

ALTMETRIA MEDICALĂ ASISTATĂ DE INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ ÎN DIAGNOSTIC ȘI TRATAMENT. LUPTA ÎMPOTRIVA PANDEMIEI CORONAVIRUS

Adrian Cotirlet^{1,2}, Ioana Magirescu², Ion Sandu^{1,3,4,5}*

Simona Stoleriu²

*¹Academia Oamenilor de Știință din România (AORS), 54 Splaiul
Independenței Str.,*

Sector 5, 050094 Bucharest, Romania;

*²Spitalul Municipal de Urgențe Moinești, Str. Zorilor 1, 605400
Moinești, Bacău, România;*

*Institutul Național de Cercetări și Dezvoltare a Protecției Mediului,
294 Splaiul Independenței,*

Districtul 6, 060031, București, România;

*³Universitatea „Alexandru Ioan Cuza”, Facultatea de Geografie -
Geologie, Școala Doctorală Geoștiință, B-dul Carol I, 11, 700506 Iași,
România;*

*⁴Forumul Inventatorilor Români,
Str. Sf. Petru Movilă, 3, L11, III/3, 700089 Iași, România;*

Rezumat:

Procesarea altmetrică a afecțiunilor folosind sistemul cauză – efect, prin coasistarea de către Inteligența Artificială (AI) implicate în evaluarea cazuisticii medicale și validarea suferințelor, reprezintă un domeniu actual, tot mai mult abordat. Plecând de la conceptul că „conștiința umană nu este computațională” și că trebuie „să se trateze bolnavul și nu boala”, lucrarea aduce în centrul atenției aspectele cu grad de noutate absolut în utilizarea sub forma unui sistem integrat al metodelor altmetriei medicale și al algoritmilor Inteligenței Artificiale în diagnosticarea și tratamentul în cazuri de urgențe în situații de risc, ca de exemplu în gestionarea pandemiei. Sunt prezentate principalele tipuri de sisteme și algoritmi IA pentru medicină, elaborarea anticipativă a politicilor în domeniul medicinei și cele mai revoluționare dispozitive și tehnologii operationale surmontate în recenta perioada de pandemie cu coronavirus.

Introducere

Lucrarea are în atenție implicațiile practice ale Inteligenței Artificiale (IA) asistată de altmetrie care permit prin datele obținute să

oferă sisteme probatorii inedite în diagnosticarea suferințelor. Procesarea acestora prin implicarea IA ușurează mult munca medicului clinician

Colaborarea unui specialist în IA cu medicul curant întotdeauna va permite creșterea gradului de validare a suferinței omului bolnav.

AI permite folosirea informațiilor privind anamneza bolii la rude de gradul I, iar în cazul contaminării virotice despre intensitatea/rata și frecvența cazurilor, durata/perioadă și arealul de răspundere etc.

Termenul IA a fost introdus în anii 1950 și a avut începând cu anii 1990 unele succese în diferite domenii ale medicinei, iar de curând în Științe Forensic [1-4]. Acest domeniu de investigare deține un potențial extraordinar de soluționare a unor cazuistici greu de rezolvat prin implicarea metodelor și tehnicilor interdisciplinare moderne (utilizarea de sisteme de analiză în coasistare și coroborare). Având în vedere evoluția tehnologiilor aplicate geneticii moleculare, revizuirea literaturii și-a propus să exploreze un sistem inovativ de cercetare prin evaluările unor cazuistici privind starea de sănătate folosind altmetria medicală asistată de IA prin integrare cu analiza statistică și rețelele neuronale în acoperirea diferitelor aspecte importante ale asistenței medicale [5, 6].

Aplicarea IA în domeniul geneticii moleculare și a unor cazuistici privind anumite suferințe ale omului a urmărit două aspecte. În primul rând, mai multe studii au investigat utilizarea IA în analiza haplogrupurilor pentru a îmbunătăți și accelera procesul de clasificare a probelor de ADN. În al doilea rând, alte grupuri de cercetare au folosit IA pentru a analiza profiluri scurte de repetare în tandem (STR), reducând astfel riscul de interpretare greșită. În timp ce IA s-a dovedit a fi extrem de utilă în genetica moleculară, în schimb pentru medicină sunt necesare îmbunătățiri suplimentare înainte de a utiliza aceste aplicații în cazuri reale. Principala provocare constă în decalajul comunicării dintre sistemele de investigare în laboratoarele clinice, medicii curanți și specialiștii în IA, ultimul segment continuă să avanseze foarte mult în domeniul coasistării coroborării cu sistemele altmetrice de evaluarea medicală.

IA prezintă un potențial imens pentru transformarea practicilor de investigare, permițând a se lua decizii mai rapide, cu rezoluții de caz precise. Prin utilizarea noilor abordări în domeniu, implicând o strategie integrată între diversele sisteme IA în luarea deciziilor cu sisteme multi-analitice experimentale de diagnostic, care oferă o „sinteză cumulativă”, superioară flerului și intuiției profesionale a medicului cu interpretarea datelor analitice și a celor imagistice obținute de medicul investigator, care ar permite validarea unor caracteristici probatorii reale. Astfel, IA se impune tot mai mult ca un domeniu practic, cu valente deosebite în analize complexe de identificare și de atribuire a cauzelor necunoscute sau mai puțin studiate. Coasistarea și coroborarea unui specialist în IA cu medicul investigator și cel curant în elucidarea/identificarea unor suferințe întotdeauna va fi benefică în creșterea gradului de validare a unei întrebări/chestionar, printr-un răspuns cât mai apropiat de adevăr legat de determinare a stării de sănătate și în stabilirea unor valori optime (gramaj).

În prezent, numeroase organizații formate din specialiști din diferite domenii, încearcă să ajungă la un consens și să elaboreze unele norme care să fie recunoscute și acceptate în expertizele de evaluare a stării de sănătate. De asemenea, o atenție deosebită s-a acordat recunoașterii modelelor, rezolvarea problemelor și luarea deciziilor [3]. Interesul din ultimul deceniu pentru implicarea IA în medicină s-a datorat disponibilităților oferite de diferitele pachete de module open-source, precum TensorFlow, Keras și PyTorch, dar și software comerciale, cum ar fi PLS_Toolbox și Solo 9.0 [4].

Până în prezent s-a reușit doar elaborarea unor ghiduri și a unor recomandări, fără caracter obligatoriu. Mai mult decât atât, întrucât domeniul este unul foarte complex, este necesară o definiție a medicului investigator și a celui curant, ținându-se cont de pregătirea și domeniul de activitate al acestora, deoarece, după cum se știe, rolul medicului investigator poate fi atribuit unui număr mare de clinicieni cunoscători ai domeniului de investigare, proveniți și din domenii conexe (chimia, fizica, biologia, genetica, biochimia, microbiologie și altele), în schimb

medicul curant, face interpretare datelor analizelor medicale și a explorărilor funcționale, stabilește diagnosticul și tratamentul, urmărind evoluția bolii [6-11].

Integrarea algoritmilor IA, cu cei ai geneticii moleculare și almetriei medicale (evaluarea analizelor medicale și a explorărilor funcționale) a permis îmbunătățirea conlucrării între diverse date analitice, oferind o înaltă acuratețe și o eficiența bună a fiabilității sistemelor de investigare, conducând în cele din urmă la rezultate mai bune în stabilirea diagnosticului și soluționarea tratamentului [12-18].

Situația creată de pandemia cu coronavirusul SARS-CoV-2 și COVID19, a indus în majoritatea țărilor afectate, implicarea sistemelor de monitorizare prin integrarea prelucrării datelor folosind algoritmi IA. Dintre realizările deosebite, trebuie să amintim rolul scanării biometrice în orșele mari și la trecerile de frontieră din China, Rusia, Italia etc. [18].

Integrarea almetriei medicale în algoritmele IA

Lucrând în mod regulat la întrebările legate de anumite suferințe și atribuirea cazuisticilor din perspectivă științifică, fără îndoială cea mai mare schimbare pe care s-a simțit în ultimii ani a fost legată de introducerea IA, în foarte multe domenii practice. Indiferent dacă suntem conștienți de acest lucru sau nu, ca specialiști în medicină umană (medici curanți, clinicieni sau farmaciști), ni se va cere tot mai mult să ne implicăm cu tot felul de date care utilizează algoritmilor IA, cu nevoia de a o înțelege și evalua necesitatea de a le explica colegilor și pacienților noștri. Indiferent de modul cum analizăm situațiile, acestea trebuie privite ca areal mai larg, „algoritmul” se va manifesta în curând pe scară extinsă în experiența profesională a fiecărui specialist.

Pornind de la ideile care s-au dezvoltat în jurul modului de a folosi informațiile legate de anamneza unei afecțiuni pentru a fixa biotipul, când și unde au aparut afecțiunea (inocularea/contaminarea), foarte importantă este cunoașterea *intrinsecă* (partea lăuntrică sau esența) și *eshaustivă* (complet, în întregime) a noilor abordări IA care încep să contureze strategia diverselor protocoale și elucidarea întrebărilor pe care

le ridică. Acest mod nou de rezolvare deschide posibilități radicale de a folosi anamneza și datele despre mobilul acțiunii unei suferințe.

Problema principală este cum poate fi integrată IA în luarea deciziilor în diagnostic și stabilirea tratamentului, precum și cuvintele cheie și întrebările care trebuie luate sau evitate.

IA se poate implica în managementul colectării de date pentru crearea de servicii și pentru a arăta cazuisticile într-un mod specific și cu o interpretare diferită.

IA are capacitatea de a imita funcții umane, cum ar fi: raționamentul, învățarea, planificarea și creativitatea și de a permite sistemelor tehnice să perceapă mediul în care funcționează, să prelucreze această percepție și să rezolve probleme, acționând pentru a atinge un anumit obiectiv. Deci, calculatorul primește datele (deja pregătite sau colectate prin intermediul propriilor senzori, cum ar fi o cameră video), le prelucrează și reacționează. Sistemele IA sunt capabile să își adapteze, într-o anumită măsură, comportamentul, analizând efectele acțiunilor anterioare și funcționând autonom. Creșterea puterii de calcul, disponibilitatea unor cantități enorme de date și noii algoritmi de lucru au condus la progrese majore în domeniul IA în ultimii ani. Acesta fiind considerat un element central al transformării digitale a societății, devenind o prioritate pentru multe domnii.

Puterea de penetrare și de implicare în domeniul medicinei depinde foarte mult de modul în care vom utiliza datele și tehnologiile conectate. Intrucat IA poate schimba radical viața, în bine sau în rău, în iunie 2023, Parlamentul European a adoptat o poziție de negociere care să gestioneze riscurile.

În continuare sunt prezentate câteva oportunități esențiale, dar și amenințări legate de viitoarele aplicații ale IA.

Tipuri de sisteme și algoritmi IA pentru medicină

Activitățile practice din medicina umană folosesc două grupe de IA: sub formă de *softuri* (asistenți virtuali, programe informatice de analiză a imaginilor, motoare de căutare, sisteme de recunoaștere vocală și facială sau biometrică) și *sisteme încorporate* (roboți sau sisteme

autonome, cu procesare de date, redare și preluare de pe internet sau prin altmetria medicală).

Un prim exemplu l-a reprezentat recunoașterea infecțiilor prin tomografia computerizată a plămânilor sau a altor organe interne. De asemenea, IA a fost folosită la colectarea datelor pentru a urmări răspândirea unor boli. De exemplu, în contextul epidemiei de Covid-19, IA a permis utilizarea prin imagistică termică din aeroporturi și din alte locuri aglomerate, cu fluctuații puternice de distribuție a densităților, luarea de măsuri de eliminare a riscurilor majore de contaminare.

Pentru ultimul exemplu, pe măsură ce pandemia de coronavirus (Covid-19) s-a răspândit tot mai mult, s-au diversificat aplicațiile tehnologice, care au permis elaborarea de noi strategii pentru controlul situației prin diminuarea sau stoparea ratei de infectare, prin tratarea eficientă a pacienților și optimizarea condițiilor de micșorare a eforturilor la suprasolicitare pentru lucrătorii din domeniul sănătății, respectiv dezvoltarea de noi și eficiente vaccinuri.

IA a permis o examinare în detaliu a zece domenii tehnologice diferite care au ajutat în lupta cu această pandemie, prin intermediul aplicațiilor inovatoare. De asemenea, IA a permis clarificarea asupra principalele provocări legale și de reglementare, dar și dilemele socio-etice care apar la demersurile din contextele de urgență în sănătate publică.

O scanare a orizontului tehnologic în contextul Covid-19 a indicat faptul că tehnologia în sine nu poate înlocui sau compensa alte măsuri publice, cum ar fi cele de natură politică și că are un rol din ce în ce mai critic în procesarea răspunsurilor de urgență.

Covid-19, ca prima epidemie majoră a secolului nostru, a reprezentat o oportunitate excelentă pentru factorii de decizie politică și pentru autoritățile de reglementare în reflectarea plauzibilităților juridice, temeiniciei etice și eficacității implementării tehnologiilor emergente în situații de risc (“*timp de presiune*”). Găsirea echilibrului corect va fi crucială pentru menținerea încrederii publicului în intervențiile de sănătate bazate pe dovezi certe [16].

Pe măsură ce pandemia de coronavirus (Covid-19) a evoluat s-au propus o serie de aplicații și inițiative tehnologice în încercarea de a opri răspândirea bolii, de a trata pacienții și de a reduce suprasolicitarea lucrătorilor din domeniul sănătății, dezvoltând în același timp vaccinuri noi și eficiente. În această perioadă, destul de dificilă, s-a simțit nevoia de izolare prin carantină (distanțarea socială), apoi de un sistem coerent de informare și implicarea tehnologiilor informaționale digitale și de supraveghere, care au avut rolul, într-un mod fără precedent, de colectare date și dovezi fiabile pentru a sprijini luarea deciziilor în domeniul sănătății publice.

Inteligență artificială a desfășurat sisteme pentru a ajuta la urmărirea bolii și la aplicarea măsurilor restrictive; în timp ce oamenii de știință au aplicat puternic *genetica moleculară*, *biologia sintetică* și *nanotehnologiile* în încercarea de a pregăti și testa viitoarele vaccinuri, tratamente și monitorizarea evoluției stării de sănătate prin *diagnostice graduale*. De asemenea, aplicațiile *blockchain* au permis evoluția contaminării, gestionarea plăților de asigurare și de susținere a lanțurilor de aprovizionare medicală. În plus, imprimarea 3D și *tehnologiile open-source* au fost capabile să susțină efortul guvernelor și al spitalelor din întreaga lume pentru a satisface nevoia tot mai mare de *hardware medical* (de exemplu, măști, ventilatoare și filtre de respirație) și optimizarea aprovizionării cu echipamentul medical necesar. În același timp, *tehnologiile de telesănătate* au oferit un mijloc rentabil de a încetini răspândirea virusului și de a menține capacitatea spitalului prin funcționarea ca un posibil filtru, păstrându-i acasă pe cei cu simptome moderate și direcționarea cazurilor mai grave către spitale.

Direcțiile și procedeele IA care au fost folosite în lupta împotriva pandemiei de coronavirus au avut la bază o serie de caracteristici și semnificații specifice, concentrate pe modul în care acestea au fost folosite pentru a monitoriza și limita răspândirea rapidă a bolii și pentru a asigura sănătatea publică, în așa fel ca instituțiile să își mențină capacitatea de a răspunde nevoilor din ce în ce mai mari cauzate de această boală pandemică [18-24].

Spre deosebire de crizele anterioare de sănătate publică, aceasta pare să transforme cetățenii din obiecte de supraveghere și analiză epidemiologică în sisteme de generare de date prin auto-urmărire, schimb de date și fluxuri de date digitale. În al doilea rând, deși majoritatea acestor tehnologii nu au fost aplicate într-un context de urgență medicală anterior, utilizarea lor intensivă la scară globală declanșează întrebări despre efectele asupra libertăților civile ale mobilizării instrumentelor de supraveghere în masă, precum și preocupările legate de stat, autoritățile menținând un nivel ridicat de supraveghere, chiar și după încheierea pandemiei. În contextul acestei pandemii, numeroase aplicații tehnologice de colectare a datelor și de urmărire a locației au fost lansate pe baza unor legi de urgență care presupun suspendarea temporară a drepturilor fundamentale și autorizarea dispozitivelor medicale și a vaccinurilor prin proceduri accelerate.

Această analiză se concentrează pe aplicațiile tehnologice care prezintă soluții la presiunea exercitată de problemele legate de pandemie, această lucrare nu își propune să consolideze ideile de techno-soluție. Cu alte cuvinte, aplicațiile tehnologice IA în sine nu pot rezolva provocările complexului economico-social, asociate pandemiei.

În cazul Covid-19, IA a fost folosită în principal pentru a ajuta la detectarea contaminării pacienților prin identificarea semnelor vizuale ale virusului pe imaginile din tomografie computerizată (CT) pulmonare; să monitorizeze, în timp real, modificările temperaturii corpului prin utilizarea senzorilor telemetrici portabili și să furnizeze o platformă de date open-source pentru a urmări răspândirea bolii.

Se știe că IA poate procesa cantități mari de date pentru a prezice numărul de cazuri potențiale noi pe zonă și care tipuri de populații vor fi cele mai expuse riscului, precum și pentru evaluarea și optimizarea strategiilor de control al răspândirii epidemiei.

De asemenea, sunt unele aplicații ale IA, care pot livra consumabile medicale cu dronă, dezinfectează camerele pacienților și scanează medicamentele aprobate, oferă baze de date pentru medicamente antivirolice. Tehnologiile IA au fost valorificate să vină cu noi molecule

care ar putea servi ca potențiale medicamente sau chiar să accelereze timpul necesar prezicerii structurilor secundare ale ARN-ului virusului. O serie de algoritmi de evaluare a riscurilor pentru Covid-19 au fost utilizate în dezvoltarea setărilor de asistență medicală, inclusiv a unui algoritm pentru principalele acțiuni care trebuie să fie urmate pentru gestionarea contactelor de cazuri probabile sau confirmate de Covid-19.

Anumite aplicații IA pot detecta și știri false despre o boală prin aplicarea tehnicilor de învățare automată pentru extragerea informațiilor din rețelele sociale, urmărirea cuvintelor care sunt senzaționale sau alarmante și identificarea surselor online care sunt considerate autorizate pentru luptă ceea ce s-a numit *infodemie*. Astfel, Facebook, Google, Twitter și TikTok au colaborat cu OMS pentru a controla informațiile false despre Covid-19. În managementul răspunsului la urgențe de sănătate publică, derogarea de la drepturile unei persoane la intimitate, nediscriminare și libertate de mișcare în numele urgenței situației create poate lua uneori forma unor măsuri restrictive care includ și strategii de izolare fără proces echitabil sau examen medical fără consimțământ informat. În cazul de Covid-19, aplicații IA, cum ar fi utilizarea recunoașterii faciale pentru a urmări persoanele care nu poartă măști în public, sau sisteme de detectare a febrei bazate pe inteligență artificială, precum și prelucrarea datelor colectate pe platforme digitale și rețelele mobile pentru a urmări mișcările recente ale oamenilor, au contribuit la aplicarea draconiană a măsuri de reținere pe perioada izolării menite să țină sub control focarul, pe durate nespecificate.

Un exemplu, este gigantul chinez de căutare pe internet Baidu, care a dezvoltat un sistem ce utilizează tehnologia infraroșu și de recunoaștere facială prin scanare și fotografiere cu peste 200 de persoane pe minut la gara Qinghe din Beijing. La Moscova, autoritățile folosesc tehnologia automată de recunoaștere facială pentru a scana supravegherea înregistrări ale camerei în încercarea de a identifica recent sosiți din China, plasați în carantină de teama infecției cu Covid-19. Pentru aceasta autoritățile chineze au desfășurat drone pentru a patrula în locuri publice

și a urmări persoanele care încalcă regulile de carantină, implicând imagistica termică.

Elaborarea anticipativă a politicilor în domeniul medicinei

Ca sistem de guvernare, OMS are instrumente limitate de aplicare a legii, iar sistemul său de supraveghere este complet dependent de disponibilitatea statelor de a-și îndeplini cerințele de raportare de bună-credință. Cu toate acestea, raportarea de conformare rămâne scăzută, ridicând semne de întrebare cu privire la capacitatea țărilor cu venituri mici și medii (low and middle-income country - LMIC) de a îndeplini obligațiile RSI (Relative Strength Index de supraestimare) în absența resurselor adecvate și a sprijinului financiar și despre eficacitatea cadrului juridic principal al capacităților „esențiale” cerute de națiuni pentru prevenirea, detectarea și a oferi răspunsul rapid la amenințările pentru sănătatea publică. Cu toate acestea, tehnologiile IA au potențialul de a le provoca pe cele ale monopolului statului asupra controlului informațiilor și operaționalizarea dreptului OMS de a primi rapoarte de la surse non-statale, în special dacă și atunci când acele rapoarte contrazic rapoartele furnizate de stat.

Dezvoltarea vaccinurilor și a medicamentelor ca răspuns la urgențele de sănătate publică prezintă, de asemenea, o particularitate a provocărilor juridice și etice. Comisia Europeană și Agenția Europeană pentru Medicamente au solicitat accelerarea evaluării și autorizării vaccinurilor pentru utilizare în timpul unei sănătăți publice de urgență, fie prin autorizația de introducere pe piață a vaccinului nou pregătit pentru pandemie, fie prin situația procedurală de urgență. EMA și-a activat recent planul de gestionare a amenințărilor emergente pentru sănătate, în timp ce Comisia și Inițiativa privind medicamentele inovatoare (IMI) au lansat cereri de propuneri accelerate pentru dezvoltarea de terapie și diagnosticare pentru combaterea infecțiilor cu Covid-19. Folosind sistemul paragrafului 6, prevăzut de Acordul privind aspectele comerciale ale drepturilor de proprietate intelectuală (TRIPS), țărilor li se permite importul de medicamente generice mai ieftine, făcute în baza

licenței obligatorii dacă nu pot produce medicamentele înșiși. Adoptarea de măsuri pentru a contracara impactul potențial negativ asupra sănătății al protecției PI și împărțirea rezultatelor cercetării preliminare cu toți actorii este o componentă crucială a oricărei integrari în sistemul global de alertă și de răspuns pentru epidemii, menit să pună la dispoziția localului beneficiile cercetării populațiilor fără întârzieri nejustificate. Capacitatea IA de a căuta rapid baze de date mari și de a procesa cantități mari de date privind situații medicale ar trebui să accelereze în esență dezvoltarea unui medicament care poate lupta cu Covid-19 dar și pentru a ridica întrebări cu privire la criteriile utilizate pentru selecția seturilor de date relevante și posibilele părtiniri algoritmice. Majoritatea sistemelor de sănătate publică nu au capacitatea de a colecta datele necesare pentru a antrena algoritmi care să le facă să reflecte nevoile populațiilor locale, să ia în considerare modelele de practică locală și să asigure echitatea și corectitudinea.

Întrucât urgențele de sănătate publică pot fi profund dezbinătoare din punct de vedere social, întinde capacitățile de sănătate publică și limitează drepturile la confidențialitate și autodeterminarea informațională, este important ca factorii de decizie să ia în considerare etica politicile lor de gestionare a crizelor în mod rațional. Deși Principiile Siracusa pot permite limitarea sau derogare de la Pactul internațional cu privire la drepturile civile și politice (ICCPR), limitând persoanele în timpul izbucnirea unei boli letale în contexte de urgență ar trebui să fie justificată din punct de vedere etic, necesară și proporțională. În toate cazurile, alternativele care încalcă cel mai puțin libertatea ar trebui utilizate pentru a atinge publicul obiectiv de sănătate. Ghidul OMS pentru gestionarea problemelor etice în focarele de boli infecțioase și ghidul privind problemele etice în cercetarea în situațiile de urgență medicală globală ar putea contribui la asigurarea unei supravegheri etice adecvate și colaborarea, pentru a ajuta la combaterea stigmatizării sociale a celor afectați sau percepuți a fi afectați, prin boala.

Cu toate acestea, având în vedere absența unui cadru cuprinzător pentru drepturile omului, care să sprijine eficient supravegherea focarelor

la nivel internațional, managementul riscurilor asociate bolilor infecțioase este probabil să rămână o provocare continuă pentru guvernarea globală a sănătății. Utilizarea masivă a urmării IA și instrumente de supraveghere în contextul acestui focar, combinate cu fragmentarea actuală în domeniul etic guvernarea IA, ar putea deschide calea pentru o utilizare mai largă și mai permanentă a acestor tehnologii de supraveghere, conducând la o situație cunoscută sub denumirea de „misiuni furioase”. Acțiune coordonată privind evaluarea riscului incluzivă și strictă interpretarea derogărilor legale de sănătate publică, precum cea prevăzută la articolul 9 din Datele generale.

Prin urmare, Regulamentul de protecție va fi cheia pentru a asigura utilizarea responsabilă a acestei tehnologii perturbatoare în timpul urgențelor de sănătate publică.

În consecință, împiedicarea utilizării IA să contribuie la înființarea sistemului trebuie să existe noi forme de control social automatizat, care ar putea persista mult timp după ce epidemia se diminuează abordate în inițiativele legislative în curs privind IA la nivelul UE.

Dispozitive și tehnologii operationale, cu grad ridicat de noutate, surmontate în perioade de pandemie

În perioada de pandemie, pe lângă măsurile de partajare socială, care sunt esențiale pentru diminuarea focarelor, se intervine cu o serie mare de aparate, dispozitive și proceduri intervenție, care să permită o mai bună înțelegere a originilor și modului de răspândire a infecției și să poată servi drept bază pentru prevenirea, tratamentul și îngrijirea eficientă a persoanelor afectate. Dintre acestea tehnologiile informaționale permit diseminarea la costuri reduse, iar colaborarea datelor să conducă la înființarea unei multitudini de depozite și platforme de tehnologie a informației pentru partajarea și monitorizarea datelor.

Majoritatea acestor activități de colectare a datelor sunt coordonate de organizații internaționale precum World Health (OMS) și Centrul European pentru Prevenirea și Controlul Bolilor. În același timp, s-au dezvoltat un număr tot mai mare de inițiative de jos în sus, de date

deschise și proiecte cu sursă deschisă, care să permită facilitarea accesului la date de cercetare și publicații științifice, precum și partajarea planurilor pentru producerea echipamente medicale critice, cum ar fi: ventilatoare și ecrane faciale, măști autonome de protecție, generatoare de aerosoli salini pentru spații aglomerate (aeroporturi, autogări, gări pentru tren și metrou, locuri publice de tranziție sau de lucru, săli de conferințe etc.).

O primă măsură a fost cea din 8 ianuarie 2020, care era legată de identificarea primului genom al virusului 2019-nCoV. Acest aspect a necesitat cea mai rapidă caracterizare a unui nou agent patogen din istorie. A fost un demers care a deschis calea pentru oamenii de știință din întreaga lume să înceapă lucru la dezvoltarea unui tratament sau vaccin și să permită laboratoarelor să elaboreze diagnosticele necesare într-un interval de timp foarte limitat.

Deschiderea acestor baze de date a fost prima și cea mai importantă inițiativă de schimb de informații, care i-a ajutat pe oamenii de știință să dezvolte virusul viu și să realizeze o imagine a modului în care virusul se răspândește.

De atunci, instituțiile de sănătate publică și universitățile din întreaga lume au distribuit public peste 183 de secvențe de variante ale SARS-CoV-2, cu un efort deosebit de a dezvolta un vaccin eficient împotriva acestui nou virus. De fapt, cele mai importante inițiative de prevenire și monitorizare a răspândirii bolii s-a bazat pe un ecosistem în continuă creștere a datelor deschise și a platformelor open-source, care să ofere modalități de partajare a situațiilor de risc și de prelucrare a informațiilor de importanță vitală pentru factorii de decizie.

De exemplu, autoritățile de sănătate publică, universitățile și laboratoarele clinice a eliberat continuu și cu o viteză fără precedent, datele genomice pentru speciemenle Covid-19, pe baza cărora OMS a furnizat zilnic rapoarte de stare, inclusiv cazuri noi, în timp ce peste 30 de editori de top au fost de acord să prezinte în publicațiile lor aspecte legate de Covid-19, accesibile imediat publicului pentru a-l informa în mod deschis despre situația atinsă și măsurile luate de sistemele de

sănătate publică. Marii editori, inclusiv Elsevier, Springer Nature, Wiley Online Library, Emerald și Oxford University Press, au oferit pagini web cu acces deschis la resurse de prezentare. În domeniul prelucrării datelor, tehnologiile open-source au permis accesul la un set mai larg de concepte foarte importante, ca de exemplu: accesibilitatea informațiilor și implicarea standardelor deschise. Acestea au permis ca părțile interesate să realizeze prototipuri rapide, care pot conduce la descoperiri inovative. În acest context, mai multe centre mari de cercetare au dezvoltat noi modele low-cost și open-source pentru a realiza totul, de la ventilatoare la scuturi/ecrane și măști de protecție pentru față, cu căile respiratorii, ochi și urechi, dar și pentru mâini și pielea expusă liber.

O altă direcție de utilizare a IA în cazul Covid-19, a fost cea care a permis ușor detectarea semnelor vizuale ale Covid-19 pe imaginile ale plămânilor cu ajutorul tomografiei computerizată (CT); apoi să monitorizeze, în timp real, modificările temperaturii corpului prin utilizarea tele-senzorilor portabili; să furnizeze o platformă de date open-source pentru a urmări răspândirea bolii și să proceseze cantități mari de date pentru a prezice numărul de noi cazuri potențiale pe zone și pe tipuri de populații expuse riscului, precum și pentru evaluarea și optimizarea strategiilor de control al răspândirii epidemiei. Alte aplicații IA pot livra consumabilele medicale sau utilizarea de drone, pentru dezinfectarea habitatelor pacienților, respectiv elaborarea de rețete pentru medicamente care ar putea funcționa împotriva Covid-19. Tehnologiile IA au permis introducerea de noi molecule care ar putea servi ca potențiale medicamente și să accelereze prezicerea structurii secundare a ARN-ului virusului. De asemenea, au fost dezvoltate setările de asistență medicală prin implicarea unor algoritmi de evaluare a riscurilor pentru Covid-19, inclusiv un algoritm pentru principalele acțiuni care trebuie să fie urmate în gestionarea contactelor de cazuri probabile sau confirmate de Covid-19 (algoritm dezvoltat de Centrul European pentru Prevenirea și Controlul Bolilor. Anumite aplicații IA pot detecta și știrile false despre boală prin aplicarea tehnicilor de învățare automată pentru extragerea informațiilor din rețelele sociale. În acest scop se folosește un soft

(asemănătoare sistemelor informatice ale Securităților naționale) pentru urmărirea cuvintelor care sunt senzaționale sau alarmante și identificarea surselor online care sunt considerate autorizate pentru luptă, ceea ce s-a numit infodemie. Facebook, Google, Twitter și TikTok au colaborat cu OMS revizuiți și expuneți informații false despre Covid-19.

În managementul răspunsului pentru urgențe de sănătate publică, derogarea de la drepturile unei persoane la intimitate, discriminarea libertatii de mișcare în numele așa-zisei „*situație de urgențe*” fără consimțământ informat.

Aplicațiile IA foarte importante, în cazul de Covid-19, sunt cele utilizate la recunoașterea facială (biometrică) pentru a urmări persoanele care nu poartă măști în public sau sistemele de tele-detectare a febrei faciale. O altă realizare deosebita este legată de prelucrarea datelor colectate pe platforme digitale și de pe rețelele mobile pentru a urmări mișcările recente ale oamenilor, care au contribuit foarte mult la aplicarea măsurilor de izolare la domiciliu, menite să țină sub control focarul, pe durate nespecificate sau predestinate.

Astfel Firma Chineză Baidu, de căutare pe internet, a dezvoltat un sistem care utilizează tehnologia infraroșu de recunoaștere facială care scanează și face fotografii la peste 200 de persoane pe minut, dispozitiv instalat la gara Qinghe din Beijing. Un sistem asemănător de recunoaștere facială, a fost folosit la Moscova, pentru supravegherea persoanelor recent sosiți din China, plasați în carantină de teama contaminării.

În zonele chineze puternic afectate de pandemie se desfășoară drone pentru a patrula în locuri publice și a identifica și scana imagistic, persoanele care încalcă regulile de carantină. Eficacitatea acestor aplicații depind atât de capacitățile lor tehnice, dar și de modul în care controlorii umani și dezvoltatorii IA vor supraveghea căile lor de implementare în conformitate cu standardele algoritmice stabilite, principiile legale și garanțiile etice.

Aspecte privind evoluția pandemiei COVID 19 și măsurile adoptate în cadrul Spitalului de Urgență Moinești

După cum s-a spus, răspândirea virusului SARS-Cov-2 a generat o criză globală fără precedent. În acest context, când pandemia COVID 19 a întrerupt activitatea întregii lumi, cercetările științifice și tehnologice au fost în prima linie atât în lupta de *prevenție* pentru oprirea răspândirii virusului, cât și în cea *profilactică* pentru găsirea de soluții rapide de tratare a bolii.

Evoluția galopantă, de la primele cazuri până la declararea stării de epidemie, în data de 11 martie 2020, a atras atenția întregii comunități științifice și a celei medicale din întreaga lume, care au făcut front comun cu scopul de a opri propagarea virusului și de a limita efectele acestuia.

Data fiind asistența medicală oferită pacienților testați pozitivi în perioada pandemiei (2019-2023), Spitalul Municipal de Urgență Moinești a fost declarat spital de *faza II* (spital dedicat COVID parțial, prin asigurarea de *circuite complet separate*, care a funcționat ca *spital-suport*, tratând patologii asociate la pacienții COVID +, dar și pacienți pozitivi COVID - forme ușoare și medii, precum și cazuri grave, întrucât aici existau echipamente și dotari deosebite achiziționate cu mult timp înainte la *Sectia ATI*, respectiv *Compartimentul de Boli infecțioase*), iar măsurile implementate au fost luate în concordanță cu legislația în vigoare.

De la început s-au impus măsuri generale de *prevenție* în rândul angajaților: intensificarea spălării mâinilor, respectarea cu strictețe a igienei respiratorii, evitarea atingerii ochilor, nasului și a gurii, purtarea măștii, montarea ecranelor și a echipamentului suplimentar de protecție în desfășurarea tuturor activităților, menținerea distanței sociale (minimum 1 m) față de persoanele cu simptomatologie respiratorie etc.

Ca măsuri impuse pentru protecția pacienților, la nivelul unității medicale s-au stabilit noi *circuite funcționale*, s-au creat *izolatoare* la nivelul fiecărei secții/compartiment, s-au delimitat *zone roșii* (în care aveau acces pacienții testați pozitiv, respectiv personalul care oferea îngrijiri medicale acestora) și *zone verzi* (în care aveau acces pacienții

non-COVID, respectiv personalul care oferea îngrijiri medicale acestora) pe fiecare etaj în parte, s-a *restricționat* sau *interzis programul de vizită*, iar la prezentarea în spital s-a efectuat *triajul clinico-epidemiologic*, respectiv *testarea pacienților* și *cohortarea* acestora în funcție de data internării. Totodată, de la începutul pandemiei, s-au limitat internările și intervențiile chirurgicale programate care vizau pacienții cronici.

De asemenea, s-au avut în atenție și alte măsuri, de exemplu:

➤ Achiziționarea de *echipamente individuale de protecție* (PPE), pentru care s-au efectuat instruirii pacienților și personalul medical în vederea utilizării corecte, conform recomandărilor din "Utilizarea rațională a PPE în contextul COVID-19", document elaborat de Centrul Național de Supraveghere și Control al Bolilor Transmisibile din cadrul Institutului Național de Sănătate Publică, conform recomandărilor Organizației Mondiale a Sănătății (OMS) în domeniu (Interim Guidance 27 februarie 2020).

➤ Asigurarea resursei umane prin angajarea de personal sau detașarea personalului existent (medici, asistenți, infirmieri) spre sectoarele de activitate care necesită *suplinirea echipei medicale și de îngrijire* în vederea realizării unui act medical de calitate – Compartimentul de Primiri Urgențe, Compartimentul de Boli infecțioase, Secția de Anestezie și Terapie Intensivă.

➤ Aprovizionarea prin procedură de urgență a *medicamentelor antivirale* conform apariției acestora pe piață (în funcție de variantele Sars-Cov-2 noi apărute).

➤ Aprovizionarea cu materiale sanitare, echipamente individuale de protecție, reactivi în vederea protejării atât a bolnavilor, cât și a propriilor angajați.

➤ Dezinfecția spațiilor, conform *protocoalelor* în vigoare, cu utilizarea substanțelor biocide cu activitate remanentă și selectivă, cu *dezinfecție terminală* a spațiilor atât cu nebulizatorul, cât și prin utilizarea dispozitivelor performante de dezinfecție cu lumină UV, care se poate utiliza și în prezența umană.

➤ Instruiri permanente ale personalului, conform ratei de evoluție a pandemiei, cu apariția noilor variante, în vederea cunoașterii metodologiilor și a protocoalelor actualizate cu scopul punerii lor în aplicare corespunzător și în timp real.

➤ *Testarea* tuturor pacienților care s-au prezentat în serviciul de Primiri Urgente în vederea *identificării infecției* cu Sars Cov-2 și *stabilirea traseului* acestora. Diagnosticul pozitiv de COVID-19 s-a realizat conform metodologiei Institutul National de Sănătate Publică prin *recoltarea exudatului nazofaringian și/sau orofaringian* pentru *deteție* prin RT-PCR a ARN SARSCoV-2 sau Ag SARS COV- 2, respectând *algoritmul de testare*. După testarea acestora în Compartimentul de Primiri Urgente s-a stabilit *circuitul pacientului*: fie transferul acestuia în altă unitate spitalicească, fie internarea în cadrul Compartimentului de Boli Infecțioase, sau izolarea acestuia în/pe alta secție, în funcție de *comorbidități*.

➤ La nivelul *Secției de Anestezie și Terapie Intensivă* s-au pregătit două rezerve, cu echipament necesar și personal specializat în vederea izolării și tratării pacienților cu forme grave.

➤ În cadrul *Compartimentului de Boli Infecțioase* au fost pregătite toate saloanele pentru internarea pacienților pozitivi, cu circuitele aferente, cu un salon de Terapie Intensivă dotat cu aparatura necesară, spații de lucru, de echipare și de dezechipare.

➤ Saloanele au fost dotate conform cerințelor impuse legislativ cu prize de oxigen, aer comprimat, injectomate, concentratoare de oxigen pentru fiecare pat.

➤ Raportarea zilnică în sistemul electronic centralizat al Ministerului Sănătății a gradului de ocupare a paturilor, cât și a numărului de pacienți infectați cu Sars Cov-2.

Prin măsurile luate prompt și modul profesional de lucru cu pacienții, alături de o monitorizare continuă și o raportare în sistem interactiv dintre consiliul director și personalul medical s-a permis o desfășurare optimă a tuturor activităților spitalicești, fără a se înregistra

cazuistici cu prejudicii severe, respectiv realizarea unei rate ridicate de ameliorare sau vindecare.

Fiind un compartiment extern din cadrul Spitalului Municipal de Urgenta Moinești, cu un număr redus de personal medical, s-a apelat pentru perioada 2020-2023 la personal suplimentar dedicat din Spital și angajați, pe perioada determinată.

Concluzii

Lucrarea are în atenție cele mai reprezentative aspecte, cu grad de nouate absolut, în implementarea sistemelor integrate ale metodelor altmetriei medicale și cele ale algoritmilor Inteligenței Artificiale în diagnosticarea și tratamentul în cazul pandemiei cu coronavirus. Sunt prezentate gradual principalele tipuri de sisteme și algoritmi IA pentru medicină, alături de elaborarea anticipativă a politicilor din domeniul medicinei, dar și cele mai revoluționare dispozitive și tehnologii operaționale surmontate în această perioadă. De asemenea, se prezintă principalele măsuri de urgență și cele folosite pe parcurs în funcție de necesități, care s-au luat la Spitalul de Urgență Moinești. Măsurile adoptate și modul profesional de lucru cu pacienții în corelație cu monitorizarea și raportarea continuă în sistem interactiv prin implicarea directă a consiliului director și a personalul medical s-a permis o desfășurare optimă a tuturor activităților spitalicești, cu o rată ridicată de ameliorare sau vindecare, fără a se înregistra cazuistici cu prejudicii severe.

Implicarea inteligenței artificiale în medicină a fost realizată în perioada pandemiei cu virusul covid, când s-a introdus rapid și o serie de prevederi legislative, inclusiv în proiectul noului *Cod Deontologic al Colegiului Medicilor din România*. Introducerea accelerată a inteligenței artificiale în domeniul medical a fost justificată de faptul că "pandemia a creat o oportunitate de creștere a inovației digitale și a utilizării telemedicinei", care s-a realizat la sugestia unor organizații ca *WHO* fără informare, fără o reală dezbatere cu medicii clinicieni. *Forumul Economic Mondial* și *Organizația Mondială a Sănătății* consideră că

tehnologiile digitale și inteligența artificială (IA) revoluționează domeniile medicinei, cercetării și sănătății publice.

Deși, se recunoaște că aceste domenii ridică aspecte etice, juridice și sociale, cum ar fi: acces echitabil, confidențialitate, răspundere, utilizări și aplicanți adecvați, ele pătrund în legislațiile nefiind cerute de către lucrătorii din domeniul sănătății sau de către cetățeni, fără o informare adecvată, fără o dezbatere reală.

Bibliografie:

1. *Smith C., McGuire B., Huang T., Yang G. The History of Artificial Intelligence. University of Washington: Washington, DC, USA, 2006.*
2. *Sessa F., Esposito M., Cocimano G., Sablone S., Karaboue M.A.A., Chisari M., Albano D.G., Salerno M. Artificial Intelligence and Forensic Genetics: Current Applications and Future Perspectives, Applied Sciences, 14(5), 2024, Article Number: 2113. <https://doi.org/10.3390/app14052113>.*
3. *Collins C., Dennehy D., Conboy K., Mikalef P. Artificial Intelligence in Information Systems Research: A Systematic Literature Review and Research Agenda, Int. J. Inf. Manag., 60, 2021, Article Number: 102383.*
4. *Aldoseri A., Al-Khalifa K.N., Hamouda A.M. Re-Thinking Data Strategy and Integration for Artificial Intelligence: Concepts, Opportunities, and Challenges, Appl. Sci., 13, 2023, Article Number: 7082.*
5. *Oliva A., Grassi S., Vetrugno G., Rossi R., Della Morte G., Pinchi V., Caputo M. Management of Medico-Legal Risks in Digital Health Era: A Scoping Review, Front. Med., 8, 2022, Article Number: 821756.*
6. *Galante N., Cotroneo R., Furci D., Lodetti G., Casali M.B. Applications of Artificial Intelligence in Forensic Sciences: Current Potential Benefits, Limitations and Perspectives, Int. J. Legal Med., 137, 2022, pp. 445–458.*

7. *der Mauer M.A., Well E.J.-V., Herrmann J., Groth M., Morlock M.M., Maas R., Säring D. Automated Age Estimation of Young Individuals Based on 3D Knee MRI Using Deep Learning, Int. J. Leg. Med, 135, 2020, pp. 649–663.*

8. *Cao Y., Ma Y., Vieira D.N., Guo Y., Wang Y., Deng K., Chen Y., Zhang J., Qin Z., Chen F., et al. A Potential Method for Sex Estimation of Human Skeletons Using Deep Learning and Three-Dimensional Surface Scanning, Int. J. Leg. Med., 135, 2021, pp. 2409–2421.*

9. *Butler J.M. Recent Advances in Forensic Biology and Forensic DNA Typing: INTERPOL Review 2019–2022, Forensic Sci. Int., 6, 2023, Article Number: 100311.*

10. *Page M.J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M., Boutron I., Hoffmann T.C., Mulrow C.D., Shamseer L., Tetzlaff J.M., Akl E.A., Brennan S.E. et al. The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews Systematic Reviews and Meta-Analyses, BMJ, 372, 2021, Article Number: 71.*

11. *Pereira L., Alshamali F., Andreassen R., Ballard R., Chantratita W., Cho N.S., Coudray C., Dugoujon J.-M., Espinoza M., González-Andrade F. et al. PopAffiliator: Online Calculator for Individual Affiliation to a Major Population Group Based on 17 Autosomal Short Tandem Repeat Genotype Profile. Int. J. Leg. Med. 125, 2010, pp. 629–636.*

12. *Kim Y.H., Ha E.-G., Jeon K.J., Lee C., Han S.-S. A Fully Automated Method of Human Identification Based on Dental Panoramic Radiographs Using a Convolutional Neural Network, Dentomaxillofacial Radiol., 51, 2021, Article Number: 20210383.*

13. *Baydogan M.P., Baybars S.C., Tuncer S.A. Age-Net: An Advanced Hybrid Deep Learning Model for Age Estimation Using Orthopantomograph Images, Trait. Signal, 40, 2023, pp. 1553–1563.*

14. *Chen H., Jain A. Dental Biometrics: Alignment and Matching of Dental Radiographs, IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., 27, 2005, pp. 1319–1326.*

15. Zhang J., Vieira D.N., Cheng Q., Zhu Y., Deng K., Zhang J., Qin Z., Sun Q., Zhang T., Ma K. et al. *DiatomNet v1.0: A Novel Approach for Automatic Diatom Testing for Drowning Diagnosis in Forensically Biomedical Application*, *Comput. Methods Programs Biomed.*, 232, 2023, Article Number: 107434.

16. Tozzo P., Angiola F., Gabbin A., Politi C., Caenazzo L. *The difficult role of Artificial Intelligence in Medical Liability: To Err is Not Only Human*, *Clin. Terapeutica*, 172, 2021, pp. 527–528.

17. Cestonaro C., Delicati A., Marcante B., Caenazzo L., Tozzo P. *Defining Medical Liability when Artificial Intelligence Is Applied on Diagnostic Algorithms: A Systematic Review*, *Front. Med.*, 10, 2023, Article Number: 1305756.

18. Kritikos M. *Ten Technologies to Fight Coronavirus, e Scientific Foresight Unit (STOA)*, ISBN 978-92-823-9958-3, Directorate-General for Parliamentary Research Services (EPRS) of the Secretariat of the European Parliament, European Parliamentary Research Service, 2020. DOI: 10.2861/58070

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2020/641543/EP_RS_IDA\(2020\)641543_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2020/641543/EP_RS_IDA(2020)641543_EN.pdf). [accessed on 01.04.2024].

19. Chen M., Cui W., Bai X., Fang Y., Yao H., Zhang X., Lei F., Zhu B. *Comprehensive Evaluations of Individual Discrimination, Kinship Analysis, Genetic Relationship Exploration and Biogeographic Origin Prediction in Chinese Dongxiang Group by a 60-plex DIP panel*, *Hereditas*, 160, 2023, Article Number: 14.

20. Kloska A., Gielczyk A., Grzybowski T., Płoski R., Kloska S.M., Marciniak T., Palczyński K., Rogalla-Ładniak U., Malyarchuk B.A., Derenko M.V. et al. *A Machine-Learning-Based Approach to Prediction of Biogeographic Ancestry within Europe*, *Int. J.Mol. Sci.*, 24, 2023, 15095.

21. Rostamzadeh S., Abouhossein A., Saremi M., Taheri F., Ebrahimian M., Vosoughi S. A. *Comparative Investigation of Machine Learning Algorithms for Predicting Safety Signs Comprehension Based*

on Socio-Demographic Factors and Cognitive Sign Features, Sci. Rep., 13, 2023, Article Number: 10843.

22. Albahra S., Gorbett T., Robertson S., D'Aleo G., Kumar S.V.S., Ockunzzi S., Lallo D., Hu B., Rashidi H.H. *Artificial Intelligence and Machine Learning Overview in Pathology & Laboratory Medicine: A general review of data preprocessing and basic supervised concepts, Semin. Diagn. Pathol., 40, 2023, pp. 71–87.*

23. Li Z., Gao E., Zhou J., Han W., Xu X., Gao X. *Applications of Deep Learning in Understanding Gene Regulation, Cell Rep. Methods, 3, 2023, Article Number: 100384.*

24. Bright J.-A., Taylor D., McGovern C., Cooper S., Russell L., Abarno D., Buckleton J. *Developmental Validation of STRmix™, Expert Software for the Interpretation of Forensic DNA Profiles, Forensic Sci. Int. Genet., 23, 2016, pp. 226–239.*

25. ***, <http://www.europarl.europa.eu/stoa> (STOA website). [accessed on 01.04.2024].

26. * * *, <http://www.eprs.ep.parl.union.eu> (intranet). [accessed on 01.04.2024].

27. ***, <http://www.europarl.europa.eu/thinktank> (internet). [accessed on 01.04.2024].

28. * * *, <http://epthinktank.eu> (blog). [accessed on 01.04.2024].

29. ***, *REGULATION (EU) 2016/679 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). Official Journal of the European Union 4.5.2016.*