

A mesterséges intelligencia jövőbeli kihívásai az egészségügyben

Future challenges of artificial intelligence in healthcare

Pásztor Ibolya¹ ✉

¹PÉTEGISZ Járóbeteg Szakellátó Központ, Polgár

✉ pasztoribolya@petegisz.hu

Az egészségügyi rendszerek világszerte olyan kihívásokkal néznek szembe, mint a növekvő költségek, a korlátozott hozzáférés és a személyre szabott ellátás iránti növekvő kereslet. Ebben a folyamatban a mesterséges intelligencia (MI) az átalakulás kulcsfontosságú tényezőjévé válik. Egyre sürgetőbb igényként fogalmazódik meg, hogy ki kell aknázni az MI-ben rejlő lehetőségeket e problémák enyhítésére, azonban nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy kritikusan értékeljük a mesterséges intelligencia integrálását az egészségügyi ellátás különböző területeibe. Az MI olyan algoritmusok és gépi tanulási technikák összessége, amelyek az emberi intelligencia funkcióinak utánzására, például döntéshozatalra, mintázatok felismerésére és predikcióra képesek. Az egészségügyben az MI nem csupán eszköz, hanem egy új paradigma, amely lehetőséget teremt a betegellátás fejlesztésére, a költségek csökkentésére és a gyógyítás hatékonyságának növelésére. Az MI alkalmazása új dimenziókat nyitott az orvostudományban, lehetővé téve a korábbiaknál pontosabb diagnózisokat, hatékonyabb kezeléseket, valamint a rendszer működésének optimalizálását. Az MI alkalmazásai a radiológiától kezdve a telemedicinán át a gyógyszerkutatásig és betegellátásig számos területet érintenek, melyek jelentős hatással vannak mind a betegek, mind az egészségügyi dolgozók életére. Az MI használatának egyértelmű előnyei mellett azonban nagyon fontos, hogy a figyelem fókuszába helyezzük az alkalmazásával felmerülő kihívásokat.

A tanulmány célkitűzése, hogy az eddigi tapasztalatok alapján csokorba szedje ezeket a területeket, rávilágítva, hogy a hagyományosan használt módszereket, eljárásokat hogyan írja felül az új technológia.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, adatvédelem, etika, egészségügyi innováció, személyre szabott orvoslás

Health systems worldwide face challenges such as rising costs, limited access and increasing demand for personalised care. In this process, artificial intelligence (AI) is becoming a key driver of transformation. There is a growing need to harness the potential of AI to mitigate these challenges, but also a critical assessment of the integration of AI into different areas of healthcare. AI is a set of algorithms and machine learning techniques that can mimic human intelligence functions such as de-

cision making, pattern recognition and prediction. In healthcare, AI is not just a tool, but a new paradigm that offers the potential to improve patient care, reduce costs and increase the efficiency of treatment. The use of AI has opened up new dimensions in medicine, allowing more accurate diagnoses, more effective treatments and optimisation of system performance. Applications of AI range from radiology to telemedicine, drug discovery and patient care, and have a significant impact on the lives of both patients and healthcare professionals. However, in addition to the clear benefits of using AI, it is important to focus attention on the challenges it poses.

The aim of this paper is to draw together these areas based on experience to date, highlighting how traditionally used methods and procedures are being overriden by new technology, as the use of AI raises a number of ethical and technical issues, such as the protection of patient data, the impartiality of systems and the changing nature of the doctor-patient relationship. Moreover, the ethical dimensions of AI use, such as data protection, transparency of decision-making and social inequalities, cannot be neglected. Addressing these dilemmas is essential for the long-term sustainable integration of AI in healthcare.

The future of AI in healthcare depends on our ability to use the technology in a responsible, thoughtful and ethical way. AI is not just a tool, but a catalyst for potential change that could fundamentally reshape medical care and disease management. But this requires global collaboration, including the alignment of technological innovation, privacy reforms and ethical standards.

For AI to reach its full potential, it will also require advances in education and regulatory systems. Only in this way can we ensure that new technologies are accessible to all, while preserving patient safety and human dignity. The key to the future of healthcare is therefore to take into account social, economic and ethical aspects in the development and use of AI.

Keywords: artificial intelligence, data protection, ethics, health innovation, personalised medicine

BEVEZETÉS

A mesterséges intelligencia gondolata nem újkeletű. Alan Turing már az 1950-es években feltett egy megtévesztően egyszerű kérdést: képes-e egy ember alkotta eszköz olyan hatást gyakorolni és olyan döntéseket hozni, amelyek megkülönböztethetetlenek az emberektől? A Turing-tesztet számos bíráló érte, azonban meghatározó fokmérőjévé vált a mesterséges intelligencia fejlődésének.

A kimutatható orvosi alkalmazásokkal rendelkező mesterséges intelligencia az 1970-es években kezdett elterjedni, azonban az MI modern korszaka a 2000-es évek elején kezdődött, ami kvantumugrásszerű fejlődést hozott mind az egészségügyben, mind az emberi mindennapi életben [1].

A mesterséges intelligencia virtuális neurális hálókat használ, leképezve ezzel az emberi agy működését. Képes felismerni az adatokban lévő mintázatokat, és ez alapján hoz döntéseket. Mára már képesek például az egészségügyben a képalkotó vizsgálatok terén az orvosokénál pontosabb diagnózist adni, léteznek önvezető rendszerek, s a GPT már nem csupán a Turing-teszten képes átmenni, de egészen magával ragadó stílusban képes kommunikálni.

Az egészségügy világszerte növekvő kihívásokkal küzd: az idősödő népesség, a krónikus betegségek gyakoribbá válása és a COVID-19 járványhoz hasonló globális egészségügyi válságok egyre nagyobb nyomást gyakorolnak a rendszerekre. Az MI alkalmazásai segítenek ezekre a kihívásokra reagálni, például az orvosi diagnosztika, a kezelések személyre szabása, valamint az adminisztratív folyamatok optimalizálása révén [1].

Az MI alapvetően gépek tanítását jelenti arra, hogy emberihez hasonló kognitív funkciókat végezzenek, mint például:

- Mintafelismerés: Képek, szövegek vagy adathalmazok elemzése, mintázatok észlelése.
- Predikció: Betegségek kimenetelének előrejelzése a beteg történeti és genetikai adatai alapján.
- Automatizáció: Időigényes és ismétlődő feladatok elvégzése (például orvosi dokumentációk feldolgozása) [2].

MÓDSZER

A cikk a témában írt tanulmányokra épülő irodalomkutatáson alapul, melyhez a Google Scholar és a www.mdpi.com nyújtotta a legnagyobb segítséget. Csak olyan publikációkat válogattam, melyek a mesterséges intelligencia használatának kihívásaira mutat rá, illetve utal az ezek kezelésére tett törekvésekre.

EREDMÉNYEK

Az MI főbb alkalmazási területei az egészségügyben Orvosi képalkotás és diagnosztika

Az MI algoritmusok különösen hasznosak az orvosi képalkotásban, például radiológiai vagy patológiai képek elemzésében. A gépi tanuláson alapuló rendszerek az emberi szakértőknél gyorsabban és sokszor pontosabban képesek felismerni bizonyos rendellenességeket, például daganatos

elváltozásokat. Így az MI segíthet a betegségek korai felismerésében és pontosabb diagnosztizálásában, mivel az algoritmusok képesek azonosítani olyan apróbb eltéréseket is, amelyek az emberi szem számára észrevehetetlenek. Ezen rendszerek integrációja nemcsak a diagnosztikai pontosságot növeli, hanem csökkenti az orvosokra nehezedő munkaterheket is [3]. Emellett az MI lehetővé teszi a személyre szabott kezelési tervek kidolgozását, figyelembe véve a beteg genetikai és egészségügyi adatait.

Hatékonyabb műtétek és kezelések

A sebészeti robotok, mint például a Da Vinci rendszer, pontosabb és kevesebb komplikációval járó beavatkozásokat tesznek lehetővé. Az MI-alapú eszközök intraoperatív útmutatást nyújtanak, ami különösen hasznos lehet távoli vagy rosszul felszerelt régiókban [4].

Klinikai döntéstámogatás

Az MI-alapú döntéstámogató rendszerek segítenek az orvosoknak a betegellátás optimalizálásában azáltal, hogy elemzik a beteg adatait és javaslatokat tesznek a kezelési lehetőségekre. Ezek az eszközök különösen hasznosak a személyre szabott orvoslás területén, ahol az egyedi genetikai vagy egyéb tényezők alapján javasolnak terápiákat [3].

Telemedicina és virtuális betegellátás

Az MI integrációja lehetővé tette a telemedicina fejlődését, amely a COVID-19 járvány idején különösen felgyorsult. Chatbotok és virtuális asszisztensek segítségével a betegek egyszerűbb kérdéseikre választ kaphatnak, illetve gyorsan és hatékonyan vehetnek részt konzultációkon, anélkül, hogy személyesen meg kellene jelenniük [1]. Ezen túl a mesterséges intelligenciával kombinált hordozható technológiai megoldások fejlődése is egyre szélesebb körben terjedt el az egészségügyben. Így például a betegek monitorozása és kezelése virtuális alkalmazásokon keresztül mára már valósággá és bizonyos esetekben az ellátási standardok részévé vált [2].

Adminisztratív terhek csökkentése

Az MI-rendszerek képesek automatizálni a monoton adminisztratív feladatokat, mint például az orvosi jegyzetek készítése vagy a betegek időpontjainak ütemezése, ami csökkenti az egészségügyi dolgozók terheit és növeli a hatékonyságot.

Közösségi egészség- és járványkezelés

Az MI használata az egészségügyi adatok elemzésében hozzájárulhat a járványok nyomon követéséhez és megelőzéséhez. Például az MI-rendszerek képesek előrejelezni, hogy egy adott betegség milyen gyorsan terjedhet, és mely közösségekre van a legnagyobb hatással.

Gyógyszerfejlesztés és kutatás

Az MI ideális az orvosi kutatásban használt nagy és összetett adathalmazok elemzésére, ezért a gyógyszerkutatásban is jelentős előrelépéseket hozott, lehetővé téve a

potenciális hatóanyagok gyorsabb azonosítását, valamint a klinikai vizsgálatok hatékonyságának növelését azzal például, hogy hozzájárul a klinikai vizsgálatokhoz a kohorsz kiválasztásával, a résztvevők szervezésével, valamint az adatok gyűjtésével és elemzésével. Növelheti a klinikai vizsgálatok betegközpontú szemléletét, általánosíthatóságát, hatékonyságát és eredményét. Ez különösen fontos lehet a ritka betegségek kezelésére szolgáló gyógyszerek fejlesztésénél [2].

A mesterséges intelligencia előnyei és kihívásai az egészségügyben

Az MI által nyújtott előnyök egyértelműek: az egészségügyi ellátás gyorsabbá, hatékonyabbá és sok esetben elérhetőbbé vált. Ugyanakkor az MI használata számos etikai és technikai kérdést is felvet, mint például a betegadatok védelmét, a rendszerek elfogulatlanságát és az orvos-beteg kapcsolat megváltozását. Ezen túl nem elhanyagolhatók az MI használatának etikai dimenziói, például az adatok védelmével, a döntéshozatal átláthatóságával és a társadalmi egyenlőtlenségekkel kapcsolatban. Az ilyen dilemmák megoldása nélkülözhetetlen az egészségügyben az MI hosszú távú, fenntartható integrációjához.

Bár az MI nagy potenciált hordoz, ahogyan azt már fentebb említettem, számos akadályt is felvet:

1. Adatminőség és adatvédelem

Az MI-rendszerek hatékonysága nagyban függ a felhasznált adatok minőségétől. Az adatok hiányosságai vagy torzításai csökkenthetik az algoritmusok pontosságát és méltányosságát. Ezen kívül a betegadatok gyűjtése és tárolása komoly adatvédelmi és biztonsági kockázatokat jelent.

2. Átláthatóság és bizalom

Sok MI-rendszer működése, különösen a mélytanulási algoritmusoké, átláthatatlan a felhasználók számára („feketedoboz probléma”), ami csökkentheti az elfogadottságot és a bizalmat, emellett számos jogi aggályt is felvet.

3. Integráció és skálázhatóság

Az MI-rendszerek bevezetése az egészségügyi intézményekbe gyakran idő- és költségigényes. Az eltérő szabványok és rendszerek közötti interoperabilitás hiánya akadályozhatja a technológia széles körű alkalmazását.

4. Etikai kérdések és jogi felelősség

Az MI által hozott döntések felelőssége gyakran nem egyértelmű. Ez különösen fontos az esetleges hibák vagy téves diagnózisok esetén. Az etikai kérdések közé tartozik, hogy miként biztosítható az algoritmusok elfogulatlansága és az igazságos egészségügyi ellátás [4].

A fenti kihívások megoldására számos törekvés van már, mint például:

- Átlátható algoritmusok fejlesztése és a „feketedoboz” problémák minimalizálása.
- Adatvédelmi irányelvek szigorítása, valamint „adatközösségek” létrehozása az adatmegosztás és -feldolgozás szabályozott keretei között.

- Képzési programok kidolgozása az egészségügyi dolgozók számára az MI-eszközök használatára.

Az MI hatékony és etikus alkalmazása az egészségügyben nemcsak az orvosi ellátás minőségét javíthatja, hanem hozzájárulhat egy igazságosabb, adatvezérelt rendszer kialakításához.

Technológiai kihívások

A mesterségesintelligencia-alapú rendszerek sikeres működéséhez hatalmas mennyiségű adat szükséges. Az egészségügyben ez különösen érzékeny kérdés, mivel a betegadatok kezelése számos kiemelt biztonsági és etikai szempontot vet fel.

Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/679 rendelete a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 95/46/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről (GDPR – Általános Adatvédelmi Rendelet) meghatározza az egészségügyi adatok kezelésének keretrendszerét. Ezek biztosítják a betegek adatainak bizalmaságát, és meghatározzák, hogy a gyűjtött adatokhoz kik férhetnek hozzá. Azonban az MI fejlesztése és alkalmazása során nehéz egyensúlyt teremteni az adatvédelmi szabályok betartása és az adatok szabad hozzáférhetősége között, amely az algoritmusok optimalizálásához elengedhetetlen [5].

Az egészségügyi adatforrások gyakran nem strukturált formátumban léteznek, hanem például orvosi jegyzetekben, képalkotó vizsgálatokban vagy hangfelvételekben. Ezek elemzése és egységesítése hatalmas technológiai kihívást jelent. A strukturált adatok (például laboreredmények) könnyebben kezelhetők, de nem fedik le az orvosi döntéshozatalhoz szükséges összes információt. Ezért a nem strukturált adatok feldolgozása és használhatóvá tétele kritikus pontja az MI sikerének, de jelenleg még jelentős korlátokba ütközik [6].

Az MI-modellek teljesítménye nagymértékben függ a betanításukhoz használt adatok minőségétől és reprezentativitásától. Ha az adathalmaz hiányos vagy torzított, az algoritmus hibás döntéseket hozhat, ami közvetlenül veszélyezteti a betegek biztonságát.

A mesterséges intelligencia működése – különösen a mélytanulási modellek esetében – gyakran átláthatatlan. Az orvosok és az egészségügyi dolgozók számára nehéz megérteni, hogy az algoritmus hogyan jutott egy adott döntésre. Ez a „feketedoboz” probléma korlátozza a technológia elfogadottságát, mivel az egészségügyben elengedhetetlen a döntések indokolhatósága és nyomon követhetősége. Az MI-modellek hatékonysága és pontossága alapvetően meghatározza alkalmazhatóságukat az egészségügyben.

Az MI-rendszerek bevezetésének egyik legnagyobb akadálya az egészségügyi informatikai rendszerekkel való integráció hiánya. Az egészségügyi intézményekben használt különböző rendszerek (pl. elektronikus egészségügyi nyilvántartások) gyakran nem kompatibilisek egymással, ami meg-

nehezíti az MI-megoldások implementációját. Az interoperabilitás hiánya növeli a költségeket, lassítja az új technológiák elfogadását, és csökkenti az MI-alapú rendszerek hatékonyságát [6].

Az MI technológiai kihívásainak leküzdése elengedhetetlen ahhoz, hogy az egészségügy területén történő használata hatékonyabbá, igazságosabbá és biztonságosabbá váljon a jövőben.

Etikai és társadalmi kihívások

Az MI-alapú rendszerek működése hatalmas mennyiségű adatot igényel, s ezek gyakran a betegek személyes egészségügyi információit tartalmazzák. Az adatok etikus felhasználása kiemelten fontos, hiszen a betegek bizalmának elvesztése súlyosan veszélyeztetheti nem csupán az MI alkalmazását az egészségügyben, hanem magát a gyógyítás folyamatát is. A legnagyobb kihívás az adatok anonimitásának biztosítása, miközben a rendszerek fejlesztése és pontosítása érdekében továbbra is hozzáférhetővé kell tenni őket. A betegjogok megóvása érdekében a GDPR és a Health Insurance Portability and Accountability Act, 1996 (HIPAA) szabályozások szigorú előírásokat fogalmaznak meg az adatok kezelésére és megosztására vonatkozóan, azonban az ezeknek való megfelelés gyakran technológiai akadályokba ütközik.

A betegek autonómiája szintén kihívások elé néz, hiszen az MI-alapú döntéshozatal bizonyos esetekben a beteg kívánságainak figyelmen kívül hagyásához vezethet. Az MI-rendszerek döntéseit követő „algoritmikus determinizmus” veszélye – amikor az emberi ítélőképesség háttérbe szorul – tovább mélyíti az adatfelhasználás körüli etikai dilemmákat [6].

Az MI-algoritmusokban jelen lévő azon torzítások is súlyos etikai problémákat vetnek fel, amelyek gyakran a fejlesztés során használt adatok hiányosságaiából vagy torzulásaiból erednek. Például ha az adathalmaz nem reprezentálja megfelelően az adott populáció sokféleségét (például etnikai vagy szociális szempontból), az algoritmus döntései diszkriminatívak lehetnek.

A mesterséges intelligencia egészségügyi alkalmazásaihoz való hozzáférés földrajzilag és gazdaságilag egyenlőtlen. A fejlett országok általában több erőforrással rendelkeznek az MI-rendszerek fejlesztésére és implementálására, míg a fejlődő régiók gyakran kevesebb lehetőséggel bírnak. Ez az úgynevezett „digitális szakadék” mélyítheti az egészségügyi ellátásban tapasztalható globális egyenlőtlenségeket, amelyek etikai és társadalmi szinten is aggodalmakat vetnek fel [6].

Az MI-rendszerek bevezetése az orvos-beteg kapcsolat jelentős átalakulását idézheti elő. Az automatizált rendszerek növelhetik az orvosi döntéshozatal hatékonyságát, de fennáll a veszélye annak, hogy az orvosok és a betegek közötti személyes kapcsolat elidegenedik. A betegek elvárják az emberi empátiát, amelyet a technológia nem tud helyettesíteni, így az MI-alapú rendszerek alkalmazása csökkentheti az orvosi ellátás iránti bizalmukat.

Az egészségügyi dolgozók is gyakran szkeptikusak az MI alkalmazásával szemben, mivel attól tartanak, hogy a technológia kiszorítja őket a döntéshozatali folyamatból, vagy csökkenti szakmai szerepük értékét. Az MI-rendszerek bonyolultsága és átláthatatlansága további gátat jelenthet az elfogadásukban, különösen azok körében, akik kevésbé jártasak a technológiai innovációk alkalmazásában [6].

Az MI társadalmi és etikai kihívásainak megoldása kulcsfontosságú ahhoz, hogy a technológia valóban igazságos és fenntartható módon járuljon hozzá az egészségügy fejlődéséhez.

Gazdasági és szabályozási kihívások

Az MI-rendszerek fejlesztése az egészségügyben rendkívül költséges folyamat. A fejlesztés jelentős része a nagy mennyiségű, strukturált és strukturálatlan adat feldolgozása és elemzése épül, amelyhez fejlett infrastruktúra szükséges (például nagy számítási kapacitás és adatközpontok). Emellett a kutatás és fejlesztés (K+F) magas költségei, az algoritmusok finomhangolása, valamint az adatvédelem biztosítása további pénzügyi terhet jelent [5].

A fenntarthatóság szempontjából külön kihívást jelent a technológia alkalmazása az alacsonyabb költségvetésű egészségügyi rendszerekben, különösen a fejlődő országokban. Az MI-projektek finanszírozása gyakran kormányzati és magánszektorbeli együttműködésekben múlik, de ezek koordinációja és hosszú távú fenntartása nem mindig garantált. A technológia megfizethetősége és hozzáférhetősége alapvető feltétele annak, hogy a mesterséges intelligencia széles körben elterjedhessen az egészségügyi szektorban [6].

A fejlődés gátja lehet a technológiai innovációk és a szabályozói környezet közötti szakadék. A mesterséges intelligencia gyors ütemű fejlődése gyakran meghaladja a meglévő szabályozási keretek adaptációs képességét. Az új MI-alapú rendszerekre vonatkozó szabályozások gyakran lassan születnek meg, így a technológiai innovációk és a szabályozói elvárások között szakadék alakulhat ki. Ez a helyzet bizonytalanságot teremt az iparág szereplői számára, és hátráltatja a klinikai alkalmazások elterjedését.

Az MI alkalmazása, annak sajátos jellemzői miatt, hátrányosan érinthet számos alapvető jogot és a felhasználók biztonságát is. Ennek kezelése érdekében az Európai Unió rendelete kockázatalapú megközelítést alkalmaz, amelynek értelmében az MI-alkalmazásokat kockázati osztályokba sorolják, és a jogi fellépést a konkrét kockázati szinthez igazítják. E célból különbséget tesz az elfogadhatatlan, a nagy és a mérsékelt kockázatot jelentő MI-rendszerek között. E megközelítés szerint az MI-alkalmazásokat csak a konkrét kockázati szintek kezeléséhez feltétlenül szükséges mértékben kívánják szabályozni. A klinikai tesztek során bizonyítani kell az algoritmusok biztonságosságát, hatékonyságát és megbízhatóságát, ami hosszadalmas és költséges lehet. Ezenkívül a mesterséges intelligencia folyamatos tanulási képessége (pl. új adatokkal való önálló fejlődés) további szabályozási kérdéseket vet fel, hiszen a rendszer változó teljesítménye kihívást jelenthet a minőségbiztosítás szempontjából.

ból. Szükség van olyan eljárásrendre, amely biztosítja az MI-alapú egészségügyi megoldások biztonságosságát és hatékonyságát. Ez magában foglalhatja a klinikai vizsgálatok és engedélyezési eljárások újragondolását is [5].

A gazdasági és szabályozási kihívások megoldása érdekében kulcsfontosságú a széles körű együttműködés, valamint a finanszírozási és jogi keretek folyamatos frissítése. Csak így biztosítható, hogy az MI-technológiák valóban hozzáférhetők és hatékonyak legyenek mindenki számára.

Lehetséges megoldások és jövőbeli kilátások Technológiai fejlesztések

A mesterségesintelligencia-rendszerek fejlődésének egyik legfontosabb iránya a modellek átláthatóságának növekedése. Emellett folyamatosan javítani kell az algoritmusok pontosságát és általánosíthatóságát, különösen a ritka betegségek vagy kisebb mintákat reprezentáló adathalmazok esetében. Az olyan technológiák, mint a mélytanulás (deep learning), továbbra is központi szerepet játszanak, azonban a kisebb energiaigényű és hatékonyabb modellek fejlesztése is kulcsfontosságú a fenntarthatóság érdekében [6].

Adatkezelési reformok

Ahogy azt már említettem, az MI-alapú egészségügyi rendszerek globális elterjedése jelentős adatvédelmi kihívásokat vet fel, amelyek közös, nemzetközi szinten harmonizált adatvédelmi irányelvek kialakítását teszik szükségessé. Ezek célja az, hogy biztosítsák a betegek adatainak védelmét, miközben elősegítik az adatok kutatási és innovációs célú felhasználását. Az egységes irányelvek csökkenthetik az országok közötti jogi különbségeket, amelyek jelenleg akadályozzák a nemzetközi együttműködéseket.

Az Európai Unió Általános Adatvédelmi Rendelete (GDPR) jelenleg az egyik legátfogóbb szabályozás, amely az egészségügyi adatok kezelésére is vonatkozik. A GDPR előírja az adatvédelem alapelveit, mint például az adatminimalizálást, a célhoz kötöttséget és a „privacy by design” megközelítést, amelyek kulcsfontosságúak az MI-rendszerekben. Az EU emellett magas szintre emelte az MI-rendszerek szabályozását az újonnan elfogadott MI-törvény (AI Act) keretében, amely különösen a magas kockázatú alkalmazásokra, például az egészségügyre összpontosít. Ez biztosítaná a rendszerek átláthatóságát és megbízhatóságát [8]. Az Egyesült Államokban a HIPAA szabályozza az egészségügyi adatok védelmét, de nem terjed ki teljes mértékben az MI-rendszerek sajátosságaira.

A globális szinten eltérő adatvédelmi szabályok akadályozhatják az MI-rendszerek hatékony alkalmazását és az adatok nemzetközi megosztását. A WHO javasolja egy globális keretrendszer kidolgozását, amely figyelembe venné az olyan regionális szabályozások tapasztalatait, mint a GDPR és az AI Act.

Etikai útmutatók és szabályozások

Az MI-rendszerek fejlesztése során alapvető fontosságú olyan etikai irányelvek megalkotása, amelyek garantálják a

technológia biztonságos és igazságos használatát. Az olyan kezdeményezések, mint az Európai Unió etikus MI-re vonatkozó irányelvei, már megkezdődtek, de ezeket ki kell terjeszteni az egészségügyi szektorra. Az irányelveknek foglalkozniuk kell a betegjogokkal, az algoritmikus torzítások elkerülésével, valamint a technológiai fejlesztések globális igazságosságának kérdésével [6].

Oktatás és képzés

Az egészségügyi dolgozók számára átfogó képzési programok szükségesek, amelyek bemutatják az MI-technológiák előnyeit és korlátait, valamint megtanítják az új rendszerek használatát. Az orvosoknak meg kell érteniük az MI működését ahhoz, hogy megfelelően tudják értékelni a technológia által nyújtott javaslatokat.

Ezzel párhuzamosan a betegek edukációja is kiemelt feladat, hogy megértsék, hogyan működnek az MI-rendszerek, és milyen szerepet játszanak az egészségügyi döntésekben. Az edukáció növeli a betegek bizalmát és hajlandóságát az MI-alapú megoldások elfogadására, miközben csökkenti az ismeretlentől való félelmet.

A technológiai, adatvédelmi, etikai és oktatási kihívások kezelésével olyan környezet teremthető, amely lehetővé teszi a mesterséges intelligencia biztonságos, hatékony és igazságos felhasználását az egészségügyi szektorban.

Az MI forradalmasítja az egészségügyi ágazat gazdasági struktúráit, jelentős költségmegtakarítási potenciált kínálva, miközben új üzleti modelleket és szolgáltatásokat tesz lehetővé. A sikeres átálláshoz azonban szükség van a szabályozási környezet fejlesztésére, célzott beruházásokra, valamint az egészségügyi szakemberek képzésére. Az MI-technológiák felelősségteljes és etikus alkalmazása kulcsfontosságú lesz az egészségügyi rendszerek fenntarthatóságának és hatékonyságának javításában.

ÖSSZEGZÉS

A mesterséges intelligencia az egészségügyben jelentős lehetőségeket kínál, ugyanakkor számos kihívással is szembesít. Az MI alkalmazása javíthatja a betegellátás minőségét, csökkentheti a diagnosztikai hibák számát, valamint gyorsabbá és költséghatékonyabbá teheti az egészségügyi szolgáltatásokat. Ezen előnyök mellett azonban az adatbiztonság, az algoritmusok megbízhatósága, az etikai és társadalmi szempontok, valamint a gazdasági és szabályozási kérdések kihívást jelentenek.

A technológiai problémák közé tartozik az adatok minősége és hozzáférhetősége, valamint az MI-modellek átláthatósága. Az etikai dilemmák a betegjogok, az adatvédelem és a diszkrimináció kockázata köré csoportosulnak. Ezen túlmenően az egészségügyi dolgozók képzése és a technológia elfogadása is kiemelt figyelmet igényel. A szabályozási környezet lassú fejlődése szintén akadályozza a mesterséges intelligencia széles körű adaptációját az egészségügyben.

A mesterséges intelligencia jövője az egészségügyben attól függ, hogy képesek leszünk-e felelős módon, átgondoltan és etikus keretek között alkalmazni a technológiát. Az MI nem csupán egy eszköz, hanem olyan potenciális változás katalizátora, amely alapjaiban formálhatja át az orvosi ellátást és a betegségek kezelését. Ehhez azonban globális együttműködésre van szükség, amely magában foglalja a technológiai innovációk, az adatvédelmi reformok és az etikai normák összehangolását.

Ahhoz, hogy az MI teljes mértékben kiaknázza a lehetőségeit, az oktatás és a szabályozási rendszerek fejlődésére is szükség van. Csak így biztosítható, hogy az új technológiák mindenki számára hozzáférhetőek legyenek, miközben megőrizzük a betegbiztonságot és az emberi méltóságot. Az egészségügy jövőjének kulcsa tehát az, hogy az MI fejlesztése és alkalmazása során a társadalmi, gazdasági és etikai aspektusokat egyaránt figyelembe vegyük.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Hirani R, Noruzi K, Khuram H et al.: Artificial Intelligence and Healthcare: A Journey through History, Present Innovations, and Future Possibilities. *Life*, 2024. 14(5), 557. <https://doi.org/10.3390/life14050557>, letöltve: 2024. december
- [2] Al Kuwaiti, A, Nazer K, Al-Reedy A et al.: A Review of the Role of Artificial Intelligence in Healthcare. *Journal of Personalized Medicine*, 13(6), 951. (2023). <https://doi.org/10.3390/jpm13060951>, letöltve: 2024. december
- [3] Maleki Varnosfaderani S, Forouzanfar M: The Role of AI in Hospitals and Clinics: Transforming Healthcare in the 21st Century. *Bioengineering*, 11(4), 337. (2024). <https://doi.org/10.3390/bioengineering11040337>, letöltve: 2024. december
- [4] Shaheen MY: AI in Healthcare: medical and socio-economic benefits and challenges. *ScienceOpen Preprints*. 2021, DOI: 10.14293/S2199-1006.1.SOR-.PPRQNI1.v1, letöltve: 2024. december
- [5] Zorkóczy M: A mesterséges intelligencia egészségügyi jogi és etikai dimenziói, MTA Law WorkingPapers, 2021/25 AI and Law Series,
- [6] Mohammad Amini M, Jesus M, Fanaei Sheikholeslami D et al.: Artificial Intelligence Ethics and Challenges in Healthcare Applications: A Comprehensive Review in the Context of the European GDPR Mandate. *Machine Learning and Knowledge Extraction*, 5(3), 1023-1035. (2023). <https://doi.org/10.3390/make5030053>, letöltve: 2024. december
- [7] Mezei K: A mesterséges intelligencia jogi szabályozásának aktuális kérdései az Európai Unióban, IN MEDIAS RES 2023/1. • 53–70; <https://doi.org/10.59851/imr.12.1.4>, letöltve: 2024. december
- [8] de Filippis R, Al Foysal A, Rocco V et al.: The risk perspective of AI in healthcare: GDPR and GELSI framework (Governance, Ethical, Legal and Social Implications) and the new European AI Act. *Italian Journal of Psychiatry*, 10(1). (2024). <https://doi.org/10.36180/2421-4469-2024-4>, letöltve: 2024. december

A SZERZŐ BEMUTATÁSA



Pásztor Ibolya jogász 2020-ban szerezte meg diplomáját a Debreceni Egyetemen, jelenleg ugyanott egészségügyi szakjogász képzésen vesz részt. 2022-ben egészségügyi menedzserként végzett a Debreceni Egyetemen, ezen kívül programozó matematikus (Kossuth Lajos Tudományegyetem, 1998), szakközgazdász (Budapesti Gazdasági Főiskola, 2000), önkormányzati pénzügyi szer-

vező (Budapesti Corvinus Egyetem, 2009), okleveles közigazgatási menedzser (Debreceni Egyetem, 2013) és compliance (megfelelőségi) szakjogász (Miskolci Egyetem, 2022) végzettségekkel rendelkezik. 2021 óta a járóbeteg-szakellátásban dolgozik, kezdetben a PÉTEGISZ Nonprofit Zrt. vezérigazgatójaként, az önkormányzati tulajdonú járóbeteg-szakrendelők 2024. évi átalakulását követően a PÉTEGISZ Járóbeteg Szakellátó Központ főigazgatójaként. Ezt megelőzően az önkormányzati igazgatásban dolgozott gazdasági vezetőként és kirendeltségvezetőként.