növekvő mennyisége és a számítástechnika fejlődése elősegítette a mesterséges intelligencia (MI) terjedését az orvostudományban és ma már a mindennapi orvosi gyakorlat részét képezi. Az MI hatásos eszköznek bizonyult az orvosi diagnosztikában, például a képalkotó eljárásokban és a betegellátásban, javítva a diagnosztikai pontosságot és hatékonyságot. A gyorsan növekvő orvosi tudás és az új technológiák alkalmazásának szükségessége elengedhetetlenné teszi az MI beépítését az egészségtudományi képzés teljes rendszerébe. Egyaránt segítheti a pályaválasztást, a specializáció irányának megválasztását, valamint a teljes oktatási folyamatot (a tényanyag elsajátítását és készségfejlesztést), beleértve a számonkérés személyre szabott formáit is. Emellett a közlemény felhívja a figyelmet az MI alkalmazásával kapcsolatos etikai kérdésekre és kihívásokra az egészségügyi képzésben.

This study concerns the development of artificial intelligence and deep learning from the perspective of applications in medical and life sciences. It highlights that the increasing amount of health data and advances in computing technology have facilitated the spread of artificial intelligence in medicine and it is now part of the day-to-day medical practice. Artificial intelligence has proven to be an effective tool in medical diagnostics, such as imaging and patient care, improving diagnostic accuracy and efficiency. The rapidly growing medical knowledge and the need to apply new technologies make it essential to integrate artificial intelligence into the whole system of life science education. Artificial intelligence can assist in career pick, choosing of specialization, and the entire educational process (acquisition of knowledge and skills development), including personalized forms of assessment. This study draws also attention to the ethical issues and challenges related to the use of artificial intelligence in health education.

orvosképzés, mesterséges intelligencia, felügyelt tanulás, skill képzés, számonkérés

medical training, artificial intelligence, supervised learning, skill training, assessment

dr. BARI Ferenc (levelezési cím/correspondence): Szegedi Tudományegyetem, Szent-Györgyi Albert Orvostudományi Kar, Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet/University of Szeged, Albert Szent-Györgyi School of Medicine; H-6720 Szeged, Korányi fasor 9. E-mail: bari.ferenc@med.u-szeged.hu

Érkezett: 2024. január 30.

Elfogadva: 2024. április 5.

<https://doi.org/10.33616/lam.34.0227>

A mint azt a LAM kiváló szerkesztőségi összefoglalójában olvashattuk (1) a mesterséges intelligencia (artificial intelligence, AI) orvosi-élettudományi alkalmazása a számítógépek megjelenése óta egyaránt foglalkoztatja a kutatókat, fejlesztőket és a felhasználókat. Az alapvető ötleteknek és elgondolásoknak a gyakorlatba való átültetése azonban viszonylag hosszú ideig tartott (2). A tudományterület napjainkban tapasztalható ugrásszerű fej-

RÖVIDÍTÉSEK

CNN: konvolúciós neurális hálózatok (convolutional neural network)
DL: mély tanulás (deep learning)
LLM: nagy nyelvi modellek (large language model)
MI: mesterséges intelligencia (artificial intelligence)

lődése eredményeként azonban az elmúlt néhány év alatt az MI és a mély tanulás (deep learning, DL) az orvosi gyakorlat részévé vált.

Ezt tükrözik mindazok a tudományos közlemények, amelyek beszámolnak az MI egészségügyi felhasználásának tapasztalatairól, sikereiről és ellentmondásairól (lásd a Web of Science adatbázisait: www.webofknowledge.com). Az MI megjelenik egyfelől új orvostechonikai eszközök fejlesztése és forgalmazása

kapcsán, másrészt rohamosan nő az orvosi gyakorlatban az MI-alapú döntéstámogató szoftverek, betegmonitorozó, illetve távfelügyeleti rendszerek alkalmazása is. Ahhoz, hogy az MI minél gyorsabban és eredményesebben megtalálja a helyét az egészségügyi ellátásban, valamint közös gondolkodás részévé váljon, számos országban oktatási programok sorát indították el az egészségügyi felsőoktatásban (3, 4).

Annak érdekében, hogy átgondolt oktatási programokat lehessen elindítani, szükséges összefoglalni, hogy milyen tényezők állhatnak az MI robbanásszerű fejlődésének hátterében az egészségtudományok területén.

1. Naponta egyre nagyobb mennyiségű egészségügyi adat keletkezik (5) és ezek döntő hányada digitális adathordozókon kerül rögzítésre és tárolásra. A számítógépek teljesítményének ugrásszerű növekedése mellett a hálózatok szinte korlátlan lehetőséget biztosítanak az adatgyűjtésre és -tárolásra, valamint azok elemzésére. Egyre inkább gyakorlattá vált bizonyos betegségregiszterek létrehozása és adatokkal való feltöltése.

2. Számos kezelési irányelv és útmutató (protokoll) algoritmizálja a betegellátásban a döntési láncokat, az orvosi tevékenység jelentős része világszerte azonos kezelési sémák szerint zajlik. A szabadszöveges egészségügyi adatsorok elemzését ma már számos nagy nyelvi program (LLM) segíti. (Az LLM-ek olyan MI-modellek, amelyeket nagy adathalmazokon képeznek ki, lehetővé téve számukra a tartalom felismerését és összegzését.)

3. A gépi tanulás, különösen a DL terén elért áttörő eredmények döntő szerepet játszanak az összetett orvosi adatok elemzésében és korábban nem ismert, új összefüggések feltárásában. Az evidenciákra alapuló orvoslás egyre több megerősítést igényel. Emellett egyre nagyobb figyelem fordul a személyre szabott orvoslás bővülő eszköztára és potenciális lehetőségei iránt is (6).

4. Az egészségügyi költségek világszerte növekednek, és egyre sürgetőbb az igény költséghatékonyabb megoldásokra. A technológiai vállalatok és az egészségügyi szervezetek közötti partnerségek megkönnyítették az MI-technológiák fejlesztését és integrálását az egészségügyi környezetben. Mind az állami szektor, mind a magánbefektetők jelentős befektetéseket tettek az MI-vel foglalkozó egészségügyi startupokba és kutatásokba, amely további fejlődésre ösztönöz.

5. Számos kormány és a szakmapolitikát alakító testület (például a WHO) (7) és társaság kezdte el támogatni az MI-t az egészségügyben a finanszírozás, a politikaalkotás és a szabványok meghatározása révén, ösztönözve annak növekedését.

6. A Covid-19-világjárvány felgyorsította a távfelügyelet, a diagnosztikai eszközök és az adatelemzés iránti igényt, amelyben az MI kulcszerepet játszott.

A fentiek alapján érthető, hogy az MI és ezen belül is az orvosi alkalmazásokhoz köthető piaca hatalmas ütemben nő, amely 2024-ben megközelíti a 30 milliárd USD-t. Egy 2023. októberi közlés szerint (8) egy év alatt 171 új, MI-alapú orvostechonikai eszköz került fel az FDA által engedélyezett eszközök listájára. (A 2023. évi davosi Világgazdasági Fórum beszámolója szerint az MI alkalmazása már jelenleg is számos új, magasfokú szakértelmet kívánó szakembert igényel és a képzésnek nincs alternatívája (9).

Az eszközös és szoftveres fejlesztéseknek köszönhetően az MI-algoritmusokat, különösen a DL-en alapuló módszereket egyre gyakrabban használják az orvosi képalkotó eljárások (a röntgen, CT, MR, szemfenéki angiográfiás felvételek, továbbá a patológiai leletek elemzése) során. Kellő mértékű és minőségű tanuló adathalmaz alapján az MI egyre megbízhatóbb diagnosztikus partner az orvos, a fogorvos, a gyógytornász számára.

Példaként a bőrgyógyászatban, vagy az emlőrákszűrés során nyert tapasztalatokat találtam érdemesnek bemutatni. Amint azt *Gregoriou* és munkatársai 2022-es tanulmányukban leírták (10), a gépi tanúláson és a konvolúciós neurális hálózatokon (CNN) alapuló MI alkalmazása a bőrgyógyászatban gyorsan valószínű perspektívává válik. A szűrés, a korai felismerés és a megfelelő terápia elsőrendű feladat a bőrrákok gyógyításában, így az MI felbecsülhetetlen segítséget nyújthat a bőrelváltozások dermatoszkopos képekről történő osztályozásában. Számos tanulmány szerint a CNN által kínált algoritmusok diagnosztikus pontossága a bőrgyógyászokéval összehasonlítva kiváló vagy azzal legalább

Az MI és ezen belül is az orvosi alkalmazásokhoz köthető piaca hatalmas ütemben nő, 2024-ben megközelíti a 30 milliárd USD-t.

egyenértékű. Az emlőrák korai felismerését az 1980-as évek óta segíti a mammográfiás szűrés. A felvételek értékelése jelentős szakértelmet igényel. Így a radiológusok közötti jelentős eltérés rontja a diagnosztikai pontosságot, ami gyakran szükségtelen visszarendelésekhez, illetve alkalmanként hibás diagnózisokhoz vezet. Az MI lehetőséget kínál e kihívások kezelésére. Amint *Dembrower K* és munkatársai (11) bemutatták, az MI alkalmazása javíthatja a mammográfiás szűrés minőségét és hatékonyságát. Jelenleg több prospektív vizsgálat is folyamatban van annak érdekében, hogy milyen esetekben érdemes az MI-t alkalmazni a mammográfiák értékelésében.

Miközben a szakirodalom egyre több orvosi specializációban beszámol az MI sikeres alkalmazásairól és annak nehézségeiről, nem meglepő, hogy ugrásszerűen megnőtt az elmúlt néhány évben az MI egészségtudományi képzésben betöltött, vagy annak potenciális szerepéről szóló tudományos közlemények száma is. Amíg 2020 előtt évente csak néhány (2018-ban például 20) dolgozat foglalkozott az MI élettudományi oktatási aspektusaival, addig erről 2023-ban már több mint 280 közlemény jelent meg (forrás: Web of Science: „AI and medical education”), és ma már több mint 800 dolgozatot olvashatunk az adott témakörben.

Az említett néhány példa talán kellően alátámasztja, hogy a hazai orvos-, egészségtudományi képzés nem lehet közömbös vagy passzív ezen változások és kihívások kapcsán. Természetesen, mint minden újdonság esetén, itt is számos kérdés, kétely fogalmazódik meg az oktatás résztvevőiben, oktatókban, hallgatókban egyaránt. Az orvosképzés hagyományos struktúrája alig változott az elmúlt évtizedek során. Az elsajátítandó tananyag egésze azonban hatalmas iramban nő. Fontos kérdés, hogy az MI milyen formában jelenjen meg a kurrikulumban (12). Mi lehet az elvárható tananyag, milyen kimeneti követelmények fogalmazhatók meg azok számára, akik elvégeznek egy ilyen jellegű kurzust.

Egy 1950-ben végzett orvos egész életében úgy praktizálhatott, hogy ez alatt az idő alatt az orvosi tudás nem duplázódott meg. Ma azonban annyira felgyorsultak a folyamatok, hogy az orvosi tudás mennyisége állítólag 73 naponta megduplázódik (13). Önmagában ez a tény szinte lehetetlenné teszi a gyógyításban dolgozó orvosok és egészségügyi szakemberek (és a képzők) számára az innovatív eredmények és a betegek segítségére szolgáló újabb iránymutatások megismerését/megismertetését. Ugyanakkor annak a kockázata is nyilvánvaló, ha nem tartanak lépést a legfrissebb ismeretek elsajátításával, ha hiányzik, vagy hiányos az az eszköztár, módszer, ami

segíti leküzdeni ezt az akadályt. Számos tanulmány hívja fel a figyelmet arra a veszélyre, hogy az orvosi tevékenység előbb-utóbb végzetesen elmarad a tudomány által feltárt lehetőségektől.

Napjainkban a legtöbb tudományos közlemény az onkológia, a kardiológia és a neurológia területéről jelenik meg. A „stroke” kulcsszót tartalmazó cikkek száma 2000 és 2020 között ötszörösére (5844 vs. 29 151; Web of Science) nőtt. A rákos megbetegedések hatékonyabb kezelését bemutató tanulmányok száma pedig 2010 és 2020 között csaknem megnégyesződött. Ezzel egy időben azonban azt is megtapasztalhatjuk, hogy még a korábban egyértelműen eredményesebb diagnosztikus, vagy terápiás eljárások bevezetése is igen lassú.

Így talán az egyik legsürgetőbb feladatot a betegellátásban és az oktatásban az újdonságok eddigénél gyorsabb implementációja képezi. Egy 2023-ban a *JAMA*-ban megjelent tanulmány szerint (14) az új eljárások általános körű elterjedése a mindennapos orvosi gyakorlatban nagyon lassú, még egy-egy bizonyítottan hatékony eljárás bevezetése is 13–17 évig eltarthat. (A probléma tudományos igényű vizsgálatát egy külön erre dedikált folyóirat, az *Implementation Science* vállalta fel.)

A sokszor indokolatlannak tűnő késlekedés számos oka közül kiemelendő, hogy a tudományos szempontból hitelesnek tűnő megállapítások, innovációk számos további felülvizsgálaton mennek keresztül mielőtt a hatóságok (például FDA) által jóváhagyásra kerülnek. Az új kutatási eredmények gyakorlatba való átültetése során napjainkban az egyik legnehezebben kezelhető problémát a tudományos dezinformáció jelenti. A félrevezető kommunikáció – ahol a tények helyett a vélemények jelennek meg tudományos kontextusban – szinte szabadon hozzáférhető és a szinte ellenőrizetlenül bővülő kommunikációs platformok széles körben terjesztenek tudományellenes nézeteket (ez természetesen igaz az MI-re vonatkozóan is).

Sajnos az is bekövetkezhet, hogy a jövőben még nagyobb lesz a szakadék a rendelkezésre álló orvosi tudás és a tevékenység között. A betegségekről szerzett ismeretek, valamint az új diagnosztikus eljárások és terápiás megoldások olyan gyorsan fejlődnek, hogy ezzel az oktatási rendszer hagyományos formájában nem tud lépést tartani. További akadályt jelent az is, hogy az új eljárások bevezetéséhez szükséges erőforrások

A hazai orvos-, egészségtudományi képzés nem lehet közömbös vagy passzív az MI megjelenése általi kihívások kapcsán.

(humán és eszközös) előteremtése is gyakran akadályozott és hosszadalmas.

A kérdéskör valószínűleg folyamatos és mélyreható elemzést igényel (ebben is hatékony segítség lehet az MI). Egyidejűleg azonban el kell kezdeni az MI különböző aspektusainak oktatását az élettudományi képzés teljes vertikumában (az alapképzésben és a szakképzésben egyaránt). Mindenekelőtt meg kell érteni a betegellátás

jelenlegi és jövőbeni résztvevőivel, hogy az MI olyan eszköz, amely segítségével javítható a diagnosztikus pontosság, a betegbiztonság és számos olyan teheről mentesítheti az orvosokat és az egészségügyi dolgozókat, amelyek jelenleg elvonják az erőforrásokat a közvetlen betegellátástól (például lehetséges az adminisztratív terhek drasztikus csökkentése, gyorsabb és megbízhatóbb döntések születnek).

Talán a legjobb példa a közlekedésből adható: ha a járművek MI-alapon működnek, azzal önmagában is számos veszélyforrást minimalizálnak (útviszonyok, közlekedési táblák, gyalogos és gépjárműforgalom figyelése, a gépjárművezető fizikai állapotának folyamatos monitorozása stb.). Ezzel közvetlenül javítható a közlekedés biztonsága. Ugyanakkor az is könnyen belátható, hogy az MI-alapú tanulási (döntően szimulációs) környezetben maga a gépjárművezető is több és jobban hasznosítható tudást szerezhet, mint a hagyományos gyakorlás során. Azaz az MI eszköztára egyrészt alkalmas arra, hogy a gyógyítás hatékonyságát az objektív feltételek javításával növelje, másrészt a betegellátás résztvevőinek is minőségileg jobb képzést tud biztosítani.

Az egészségtudományi képzés hagyományosan három alappilléren nyugszik (tudás, gyakorlat és partnerség). A tényszerű tárgyi ismeretek elsajátítása (tudás) mellett szükség van manuális készségekre is, továbbá egyre fontosabb szerepet kap a megfelelő kommunikációs képesség is (15). Ma a különböző képzőhelyeken és képzési programokban eltérő súllyal ugyan, de mind a három elem jelen van az oktatásban és a számonkérésben egyaránt. Az MI integrálása során számos kihívást kell kezelni. Többek között meg kell tanítani a hallgatókat arra, hogy hogyan használják az MI-t a tanulás és majdan hivatásuk gyakorlása során. Továbbá el kell az akadémiai szférának fogadnia, hogy a hallgatók és az oktatók is egyre sokrétűbben fordulnak segítség-

gül az MI-hez a mindennapi életben és ehhez kell igazítani az elvárásokat és a szabályokat is.

Hogyan javíthatja az MI a tárgyi ismeretek elsajátítását? A hagyományos tanulás döntően előadás-, szeminárium-, tankönyv-, jegyzetalapú. Többé-kevésbé azon a feltételezésen alapul, hogy minden benne résztvevő közel azonos tempóban, közel azonos módszerekkel el tudja sajátítani a tananyagot (és esetlegesen ellenőrzi az elsajátítás hatékonyságát) (15). Ugyanakkor nem, vagy alig veszi figyelembe a hallgatók eltérő alapképzettségét, terhelhetőségét, motivációs szintjét, pillanatnyi pszichés állapotát. Ezt felismerve jelentek meg különböző MI-alapú oktatási platformok. Ezek közül említést érdemel az Osmosis (16) és az AMBOSS, amelyek MI-algoritmusok segítségével az egyes tanulók erősségeihez és gyengeségeihez igazítják a tananyagokat és a teszteseteket, így biztosítva a személyre szabott tanulás lehetőségét és élményét (17). Azaz, ha kellően pontosan meghatározott az, hogy mit és milyen összefüggéseket kell elsajátítani a hallgatóknak, az MI végigviszi a hallgatót azon az úton, amely számára a leginkább kedvező. Egyes egyetemi oktatók szerint az MI már most is potenciális „gondolati partner”, ami kevesebbe kerülhet, mint egy valódi oktató, és – az emberekkel ellentétben – mindig elérhető.

Az olyan oktatási chatbotok, mint az Ada és a Buoy információt nyújtanak a tanulóknak, válaszolnak a kérdéseikre, és társalgási formában nyújtanak támogatást, segítve a gyors tájékozódást és a tanulási folyamatot (18). Több közlemény is beszámol róla, hogy a chatbotok hatékonyan segítik a kommunikációs készségek fejlesztését is. Ma már az anamnézis felvételében is hatékony partnerei tudnak lenni az orvosoknak.

A betegellátás manuális alapjainak és később részleteinek elsajátítása a legtöbb egészségtudományi képzőhelyen úgynevezett skill laboratóriumokban történik. A valóságot minél hűebben és annak sokrétűségét bemutató makettek száma, „tudásszintje” folyamatosan nő, és ma már lefedi mind az alapképzés, mind a szakképzés szinte minden területét. Az olyan, MI-vel működő virtuális betegszimulátorok, mint az Osso VR és a Touch Surgery (19), valóság-hű sebészeti és klinikai forgatókönyveket kínálnak az orvostanhallgatóknak és a szakembereknek. Lehetővé teszik a tanulók számára, hogy biztonságos, virtuális környezetben gyakorolják az eljárásokat és a döntéshozatalt.

Kérdés, hogy motiválja (motiválhatja) az oktatókat arra, hogy az MI része legyen a képzési és számonkérési rendszernek. Mindenekelőtt ki

Az MI segítheti az egyetemi oktatókat abban, hogy tanításukat egyre jobban a diákok egyéni igényeihez igazítsák.

kell emelni, hogy az MI oktatáshoz szükséges erőforrások bővülését jelenti. Az MI-alapú tudásbázisok szinte minden témakörben gyors és átfogó összegzést adnak. Megspórolhatók a hosszadalmas szakirodalmi keresések és így segítséget jelenthet az oktatók számára a hatékonyabb időbeosztásban. Az MI segítségével lényegesen csökkenthetők az adminisztratív terhek, például a számonkérések és az időszakos beszámolók osztályozásának egy részét át tudják venni az MI-alapú oktatási platformok. Így az egyetemi oktatók a korábbinál több időt tudnak a tanításra, a mentorálásra és a diákok személyre szabott képzésére fordítani.

Előbb-utóbb napirendre lehet tűzni a hatékonyabb oktatás kérdését is az egészségtudományok területén (hallgatói-oktatói ráfordítás vs. eredményesség-tudás). Ez nem történhet meg a jelenlegi oktatás egyes szegmenseinek kritikus elemzése nélkül. Az MI segítheti az egyetemi oktatókat abban, hogy tanításukat egyre jobban a diákok egyéni igényeihez igazítsák. A tanulói teljesítményre vonatkozó adatok elemzésével az MI-rendszerek azonosítani tudják azokat a területeket, ahol a tanulók esetleg küszködnek, és ahol célzott beavatkozásokat lehet és érdemes tenni. Az MI sokat segíthet az oktatóknak abban, hogy az eddigénél jobban lépést tudjanak tartani a legújabb orvosi kutatási eredményekkel, irányelvekkel és szakirodalommal, megkönnyítve ezzel az aktuális újdonságok beépítését a tananyagba és az előadásokba. Az MI az eddigénél hatékonyabban segítheti a pályaválasztást, továbbá a specializációt is. Az MI-alapú személyiségprofilok feltárhatják azokat a nem nyilvánvaló emberi tulajdonságokat, amelyek egy-egy foglalkozás művelése során előnyösek, vagy éppen hátrányosak lehetnek.

Természetesen felmerül önálló MI-kurzusok szervezésének lehetősége is. A szakirodalom áttekintése kapcsán (20) az alábbi kérdéskörök feldolgozása segítheti egy MI-kurzus eredményességét:

1. Az MI definíciója és változó tartalma, a különböző szintű MI-k hierarchiája.
2. A gépi tanulás elve (felügyelt és önálló tanulás) és példák a neurális hálózatok alkalmazására. A mély tanulás alapkonceptiója.
3. Az egészségügyi paraméterek pontos mérése és rögzítése, strukturált adatbázisok létrehozása és kezelése, a nagy adathalmazok statisztikai feldolgozása és értékelése. Az orvosi-élettudományi modellezés alapjainak bemutatása.
4. Az egészségügyi adatok kezelése, megosztásának lehetősége és korlátai, adatvédelem és biztonság (etikai és jogi szempontok is).

5. Az interdiszciplináris együttműködések fontossága, az új egészségtudományi szakemberek kompetenciáinak (adatmérnök, biostatistikus stb.) megismertetése.

6. Az egyre bővülő felhasználási területek bemutatása a diagnosztikától a személyre szabott gyógyszerelésen át a döntéstámogatási rendszerekig.

7. Az önálló tanulást segítő rendszerek megismertetése és azok kritikus alkalmazása.

Az MI oktatásban való etikus alkalmazásával kapcsolatosan számos komoly aggodalom is megfogalmazódik. Ezek közül én az alábbiakat tekintem a legfontosabbnak:

1. Újra kell fogalmazni az „önálló” munka/dolgozat (például hol kezdődik a plágium) tartalmát. Intézményi, egyetemi szinten rögzíteni kell, hogy az MI hatékony és széles körű felhasználása során mi minősül csalásnak. Ennek megfelelően újra kell gondolni, hogy milyen problémákat kell, vagy lehet feladatként adni, legyen az szakdolgozati téma, vagy egyéb elkészítendő házi feladat.

2. Folyamatosan fel kell mérni, hogy mennyire hiteles és pontos az MI által a tanulók számára generált információ és ha diszkrepancia keletkezik például a tankönyvi adatok és az MI által nyújtott információ között, akkor ez miként oldható fel.

3. Félő, hogy sokan szembeállítják az MI-t a személyes, emberi kapcsolatokkal. Hangsúlyozandó, hogy az MI nem eredményezi automatikusan a humán interakciók háttérbe szorulását. Éppen ellenkezőleg, sokkal több felszabaduló időt és energiát kell és lehet a gyógyítás/gyógyulás további tényezőire összpontosítani (motiváció, akarat, fájdalomtűrés, empátia stb.).

4. Hogyan lehet ezeket a bővülő erőforrásokat nem egymással szembeállítani, hanem egymást kiegészítővé tenni?

5. Mi legyen az MI tananyaga az élettudományi képzésben, ha a változás üteme ilyen marad, illetve mit lehet reálisan számonkérni a hallgatóktól (az oktatóktól)?

Az egész életen át tanulás koncepcióját és gyakorlatát azonban meglehetősen nehéz az egyén szintjén érvényesíteni. Azt azonban hangsúlyozni kell, hogy az orvosi gyakorlat messze nem pusztán technikai jellegű. Ennek a hivatásnak a gyakorlása magában foglalja azt a jelenleg még semmi mással sem felcserélhető kapcsolatot a

Az MI az élettudományi szakemberképzésben páratlan lehetőséget kínál hatékonyabb oktatásra, a klinikai készségek fejlesztésére, a szakmai fejlődés támogatására.

segítségére szoruló, esetleg kiszolgáltatott személy és egy olyan személy között, aki rendelkezik a segítségnyújtáshoz szükséges készségekkel és tudással. A pozícióbeli, tudásbeli és kiszolgáltatottsági egyenlőtlenségekkel járó viszonyrendszer eredményes és hatékony kezelése mindenképpen szükségessé teszi a betegellátásban dolgozók aktív részvételét. Más kérdés, hogy az MI által kínálgató lehetőségek (személyiségprofilok modellezése, a humán interakciók elemzése és a tapasztalatok összegzése) mennyiben tudják elősegíteni akár az orvosok és egészségügyi dolgozók, akár a betegek hatékonyabb együttműködését a betegségek megelőzése, a terápia vagy a rehabilitáció során.

Összegezve: a mesterséges intelligencia bevonása az élettudományi szakemberképzésbe pá-

ratlan lehetőséget kínál hatékonyabb oktatásra, a klinikai készségek fejlesztésére és a folyamatos szakmai fejlődés támogatására. Ugyanakkor felelősséggel is jár: az etikai aggályokat kezelni kell, továbbá körültekintő munkát igényel annak biztosítása, hogy a mesterséges intelligenciát olyan módon használják, amely mind a hallgatók, mind a betegek javát szolgálja. Összefoglalómat több mint négy évtizedben az egészségtudományi képzésben (orvos, fogorvos, gyógyszerész, gyógytornász, pszichológus) részt vevő egyetemi oktatóként írtam. A leírtak többségét az elmúlt évek olvasmányai alapján fogalmaztam meg, és az számos szubjektív értékítéletet is tartalmaz. A témakörrel folyamatosan bővitem ismereteimet és készen állok a konstruktív párbeszéd minden formájára.

Irodalom

1. Balkányi L, Hangya B. LAMMI: mesterséges intelligencia (MI) rovat a LAM-ban – beköszöntő. *Lege Artis Medicinae* 2023;33(8-9):459-66.
2. <https://courses.cs.washington.edu/courses/csep590/06au/projects/history-ai.pdf>
3. Sapci AH, Sapci HA. Artificial intelligence education and tools for medical and health informatics students: Systematic review. *JMIR Med Educ* 2020;6(1):e19285. <https://doi.org/10.2196/19285>
4. Pinto dos Santos D, Giese D, Brodehl S, et al. Medical students' attitude towards artificial intelligence: a multicentre survey. *Eur Radiol* 2019;29:1640-6. <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5601-1>
5. https://www.rbccm.com/en/gib/healthcare/episode/the_healthcare_data_explosion#content-panel
6. Schork NJ. Artificial intelligence and personalized medicine. *Cancer Treat Res* 2019;178:265-83. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16391-4_11
7. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>
8. <https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/artificial-intelligence-and-machine-learning-aiml-enabled-medical-devices>
9. <https://www.weforum.org/agenda/2023/05/jobs-lost-created-ai-gpt/>
10. Gregoriou S, Dias J, Stratigos AJ. Artificial intelligence in dermatology: Challenges and perspectives. *Dermatol Ther (Heidelb)* 2022;12(12):2637-51. <https://doi.org/10.1007/s13555-022-00833-8>
11. Dembrower K, Crippa A, Colón E, Eklund M, Strand F, ScreenTrustCAD Trial Consortium. Artificial intelligence for breast cancer detection in screening mammography in Sweden: a prospective, population-based, paired-reader, non-inferiority study. *Lancet Digital Health* 2023;5(10):e703-e711. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(23\)00153-X](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(23)00153-X)
12. Kundu S. How will artificial intelligence change medical training? *Commun Med* 2021;1:8. <https://doi.org/10.1038/s43856-021-00003-5>
13. Page L. Docs Struggle to Keep Up With the Flood of New Medical Knowledge. Here's 2023; Advice Medscape – Mar.
14. Rubin R. It takes an average of 17 years for evidence to change practice-the burgeoning field of implementation science seeks to speed things up. *JAMA* 2023;329(16):1333-6. <https://doi.org/10.1001/jama.2023.4387>
15. Augustin M. How to learn effectively in medical school: test yourself, learn actively, and repeat in intervals. *Yale J Biol Med* 2014;87(2):207-12.
16. Tyson C. Osmosis. *J Med Libr Assoc* 2020;108(2):345-8. <https://doi.org/10.5195/jmla.2020.949>
17. Bientzle M, Hircin E, Kimmerle J, Knipfer C, Smeets R, Gaudin R, Holtz P. Association of online learning behavior and learning outcomes for medical students: Large-scale usage data analysis. *JMIR Med Educ* 2019;5(2):e13529. <https://doi.org/10.2196/13529>
18. Boscardin CK, Gin B, Golde PB, Karen E, Hauer KE. ChatGPT and generative artificial intelligence for medical education: Potential impact and opportunity academic. *Medicine* 2024;99(1):22-7. <https://doi.org/10.1097/ACM.00000000000005439>
19. Varas J, Coronel BV, Villagrán I, Escalona G, Hernandez R, Schuit G, et al. Innovations in surgical training: exploring the role of artificial intelligence and large language models (LLM). *Rev Col Bras Cir* 2023;50:e20233605. <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20233605-en>
20. Meskó B, Görög M. A short guide for medical professionals in the era of artificial intelligence. *Npj Digit Med* 2020;3:126. <https://doi.org/10.1038/s41746-020-00333-z>