

A jövő medicinája

Mesterséges intelligencia az orvostudományban (Artificial intelligence in medicine)

Hamet P, Tremblay J.
(Centre de Recherche, Centre Hospitalier de l'Université de Montréal [CRCHUM], Montréal, Québec, Kanada, H2X 0A9; e-mail: pavel.hamet@montreal.ca):
Metabolism. 2017; 69(Suppl): S36–S40.

A mesterséges intelligenciáról az az elterjedt laikusvélemény, hogy ez a fogalom a robotokat jelenti, és a kutatása a robotok megalkotásával kezdődött. A *robot* szót *Karel Capek* cseh író használta először R. U. R. (Rosszum Univerzális Robotjai) című színművében. A XX. század közepétől *Isaac Asimov* tette halhatatlanná a *robot* szót a modern sci-fi irodalom gyöngyszemeit jelentő történeteiben. Humanoid robotot azonban már a III. században készített *Yan Shi* mérnök az akkori kínai császárnak, *Hu of Zhounak*. A XII. században al-Jazari arab polihisztor ember kinézetű robotot készített, amely tudott cintányérral játszani. Az európai reneszánsz idején *Leonardo da Vinci* részletesen tanulmányozta az emberi anatómiát emberszerű robotjainak megalkotásához. Az ezekkel kapcsolatos, 1495-ben készült vázlatai csak az 1950-es években kerültek elő. *Leonardo* egyik emberszerű robotja volt a *Harcos*, amely képes volt felállni, leülni, kezét és fejét mozgatni. *Da Vinci* vázlatfüzete azután sok kutatót inspirált, például a NASA munkatársai közül is számosan.

Az orvostudomány, illetve a sebészet területén az amerikai *Intuitive Surgical* cég napjainkban leginkább elterjedt robotját nevezte el *da Vincinek*. Jelenleg közel 5000 ilyen robotot használnak világszerte a sebészet legkülönfélébb területein.

A XVIII. században a francia *Jacques de Vaucanson* készített egy ember küllemű robotot, amely 12 dalt tudott fuvalán játszani. Két évszázaddal később, 1948-ban, *William Gray Water* elkészítette az első, autonóm, elektromos robotját, amelyet *Machina Speculatrix*-nek nevezett el. Célja az volt, hogy gépével bemutassa az agy működését. A mesterséges intelligencia (a továbbiakban MI) fogalmát *John McCarthy* alkotta meg, és úgy definiálta, mint az „intelligens gépek tudományát és készítését”. Az MI-vel foglalkozó első konferencia 1956-ban volt az amerikai Dartmouth-

ban. Ettől az időponttól számítják az MI megszületését.

Az ezt követő években a komputeres számos olyan problémát oldottak meg, amelyek az amerikai hadügy figyelmét is felkeltették. További érdekesség, hogy a *Big Blue* nevű komputer 1997. május 11-én megverte az akkori sakkvilágbajnokot, *Garri Kaszparovot*.

Napjainkban az MI a mérnöki tudományok egyik ága, amely újabbnál újabb koncepciókkal és megoldásokkal foglalkozik. A technika fejlődésével a gépek egyszer talán olyan intelligensek lesznek, mint az emberek – vagy még jobban.

A mai MI kialakulásában nagy szerepet játszott a *kibernetika* is, amelynek alapfogalmait *Norbert Wiener* fektette le, aki formalizálta a visszacsatolás (feed-back) fogalmát. A kibernetika az élet legkülönfélébb területein alkalmazható: a mérnöki tudománytól kezdve a komputeres tudományán át a biológiáig, a filozófiáig és a társadalom szerveződéséig. A kibernetika összefoglalva valamilyen rendszer kontrolljában a tudománya. A kibernetika nagy hatással volt a rendszerelméletre, a szociológiára, a kognitív pszichológiára, valamint a szervezéseméletre.

Mesterséges intelligencia (MI) az orvostudományban – a virtuális ágazat

Az MI orvosi alkalmazásának két ága van: a virtuális és a fizikai. A virtuális ágazatot reprezentálja a gépi tanulás (machine learning), amelynek három ága: a felügyelet nélküli, a felügyelt és a megerősítéses tanulás. MI segítségével a genetikában és a molekuláris medicinában számos felfedezés született a gépi tanulás és a tudáskezelés (knowledge management) segítségével. Ennek egyik példája a felügyelet nélküli tanulással megvalósított, protein–protein interakcióval kapcsolatos algoritmus (evolutionary enhanced Markov clustering), amelynek segítségével új terápiás célpontokat fedeztek fel. Kifejlesztettek olyan komputeres módszert is, amelynek segítségével DNS-variánsok (például az egy pontos – single-nucleotide polymorphisms – SNPs) azonosíthatók, amelyek különféle tulajdonságok és betegségek jelzői. Ennek során úgynevezett evolúciós algoritmusokat használtak.

Napjainkban az egészségügyi ellátással kapcsolatos gondolkodás nemcsak a beteg és ellátói közötti klasszikus interakciót jelenti, hanem számításba vesz további, szélesebb skálán értékelhető szempontokat is. Az egészségügyi rendszer nem maradhat „lebénulva”, hanem tanulnia kell tapasztalataiból és állandóan fejlődnie kell. Az MI

zsargonjával az egészségügyi rendszert egy *multiágensrendszernek* nevezhetjük, ahol az ágensek (azaz az aktív résztvevők) közös környezetben helyezkednek el és közöttük interakció van. Ilyen folyamat egy példája a krónikus mentális betegségekkel kapcsolatos. A multiágensrendszert alkalmazó megközelítés nem a költségekre vagy a költségek megtérülésére fókuszál, hanem az egyes beteg dinamikájának megragadására, amibe beletartozik a betegnek a gyógyszeres kezelésre adott válasza, sőt a magatartásbeli interakciója a nagyobb, szociális ökörendszerben. Mindezek segítségével bizonyítottan javul a gyógyszeres kezelés hatékonysága, csökkennek a költségek, továbbá analizálhatók lesznek a szociális, orvosi és esetleg a büntetőjogi összetevők.

Az MI virtuális alkalmazásának további példája az elektromos orvosi feljegyzésekkel és adatokkal kapcsolatos. Ezekben speciális algoritmusok segítségével például azonosítani lehet olyan személyeket, akiknek az anamnézisében bizonyos örökletes betegség vagy krónikus betegség megnövekedett rizikója fordul elő. Az MI segítségével valós idejű, optimális döntések születhetnek, mivel pillanatok alatt lehetővé válik a kollektív ismeretek megszerzése, megosztása és alkalmazása. Ehhez a beteggel kapcsolatos információknak digitális formában kell meglenniük, és mind individuálisan, mind csoportosan hozzáférhetővé kell őket tenni. Ez utóbbi esetben epidemiológiai vizsgálatok vagy tervezés valósítható meg.

Az orvosi feljegyzések és adatok jelenlegi állapota meglehetősen siralmas, úgy az ismeretszerzést illetően, mint az egészségügyi rendszer egésze vonatkozásában. Laboratóriumoknak és kórházaknak kell együttműködni az elektromos egészségügyi feljegyzések és adatok elterjedésének felgyorsításában. Mindehhez valós időben kell hozzáférni. Az új tudományos és klinikai adatokat meg kell osztani, és az összegyűlt adatokhoz szabad hozzáférést kell biztosítani az orvosok és kutatók számára. Az integrációba és az együttműködésbe beletartozó etikai, törvényes és logisztikai adatok mennyisége hatalmas, részben az „omika típusú” adatok (például genomika) miatt. Az adathalmaz egyszerűsítését, olvashatóságát és klinikai hasznosságát evidenssé kell tenni, és minden eredmény klinikai alkalmazhatóságát kritikusan kell vizsgálni. Az elektromos orvosi vagy egészségügyi feljegyzések és adatok alapvetőek a személyre szabott gyógyításban, a betegségek korai felismerésében és a célzott megelőzésben. Mindennek a célja a klinikai

eredményesség növelése és a költségek csökkentése.

Az MI további virtuális alkalmazása a *softbotok* pszichoterápiás avatárként való alkalmazása. Az avatárak *James Cameron* 2009-ben készült filmjében fordulnak elő, mint az emberi és az idegen bolygón született lények hibridjei, akik segítik a kommunikációt a Pandora bolygó lakosaival. Érzelmileg szenzitív, tanítható avatárokat a gyógyításban is fel lehet használni. Avatárt használtak például rákbeteg gyermekek fájdalomainak mérséklésére, továbbá fiatalok érzelmi zavarainak, sőt öngyilkossági hajlamainak kimutatására. Az avatárak hatásosságának legjobb példája a paranoid hallucinációk kontrollja, amikor is a beteg számára az avatár képviseli a tudatában tévesen érzékelt üldözőt. A rendszer biztosítja, hogy folytasson beszélgetést az üldözőjét képviselő avatárral, és ennek során mérséklődnek paranoid gondolatai. Az avatárak alkalmazásának további példája az idős emberek gondozása, beleértve a kommunikáció kivétel a biológiai és fizikai monitorozást is.

Mesterséges intelligencia az orvostudományban – a fizikai ágazat

Az MI alkalmazásának második formája magában foglalja a fizikai objektumokat, az orvosi eszközöket és a gondozás céljára egyre jobban kifejlesztett robotokat (*care-bots*). A robotok legígéretesebb alkalmazása, ha idős emberek segítségére alkalmas robotokat fejlesztenek. Ezt az irányzatot különösen Japánban kutatják, fejlesztik. Ugyancsak ígéretes az autista gyermekek kommunikációra és tanításra képes robotokkal való kezelése. Robotokat használnak a sebészetben is.

A robotok alkalmazása számos etikai kérdést vet fel, amelyek ma még válaszra várnak. Az etikai kérdések mellett fontos a robotok hatásának standardizált, összehasonlítható vizsgálata, valamint a pszichológiai és fizikai állapotra való hatásuknak a felmérése, továbbá mellékhatásaik tanulmányozása.

A robotokat kezelések hatásosságának vizsgálatára is használják. Ennek egyik példája a rehabilitációban részesülő beteg állapotának felmérése. Egy további példa a nano mérettartományba eső robotok (*nanorobotok*) alkalmazása a személyre szabott

gyógyszeres kezelésben. A nanomedicinális kutatásokban napjainkban a *Magnetococcus marinus* nevű baktériumot is használják a rák terápiájában mint „intelligens” gyógyszerhordozót, mivel ez a baktérium spontán módon jut el rosszul oxigenizált területekre – mint amilyen a tumorszövet is.

Az MI személyi használata egyre jobban terjed. Fontos ezért annak vizsgálata, hogy az MI hogyan fogja szolgálni az egészségügyi rendszert. A japán *Takashi Ikido* javasolta a *MyFinder* nevű komputeres platformot, amelynek segítségével vizsgálható a gének hatása a betegségekben, a gyógyszerekre adott egyéni válasz és a környezet hatása a gének aktivitására.

A 2016-os Világ gazdasági Fórum a 10 legfontosabb technológia közé sorolta a *nyitott MI ökörendszert*. Az MI egyre fontosabb lesz úgy az átlagember, mint az egészségügy számára. A gyógyítás során és az egészségügyben nagy mennyiségű adatot kell kezelni, amelyekbe beletartoznak a személyes, viselkedési érzékelőkből származó adatok is. Ezt az óriási adathalmazt részletesen ki kell elemezni ahhoz, hogy az adott beteg szükségletének és alkátának legjobban megfelelő kezelést kapja. Ez az MI orvosi, egészségügyi alkalmazásának célja.

Fontos az MI-vel kapcsolatos tévhitek, előítéletek és félelmek leépítése is. Van olyan vélemény, hogy az MI egykor annyira fejlett lesz, hogy intelligenciája meghaladja az emberét és esetleg az emberek életét fogja kontrollálni.

Napjainkban az MI-vel kapcsolatban fontos az etikai kérdések felvetése és elemzése, a hatásosság és eredményesség vizsgálata, az MI eszköztárához való szabad hozzáférés biztosítása és a klinikai, valamint a szociális előnyök kimutatása.

Dervaderics János dr.

Pulmonológia

Fények és árnyékok a noninvaszív lélegeztetés körül krónikus obstruktív tüdőbetegség (COPD) fellángolásánál [Lights and shadows of non-invasive mechanical ventilation for chronic obstructive

pulmonary disease (COPD)

exacerbations] Lopez-Campos, JL, Jara-Palomares L, Muñoz X, et al. (Hospital Universitario Virgen del Rocío, Manuel Siurot, 41013 Sevilla, Spanyolország): *Am Thorac Med.* 2015; 10: 87–93.

A COPD növekvő jelentőségű népbetegség: az egyik különleges érdeklődésre számot tartó terület a COPD akut exacerbációjában alkalmazott noninvaszív lélegeztetés (NIV): hatásosságát számtalan klinikai tanulmány bizonyítja, de ennek ellenére az alkalmazása sok kívánnivalót hagy maga után.

Noninvaszív lélegeztetésen a mesterséges légútbiztosítás nélküli lélegeztetést értjük, és napjainkban a noninvaszív lélegeztetés pozitív nyomású lélegeztetést jelent: számos vizsgálat és metaanalízis megerősítette a COPD heveny fellángolásában a NIV-nek a mortalitásra és az intubációs igényre gyakorolt kedvező hatását, azonban mindez nem tükröződik a mindennapos gyakorlatban.

Éppen ezért az utóbbi években több légzési szubcentrumot hoztak létre: a NIV sikeressége szempontjából a legfontosabb a gyakorlott team, a gondos betegszelekció és az eszközök megfelelő használata.

A noninvaszív lélegeztetés eredményesen használható COPD akut exacerbációjában, hiperkapniás légzési elégtelenségben, valamint idős emberek kezelésekor, amikor az intubáció nem jön szóba, de minden egyéb terápiás lehetőséget kimerítettek már. A NIV légzési elégtelenséget okozó egyéb kórképek kezelésében is sikeresen alkalmazható.

Kivitelezése nem mindenhol megfelelő: fontos lenne a képzett, gyakorlott személyzet biztosítása. Alkalmazása alatt szoros monitorozás szükséges, hogy állapotromlás esetén legyen azonnali lehetőség intubációra: a *NIV sikeressége szempontjából azonban a legfontosabb a gyakorlott team, a gondos betegszelekció és a műszerek körültekintő használata(!)*.

Fischer Tamás dr.