



DOI: 10.5281/zenodo.15880901

UDC: [616.98:578.834.1-036.21+614.4]:004

PERSPECTIVE ASUPRA DIGITALIZĂRII SUPRAVEGHERII EPIDEMIOLOGICE A COVID-19

PERSPECTIVES ON THE DIGITALIZATION OF COVID-19 EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE

Alexandr Dascalov, medic epidemiolog, master în Managementul Sănătății Publice, doctorand
Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”, Chișinău, Republica Moldova

Rezumat

Obiective. Scopul principal al articolului este de a evalua modul în care tehnologiile digitale sunt utilizate pentru monitorizarea și gestionarea pandemiei, evidențiind beneficiile, provocările și implicațiile etice asociate.

Metode. Articolul se bazează pe o revizuire exhaustivă a literaturii existente și a studiilor de caz relevante privind utilizarea digitalizării în supravegherea epidemiologică a COVID-19. Se examinează diversele tehnologii și metode utilizate, precum aplicațiile mobile, analiza datelor masive, inteligența artificială și internetul lucrurilor în contextul gestionării pandemiei.

Rezultate. Articolul evidențiază că digitalizarea supraveglierii epidemiologice a jucat un rol semnificativ în gestionarea și controlul pandemiei de COVID-19. Utilizarea tehnologiilor digitale a permis colectarea rapidă și eficientă a datelor, monitorizarea transmiterii virusului, identificarea rapidă a focarelor și implementarea măsurilor de intervenție. Cu toate acestea, au fost semnalate și anumite provocări, cum ar fi preocupările legate de confidențialitatea datelor, accesul inegal la tehnologie și riscul de discriminare.

Concluzii. Digitalizarea supraveglierii epidemiologice a COVID-19 aduce atât beneficii, cât și provocări. Pentru a maximiza avantajele și a minimiza riscurile, trebuie să se acorde o atenție deosebită aspectelor etice, cum ar fi confidențialitatea datelor și nediscriminarea, și să se asigure accesul echitabil la tehnologiile digitale pentru sprijinirea eforturilor de sănătate publică.

Cuvinte cheie: digitalizare, supraveghere epidemiologică, COVID-19, tehnologii, direcții

Summary

Objectives. The main aim of the article is to assess the utilization of digital technologies in monitoring and managing the pandemic, highlighting the benefits, challenges, and associated ethical implications.

Methods. The article relies on a comprehensive review of existing literature and relevant case studies regarding the use of digitalization in COVID-19 epidemiological surveillance. Various technologies and methods are examined, including mobile applications, big data analysis, artificial intelligence, and the Internet of Things in the context of pandemic management.

Results. The article emphasizes that the digitalization of epidemiological surveillance has played a significant role in managing and controlling the COVID-19 pandemic. The use of digital technologies has enabled rapid and efficient data collection, virus transmission monitoring, rapid outbreak identification, and intervention measures implementation. However, certain challenges have been highlighted, such as concerns regarding data confidentiality, unequal access to technology, and the risk of discrimination.

Conclusions. The digitalization of COVID-19 epidemiological surveillance brings both benefits and challenges. To maximize the benefits and minimize the risks, special attention must be paid to ethical aspects such as data confidentiality and non-discrimination, and ensuring equitable access to digital technologies to support public health efforts.

Keywords: digitalization, epidemiological surveillance, COVID-19, technologies, directions

Introducere

Apariția și reapariția unor boli infecțioase precum gripa aviară și cea porcină, Ebola, Zika și, mai recent, COVID-19, au ridicat gradul de îngrijorare în rândul publicului și al comunității științifice cu privire la amenințarea pe care aceste boli o reprezintă pentru sănătatea publică la nivel global. Aceste evenimente au stârnit multiple dezbateri privitor la modul în care bolile infecțioase trebuie gestionate și despre eficacitatea răspunsurilor adoptate, toate acestea în contextul schimbărilor din domeniul tehnologiei [1].

În era noilor tehnologii digitale, s-a conturat un domeniu emergent în cadrul epidemiologiei, numit „epidemiologie digitală”. Acest nou domeniu utilizează tehnologii digitale

și instrumente informatice pentru a colecta, analiza și interpreta datele legate de răspândirea bolilor infecțioase și evenimentele de sănătate publică. Scopul fundamental al epidemiologiei digitale este să îmbunătățească procesele de supraveghere, cercetare și luare a deciziilor în controlul bolilor. Prin integrarea tehnologiilor digitale în practica epidemiologică, acest domeniu aduce noi perspective și abordări în gestionarea și înțelegerea bolilor infecțioase. Utilizând algoritmi avansați de analiză a datelor și platforme digitale de colaborare și comunicare, epidemiologia digitală își propune să ofere soluții mai rapide, mai precise și mai eficiente pentru monitorizarea și controlul bolilor, contribuind astfel la protejarea sănătății publice la nivel

global. [2].

Conform lui Hollis et al. (anul publicării), epidemiologia digitală a bolilor infecțioase reprezintă o disciplină emergentă în cadrul Big Data, cu scopul de a facilita detectarea mai rapidă a focarelor de boală și de a îmbunătăți supravegherea, alături de alte beneficii, cum ar fi reducerea poverii administrative [3]. Această abordare integrează datele masive generate de tehnologiile digitale și de instrumentele informatice cu metodele și practicile tradiționale ale epidemiologiei, permițând analiza rapidă și eficientă a informațiilor despre răspândirea bolilor. Prin utilizarea algoritmilor de inteligență artificială și a modelelor predictive, epidemiologia digitală poate identifica pattern-uri și tendințe în datele epidemiologice, ajutând la anticiparea și gestionarea eficientă a riscurilor pentru sănătatea publică. De asemenea, această disciplină poate reduce povara administrativă prin automatizarea proceselor de colectare și analiză a datelor, permițând epidemiologilor să se concentreze mai mult pe interpretarea rezultatelor și elaborarea de strategii de intervenție. Prin urmare, epidemiologia digitală reprezintă un instrument valoros în lupta împotriva bolilor infecțioase, contribuind la îmbunătățirea capacității de răspuns și la protejarea sănătății publice [4].

Dezvoltarea accelerată a noilor tehnologii a avut un impact profund asupra modului în care cetățenii din statele dezvoltate își gestionează sănătatea și monitorizează starea lor de bine. De exemplu odată cu avansul tehnologic, accesul la analiza secvențelor ADN-ului în vederea monitorizării stării de sănătate și a activității fizice a devenit mai accesibil pentru o parte a populației [5]. Cetățenii se înscriu în programe și platforme online pentru a primi alerte legate de gripă și alte informații medicale relevante pentru ei, și își administrează sănătatea cu ajutorul aplicațiilor specializate. Cu apariția unei noi generații de senzori și trackere, această formă de supraveghere individuală este pe cale să devină tot mai prezentă și mai semnificativă într-o varietate de domenii. Dispozitivele inteligente precum ceasurile, brățările și alte gadget-uri conectate la internet sunt deja disponibile pe piață, iar sisteme avansate de monitorizare a sănătății sunt în curs de dezvoltare, promițând o integrare subtilă și neinvazivă în viața de zi cu zi a oamenilor [4, 6].

Toate acestea converg înspre conceptul de e-sănătate, reprezentând o abordare inovatoare ce folosește tehnologiile informatice și comunicațiile electronice pentru îmbunătățirea accesului la servicii medicale și optimizarea asistenței medicale [7]. Unul dintre principalele obiective ale e-sănătății constă în integrarea tuturor datelor relevante pentru sănătate, indiferent de sursa acestora, într-un dosar electronic de sănătate. Acest dosar electronic de sănătate servește apoi ca o bază comprehensivă de informații pentru deciziile legate de sănătate, atât la nivel personal, cât și profesional. De asemenea, e-sănătatea oferă și utilizatorilor o mai mare autonomie și implicare în gestionarea propriilor lor date de sănătate, permițându-le să-și monitorizeze și să-și gestioneze mai eficient starea de sănătate și să ia decizii informate cu privire la propria lor bunăstare [8, 9].

În multe țări, dosarul medical electronic este deja în uz sau este pe cale să fie introdus. În societățile cu un nivel

înalt de penetrare a serviciilor digitale, cum ar fi de exemplu Estonia, s-a făcut chiar un pas mai departe: „eEstonia” își deschide în prezent sistemul de sănătate digitalizat pentru Big Data și intenționează să-l extindă într-un „Sistem de informații despre sănătate 2.0” care este destinat să lucreze cu datele personale ale pacienților în timp real [10].

Aceste noi realizări par să dea startul unei noi ere în medicină, cunoscută sub numele de „medicină personalizată” sau „medicină individualizată”, care pune accentul în principal pe nevoile individuale în loc de cele ale grupurilor [11].

Toate datele personale generate inițial în scopuri individuale trebuie interpretate prin prisma epidemiologiei (digitale), fie pentru diagnostic, prevenire fie pentru tratament, și necesită analize statistice, clasificări și corelații statistice. În acest context, progresele realizate de epidemiologia digitală permit realizarea acestei analize statistice instantaneu și continuu, dar și predictiv, cu accent pe anticiparea și prevenirea evenimentelor posibile. Prin urmare, epidemiologia digitală devine din ce în ce mai importantă în activitatea practică de zi cu zi, având un impact profund asupra implementării măsurilor de control și răspuns, inclusiv în cazul pandemiei de COVID-19 [12].

Scopul principal al prezentului articol de reviu al literaturii este de a evalua modul în care tehnologiile digitale sunt utilizate pentru monitorizarea și gestionarea pandemiei, evidențiind beneficiile, provocările și implicațiile etice asociate.

Metode de cercetare

1. Căutarea literaturii

Pentru a obține o imagine comprehensivă și actualizată asupra digitalizării în supravegherea epidemiologică a COVID-19, am efectuat o căutare exhaustivă a literaturii în diverse surse de informații. Aceste surse includ:

Baze de date specializate. Am explorat bazele de date academice precum PubMed, Web of Science, Scopus și Google Scholar pentru a identifica studii și articole științifice relevante în domeniul sănătății publice, epidemiologiei și tehnologiei informaționale.

Organizații și instituții de cercetare. Am accesat site-urile web ale organizațiilor internaționale de sănătate precum Organizația Mondială a Sănătății (OMS), Centrul European de Prevenire și Control al Bolilor (ECDC) și Centrele pentru Controlul și Prevenirea Bolilor (CDC) pentru a identifica rapoarte, ghiduri și studii relevante.

Reviste științifice și conferințe. Am căutat lucrări publicate în reviste științifice de prestigiu în domeniul sănătății publice și al tehnologiei informaționale. De asemenea, am analizat lucrările prezentate la conferințe și simpozioane relevante pentru subiectul nostru de interes.

2. Criterii de includere/excludere

Selecția literaturii pentru reviu a fost realizată pe baza următorilor criterii:

Relevanța tematică. Am inclus articole și studii care au abordat direct digitalizarea supravegherii epidemiologice a COVID-19, concentrându-ne pe aspectele legate de utilizarea tehnologiilor informaționale în monitorizarea și gestionarea

pandemiei.

Calitatea și credibilitatea. Am prioritizat lucrările publicate în reviste științifice recunoscute, rapoarte oficiale ale organizațiilor internaționale și studii realizate de experți cu expertiză în domeniul sănătății publice și al tehnologiei informaționale.

Acoperirea geografică și temporală. Am căutat literatură care reflectă diversitatea geografică și temporală a implementării și impactului digitalizării în supravegherea COVID-19, atât la nivel global, cât și la nivel regional sau național.

Reproducibilitatea și relevanța practică. Am inclus lucrări care prezintă rezultate și concluzii reproducibile și care au aplicabilitate practică în gestionarea actuală a pandemiei și a riscurilor de sănătate publică asociate cu COVID-19.

Excluderea surselor redundante sau irelevante. Am evitat să includem lucrări care prezintă conținut redundant sau irelevant pentru obiectivele și întrebările de cercetare ale reviei noastre, asigurându-ne că analiza noastră este coerentă și relevantă.

Prin aplicarea acestor metode și criterii de cercetare, am asigurat că reviu literaturii este fundamentat pe surse credibile și relevante, oferind o perspectivă cuprinzătoare și informativă asupra digitalizării în supravegherea epidemiologică a COVID-19.

Rezultate

Direcțiile de digitalizare a serviciilor de sănătate în contextul COVID-19 - experiența altor state

În decursul anului 2019, o nouă tulpină de coronavirus, numită SARS-CoV-2, a fost identificată pentru prima dată în orașul Wuhan, China. Ceea ce a început ca un focar localizat a devenit rapid o pandemie globală, punând la încercare sistemele de sănătate și resursele umane din întreaga lume [13].

Răspândirea rapidă și necontrolată a virusului a subliniat necesitatea unor instrumente eficiente de supraveghere epidemiologică pentru a gestiona evoluția pandemiei și a limita impactul său asupra sănătății publice. Drept urmare Organizația Mondială a Sănătății (OMS) a cerut implementarea de mecanisme coordonate pentru a sprijini răspunsul la focare, iar soluțiile digitale de sănătate au fost identificate ca fiind una dintre cele mai promițătoare abordări pentru a face față acestei noi provocări [14].

Pandemia de COVID-19 a fost unică din multiple perspective. În primul rând, aceasta s-a distins prin numărul ridicat de persoane infectate la nivel global, precum și prin transmisibilitatea și spectrul severității clinice al virusului. Comparativ cu evenimentele similare din trecutul recent, cum ar fi gripa pandemică, epidemiile de Ebola sau Zika virus, pandemia de COVID-19 a avut un impact mult mai amplu și mai profund asupra comunităților și economiilor din întreaga lume [15].

Pe de altă parte pandemia de COVID-19 este prima de magnitudine globală în era digitală. Soluțiile digitale de sănătate, care au atins un anumit nivel de dezvoltare, dar care nu sunt încă larg implementate și acceptate, au jucat un rol major în răspunsul la această pandemie [16].

Noile soluții digitale pot sprijini eficient instituțiile în timpul unei pandemii, facilitând distribuirea imediată pe scară largă a informațiilor, urmărind transmiterea în timp real, creând locuri virtuale pentru întâlniri sau operațiuni de zi cu zi și oferind consultații de telemedicină pentru pacienți. Cu toate acestea, unele strategii și instrumente digitale de sănătate pot întâmpina provocări asociate cu barierele de acces, acceptabilitate și probleme etice [17-19].

De exemplu, unele guverne au răspuns la această urgență de sănătate publică cu o gamă largă de instrumente de supraveghere concepute pentru a identifica și urmări persoanele care pot fi infectate. Aceste măsuri au intensificat dezbaterile despre confidențialitatea individuală și supravegherea guvernamentală asupra propriilor cetățeni [20].

Pandemia COVID-19 a oferit un punct de plecare pentru a dezbate modul în care soluțiile digitale implementate în domeniul sănătății ar trebui valorificate pentru a aborda această situație de criză fără precedent [21-23].

Noile modele de gestionare a sănătății au fost esențiale în timpul pandemiei de COVID-19. Din cauza ratei ridicate de transmitere a COVID-19, majoritatea țărilor au impus măsuri restrictive stricte, ceea ce a făcut ca comunicarea și vizitele între pacienți și medici să devină o provocare [16, 19, 23].

În era tehnologiilor digitale de sănătate, accentul s-a mutat către noi modele, cum ar fi: telemedicina (vizite virtuale, asistență și consultații virtuale) [24, 25], aplicații mobile pentru monitorizarea la distanță a pacienților [26, 27] și platforme online pentru evaluarea riscurilor, screening și triaj [28, 29].

Telemedicină și sisteme de monitorizare a pacientului la distanță

Telemedicina oferă pacienților posibilitatea de a primi îngrijire medicală în confortul propriului domiciliu, reducând astfel riscul de expunere la COVID-19 în mediile aglomerate precum secțiile de urgență sau cele de triaj. Această metodă nu doar asigură îngrijire sigură pentru cei afectați de COVID-19, ci facilitează și gestionarea aspectelor medicale de rutină, inclusiv prescrierea electronică a medicamentelor (e-rețete) [30]. Pe lângă aceste aspecte, personalul medical poate monitoriza simptomele pacienților în timp real, oferind recomandări medicale valoroase atunci când este necesar și menținând pacienții stabili acasă, departe de spitalele supraîncărcate [31].

În plus, aceste instrumente pot servi ca resurse utile pentru a colecta rapid informații semnificative despre cohorte mari de pacienți pentru a studia evoluția simptomelor lor în timp real. Această abordare sporește înțelegerea diferitelor forme clinice de manifestare a COVID-19 la persoanele infectate și permite investigarea consecințelor sale pe termen lung asupra sănătății [32].

Astfel, în contextul telemedicinii, recent în Luxemburg, a fost demarat un studiu de cohortă prospectiv numit Predi-COVID, având ca scop investigarea factorilor asociați cu severitatea bolii COVID-19. Acest studiu a utilizat date din sistemul național de supraveghere, care acoperă practic toți pacienții testați pozitiv pentru COVID-19. De asemenea,

datele din sistem sunt combinate cu eșantionarea biologică, rezultatele electronice raportate de pacienți și colecții de date digitale inovatoare. Printre acestea, se numără și înregistrările vocale realizate prin smartphone, care identifică biomarkerii vocali ai sindroamelor respiratorii. Această abordare integrată permite o analiză cuprinzătoare a evoluției bolii și a factorilor care influențează severitatea acesteia [33].

Triaj și evaluarea riscurilor

Pandemia cauzată de virusul COVID-19 a generat anxietate și incertitudine în rândul populațiilor. Pentru a optimiza alocarea resurselor, telemedicina bazată pe videoconferințe poate fi utilizată nu doar pentru a crește confortul pacienților, ci și pentru a efectua un triaj medical eficient [25, 31].

Hollander et al. au subliniat că telemedicina poate funcționa ca un sistem de triaj în diferite faze. Prima etapă este „triajul premergător”, în care pacienții sunt clasificați ca posibil infectați cu COVID-19 sau neinfecțati înainte de a ajunge la spital. De asemenea, telemedicina permite o monitorizare atentă a pacienților mai puțin sever afectați la domiciliu, facilitând comunicarea continuă [34]. A doua fază a triajului are loc în spital și este denumită „modelul furnizorului de triaj”. În această fază, pacienții cu risc crescut de COVID-19 sunt examinați prin evaluarea rapidă a caracteristicilor clinice și testare. Pacienții sunt ținuti în saloane de urgență izolate, unde li se oferă planșete pentru a comunica cu personalul medical [34].

Pentru a reduce riscul de infecție în rândul personalului medical, spitalele au implementat, de asemenea, monitorizarea electronică a unității de terapie intensivă [35]. De exemplu, în câteva țări au fost inițiate programe de telemedicină în cadrul spitalelor. Un robot este introdus în camera unui pacient infectat cu COVID-19 pentru a monitoriza semnele vitale și semnele cardiace, și pentru a facilita comunicarea între pacient și personalul medical, atunci când este necesar. Toate mișcările robotului sunt controlate de asistenți medicali sau medici de la distanță, din afara camerei [32].

Platforme de urmărire a simptomelor bazate pe site-uri web, cum ar fi [maladiecoronavirus.fr](https://www.maladiecoronavirus.fr) în Franța [36] și [beatcovid19now.org](https://www.beatcovid19now.org) în Australia [37], au fost rapid dezvoltate pentru a ajuta indivizii să evalueze riscul de infectare cu SARS-CoV-2. Utilizatorii erau îndrumați să răspundă la întrebări relevante, care sunt folosite pentru a alimenta algoritmi de predicție a riscurilor. Pe baza acestor date, platformele ofereau recomandări, inclusiv sfaturi pentru apelarea unei linii de asistență sau pentru a rămâne acasă și a urma ghidurile internaționale. De asemenea, chatbot-urile, cum ar fi Symptoma, au furnizat asistență digitală în evaluarea riscului de COVID-19 [38].

Comunicarea digitală pe parcursul pandemiei

Comunicarea dintre liderii politici și autoritățile științifice a fost una de maximă importanță în timpul pandemiei de COVID-19 [39].

De la debutul pandemiei COVID-19, dezinformarea, „știrile false” și teoriile conspiraționiste despre originea,

răspândirea și tratamentul bolii au circulat pe internet, în comunicatele guvernamentale, în rețelele de socializare și prin mesaje SMS [40].

Aceste probleme de comunicare au generat confuzie și neîncredere, având consecințe negative atât la nivel individual, cât și comunitar. Pentru a furniza cele mai utile informații în timp util Organizația Mondială a Sănătății (OMS) a stabilit la nivel internațional, precum și la nivel național și regional, o comunicare digitală eficientă a riscurilor prin intermediul unei campanii active de informare factuală care utilizează diverse canale digitale. Astfel, strategiile de comunicare eficientă ajută la gestionarea fricii oamenilor și au crescut probabilitatea ca aceștia să respecte măsurile impuse în timpul pandemiei. Comunicarea riscurilor promovează implicarea comunității, previne sau reduce răspândirea zvonurilor și diminuează amenințările la adresa sănătății publice. Cu toate acestea, o comunicare deficitară a riscurilor poate genera confuzie, frustrare și neîncredere în lideri în viitor. Comunicarea în timpul epidemiei trebuie să fie nu doar clară și lipsită de ambiguitate, ci și să ajungă rapid la populația țintă, inclusiv lucrătorii din domeniul sănătății, autoritățile locale și publicul larg [39-41].

De exemplu, ghidurile privind practicarea distanțării sociale au fost percepute ca fiind neclare și susceptibile la interpretări greșite. Acestea ar fi trebuit să fie însoțite de mesaje mai directe, cum ar fi „rămâneți acasă”, în special pentru a clarifica conceptul de distanțare socială, în special pentru grupurile vulnerabile sau pentru tineri [41].

Organizația Mondială a Sănătății (OMS) utilizează termenul „distanță fizică” alături de „distanțare socială” pe pagina sa web pentru a sublinia această necesitate. Cu toate acestea, a fost important să se promoveze contactul social, în special pentru persoanele în vârstă. Metodele digitale par a fi soluții promițătoare, deoarece le permit oamenilor să mențină distanța fizică în timp ce rămân informați sau în contact cu ceilalți; de exemplu, platforma de mesagerie WhatsApp furnizează alerte de sănătate în diferite limbi [41].

În plus, sănătatea digitală poate juca un rol major la nivel guvernamental. Au fost luate inițiative guvernamentale pentru a furniza ghiduri și informații pe site-urile guvernamentale, cu scopul de a informa populația cu privire la comportamentul adecvat în timpul pandemiei. Majoritatea acestor inițiative au fost susținute de ghidurile emise de Organizația Mondială a Sănătății (OMS) și de Centrul pentru Controlul și Prevenirea Bolilor (CDC) [42].

Utilizarea aplicațiilor sau a serviciilor de mesagerie instantanee pentru a permis ministerelor sau agențiilor de sănătate din diverse state să contacteze lucrătorii din domeniul sănătății de la distanță și să furnizeze informații oficiale cu privire la numărul de cazuri, simptome și măsuri de prevenire. Toate acestea reprezintă doar câteva exemple de măsuri eficiente care au fost folosite în pandemia de COVID-19 [43].

O consecință crucială a unei strategii deficitare de comunicare a riscurilor poate fi creșterea probabilității nivelului de anxietate în rândul populației. Informațiile contradictorii și supraexpunerea la titluri senzaționaliste din mass-media și din social media pot afecta sănătatea mentală

a oamenilor și pot amplifica nivelul general de frică. Izolarea practică pe timpul pandemiei de COVID-19 avea potențial de a agrava această problemă, deoarece expunerea crescută la social-media și zvonuri, precum și lipsa comunicării și dezbaterii în lumea reală, pot contribui la această creștere a anxietății [39, 40].

În consecință, perioadele de carantină și izolare au consolidat importanța dezvoltării instituționale a strategiilor digitale. Prin urmare, în timpul pandemiei de COVID-19, planurile oficiale de comunicare trebuiau să promoveze canale de comunicare digitală ușor accesibile și diverse în toate etapele și în scopuri diferite (comunicare globală, regională și comunitară). Aceste canale ar fi trebuit să fie integrate într-un sistem informațional complex, servind drept instrument de comunicare și pentru detectarea și susținerea persoanelor cu risc [44].

Un exemplu de strategie de comunicare care a fost implementată rapid și eficient pentru a contracara frica și zvonurile în rândul populației a fost trimiterea de mesaje de către guvernul din Singapore prin intermediul platformei WhatsApp [45].

În cele din urmă, este crucial să se dezvolte o strategie pentru a implica și populațiile marginalizate și vulnerabile. Această strategie ar trebui să includă diverse mijloace de comunicare, inclusiv platforme digitale, și să folosească un limbaj adecvat, simplu și nediscriminatoriu. Totodată, este important să se țină cont de diferențele în ceea ce privește alfabetizarea în materie de sănătate [39].

Utilizarea datelor digitale pentru modelarea transmiterii, evoluției și percepției COVID-19

Monitorizarea activităților online sau a rețelelor de socializare în scopuri de sănătate publică a fost investigată încă din primele zile de apariție ale epidemiologiei digitale la începutul anilor 2000. Scopul principal a fost să surprindă tendințele legate de sănătate și să modeleze focarele de boală. Cele mai renumite exemple de supraveghere a sănătății pe internet au fost dezvoltate pentru a prezice incidența gripei, precum Google Flu Trends [46], sau pentru a obține informații de pe platformele de socializare, cum ar fi Twitter, despre gripa, rujeolă, virusul Zika, și virusul Ebola [47].

Deși au un potențial ridicat pentru sănătatea publică, aceste studii au fost criticate pentru lipsa lor de teoretizare și de metodologie adecvată, ceea ce poate face dificilă compararea rezultatelor lor și ridică întrebări cu privire la siguranța utilizării lor pentru a formula măsuri de sănătate publică eficiente în lumea reală [47].

Pentru a depăși ideea simplistă că Twitter este doar un "teren de joacă uriaș" pentru cercetători, inițiativele de utilizare a datelor de pe Twitter pentru a studia focarul COVID-19 ar trebui să se bazeze pe lecțiile învățate din greșelile anterioare, adoptând o abordare mai riguroasă și beneficiind de o sursă deschisă a datelor [48].

În cadrul cercetării epidemiologice moderne, analiza datelor online a devenit o unealtă esențială pentru monitorizarea și previzionarea bolilor infecțioase. Diverse surse de date, cum ar fi Google Trends, căutările Wikipedia și indicii precum Baidu și Weibo din China, au fost investigate

pentru a evalua utilitatea lor în contextul sănătății publice [47].

Studiile recente au evidențiat corelații semnificative între activitățile online și incidența bolilor, cu date care pot prezice vârfurile de cazuri cu o anticipare de până la 10-14 zile față de datele oficiale. De exemplu, în China, căutările pe internet și interacțiunile pe rețelele de socializare legate de COVID-19 au prezentat tendințe paralele cu incidența zilnică a bolii [49].

Aceste constatări subliniază potențialul enorm al analizei datelor online în suplimentarea metodelor tradiționale de supraveghere a sănătății publice și în oferirea unei perspective avansate asupra evoluției epidemiilor. Cu toate acestea, cercetările din acest domeniu necesită o abordare riguroasă și o atenție deosebită acordată metodologiei, pentru a asigura fiabilitatea și validitatea rezultatelor obținute.

Deși rapoartele sunt limitate până în prezent, există perspective promițătoare privind utilitatea acestor surse de date în identificarea timpurie a simptomelor mai puțin frecvente asociate cu COVID-19. Această abordare ar putea urmări un model similar celui utilizat în detectarea semnalelor slabe de farmacovigilență din mediul social și identificarea efectelor secundare ale medicamentelor. Un avantaj principal al acestor surse de date este că pot fi accesate rapid și la un cost redus în fazele incipiente ale epidemiei [50].

Cu toate acestea, utilizarea activităților online sau a datelor provenite de pe rețelele de socializare în scopul prezicerii incidenței bolilor nu a fost niciodată implementată în mod prospectiv și în timp real pentru orientări de sănătate publică la scară largă. De obicei, astfel de previziuni sunt realizate retrospectiv de algoritmi instruiți pentru a reproduce cât mai fidel datele din „standardul de aur”, cum ar fi cele obținute de CDC [50]. Pandemia COVID-19 ar putea reprezenta primul caz în care este efectuată o astfel de analiză prospectivă, combinând datele din sursele standard de supraveghere a bolilor cu datele provenite de pe rețelele de socializare sau din activitățile de urmărire pentru a îmbunătăți precizia generală a predicțiilor epidemiologice [47].

Analiza datelor provenite din rețelele de socializare este de o importanță crucială în timpul pandemiei COVID-19, oferind o perspectivă în timp real asupra reacțiilor și comportamentului oamenilor în fața evoluției pandemiei. Această analiză poate acoperi aspecte precum sentimentele individuale, nivelul de anxietate și stres, dar și opiniile colective, temerile, sau speranțele legate de tratamente sau vaccinuri [47]. De asemenea, identificarea și contracararea propagării știrilor false despre COVID-19 sunt de o importanță crucială în era noastră digitală modernă [48]. Această abordare ar putea contribui la gestionarea mai eficientă a discuțiilor și acțiunilor legate de COVID-19 și ar trebui să fie continuată și extinsă pentru a asigura un răspuns cât mai informațional și corect posibil în fața pandemiei.

Digitalizarea supravegherii epidemiologice în COVID-19

Pandemia COVID-19, similar cu alte crize globale din istoria omenirii, a generat perturbări de sănătate și economice fără precedent în numeroase țări. Cu toate acestea, în paralel,

această nouă situație a stimulat tranziția către soluții digitale în diverse industrii și în societatea în ansamblu.

Un exemplu elocvent al acestei tranziții este sectorul educației; de la școlile primare până la universități, s-au dezvoltat noi strategii de predare la distanță, trecând de la lecții în sălile de clasă la conferințe live sau cursuri online [51].

Similar, organizațiile din domeniul îngrijirii sănătății au răspuns la pandemia COVID-19 adoptând rapid soluții digitale și tehnologii avansate [31, 32]. În timpul unei pandemii, tehnologia digitală poate atenua sau chiar rezolva multe dintre provocările întâlnite, îmbunătățind astfel furnizarea asistenței medicale. Instrumentele digitale au fost aplicate pentru a răspunde nevoilor acute apărute ca rezultat direct sau indirect al pandemiei, cum ar fi aplicațiile pentru monitorizarea pacienților sau serviciile de urgență pentru triaj la distanță [4, 22].

Cu toate acestea, multe dintre soluțiile dezvoltate și implementate în timpul pandemiei de COVID-19 ar putea fi consolidate pe termen lung, contribuind la definirea și adoptarea unor noi modele digitale de îngrijire. Printre acestea, se remarcă supravegherea persoanelor aflate în carantină la domiciliu și monitorizarea pe scară largă a populației [6, 30, 32].

Revizuirea literaturii realizată în cadrul acestui articol sugerează că tehnologiile digitale pot juca un rol crucial nu doar în diagnosticarea COVID-19, ci și în implementarea măsurilor de profilaxie și supraveghere.

Judson et al. (2020) au implementat Coronavirus Symptom Checker, un instrument digital de auto-triaj și auto-programare destinat pacienților, pentru a aborda pandemia COVID-19. Acesta oferă pacienților acces 24 de ore pe zi la recomandări personalizate și îmbunătățește capacitatea clinicilor prin auto-triaj, auto-programare și evitarea contactului inutil în persoană. Rezultatele indică faptul că majoritatea pacienților care au utilizat acest instrument nu au necesitat contact suplimentar cu sistemul de sănătate în zilele următoare [52].

Un alt aspect de o importanță fundamentală în contextul digitalizării asistenței medicale este supravegherea epidemiologică. Analiza noastră relevă faptul că prevenirea și supravegherea sunt adesea tratate împreună în literatura de specialitate, deoarece „prevenirea COVID-19” poate fi privită ca „prevenirea răspândirii ulterioare”, proces care este în mare parte realizat prin supraveghere. În cazul pandemiei COVID-19, supravegherea și prevenirea se suprapun în mod evident, deoarece riscul de infecție poate fi redus prin implementarea eficientă a unui plan de supraveghere și controlul interacțiunilor dintre persoanele infectate și populația sănătoasă.

Un studiu efectuat de Ferretti et al. (2020) a investigat parametrii esențiali ai propagării epidemiei COVID-19, cu scopul de a estima contribuțiile diferitelor căi de transmitere și de a determina cerințele pentru izolarea cu succes a cazurilor și urmărirea contactelor. Răspândirea rapidă a virusului face ca urmărirea manuală a contactelor să fie impracticabilă. O soluție propusă este implementarea unei aplicații de urmărire a contactelor, care să creeze o

înregistrare temporară a interacțiunilor de proximitate între indivizi și să alerteze imediat contactele apropiate recente ale cazurilor diagnosticate, solicitându-le să se autoizoleze. Cu toate acestea, o limitare semnificativă a acestui tip de tehnologie de urmărire este că pentru a fi eficientă, trebuie să fie utilizată de o parte semnificativă a populației [53].

Un exemplu ilustrativ al eficacității unei aplicații mobile pentru urmărirea contactelor este dat de implementarea realizată de guvernul chinez în Wuhan [54].

În provincia Hubei, a fost introdus un sistem de screening bazat pe coduri QR, destinat monitorizării mișcării populației, în special în cadrul transportului public. Cu ajutorul tehnologiei big data și al telefoanelor mobile, fiecare cetățean a fost asignat unul dintre cele trei coduri disponibile: verde (indicând siguranță), galben (semnificând necesitatea de precauție) și roșu (interzicând accesul) [55].

O implementare similară a fost realizată și în Taiwan. Prin intermediul sistemului de înregistrare al cetățenilor și a cardurilor de intrare ale străinilor, autoritățile au putut monitoriza persoanele cu risc crescut de infecție cu COVID-19, datorită călătoriilor recente în zonele afectate. Cei identificați ca având un risc sporit au fost supravegheați electronic prin intermediul telefoanelor mobile și au fost incluși într-un sistem de intrare în carantină. Pentru a obține rapid eliberarea formularului de imigrație, aceștia au fost obligați să completeze un formular de declarație de sănătate, care necesită scanarea unui cod QR ce conduce la un formular online, fie înainte de plecarea către Taiwan, fie la sosirea pe teritoriul țării [56].

Revizuirea literaturii relevă că un alt mijloc semnificativ de control al răspândirii unei epidemii este monitorizarea și supravegherea căutărilor pe internet și a activității pe rețelele sociale.

Wang et al. (2020) au demonstrat utilizarea platformei de socializare chineză WeChat pentru a colecta date zilnice privind frecvența cuvintelor cheie asociate cu SARS-CoV-2. Autorii au constatat că frecvențele mai multor cuvinte-cheie legate de COVID-19 au prezentat un comportament neobișnuit într-o perioadă anterioară izbucnirii focarului în China. Acest lucru a condus la concluzia că rețelele sociale pot oferi o nouă abordare pentru detectarea timpurie a focarelor de boală [56].

Similar, termenii italieni pentru „tuse” și „febră” au fost monitorizați în Google Trends pentru a furniza informații utile în prevenirea focarului COVID-19 din Italia. Această analiză a evidențiat o asociere semnificativă între căutările online și numărul de internări sau decese spitalicești în următoarele două săptămâni [57].

Aceste două studii demonstrează că monitorizarea informațiilor de sănătate publică de la motoarele de căutare bazate pe web poate juca un rol semnificativ în predicția viitoarelor focare de COVID-19. Acest lucru este complementar sistemelor tradiționale de supraveghere a sănătății publice și arată potențialul utilizării datelor online în anticiparea și gestionarea eficientă a pandemiilor.

În plus, o tehnologie care poate contribui la colectarea automată, descentralizată și la distanță a datelor în scopuri de supraveghere este IoT (Internet of Things - Internetul

Obiectelor). Un sistem inteligent de supraveghere a bolilor bazat pe IoT a demonstrat potențialul său în controlul pandemiei [58]. De fapt, având în vedere că majoritatea oamenilor utilizează smartphone-uri și tehnologii portabile și au acces la internet, această tehnologie poate contribui la limitarea răspândirii pandemiei prin colectarea și analiza automată a datelor obținute implicit.

Deși tehnologia din spatele aplicațiilor de supraveghere și urmărire a contactelor prezintă un potențial convingător, ridică numeroase preocupări. Cea mai evidentă problemă este utilizarea ulterioară a unui instrument de supraveghere dezvoltat pentru un scop precis (cum ar fi aplicația pentru monitorizarea mișcării oamenilor în cazul Chinei și Taiwanului), care poate rămâne în uz după soluționarea crizei [54-56].

Confidențialitatea trebuie să fie o preocupare principală pentru factorii de decizie politică și o provocare cheie pentru proiectanții și inginerii care dezvoltă astfel de instrumente digitale pentru controlul epidemiei.

Pentru a respecta acest principiu, o abordare preferabilă este să se monitorizeze răspândirea virusului și să se alerteze utilizatorii fără a colecta date personale. Un exemplu promițător în acest sens a fost furnizat de Yasaka et al. (2020), care au descris o aplicație de probă a conceptului pentru urmărirea contactelor, care nu necesită înregistrare sau divulgare a datelor private, cum ar fi locația [59].

Deși articolele menționate anterior se concentrează pe supravegherea și prevenirea în cazul pacienților ambulatori și al populației generale, o perspectivă interesantă asupra supravegherii pacienților internați provine din studiul lui Lin et al. (2020), care descrie un sistem potențial de supraveghere activă cu servicii de tehnologie informațională (IT) pentru identificarea pacienților spitalizați la care tratamentul cu antibiotice nu a dus la o îmbunătățire semnificativă a pneumoniei [60].

Per total se observă faptul că tehnologiile digitale discutate în literatura științifică analizată în prezentul articol se concentrează în principal pe domeniile diagnosticului, prevenirii și supravegherii, ceea ce se poate datora fazelor de urgență ale pandemiei COVID-19.

Considerațiuni etice în procesul de digitalizare a supravegherii epidemiologice a COVID-19

Colectarea și prelucrarea datelor prin tehnologii digitale în domeniul sănătății publice sunt promovate la nivel global de către guverne și companii private ca remedii strategice pentru combaterea pandemiei COVID-19. Cu toate acestea, limitele etice și legale ale implementării acestor instrumente digitale pentru supravegherea și controlul bolilor rămân neclare. În întreaga lume, a apărut o dezbatere în continuă evoluție cu privire la avantajele și riscurile mobilizării instrumentelor digitale în sănătatea publică [61].

Cele mai bune practici în domeniul digitalizării supravegherii epidemiologice a COVID-19 includ următoarele:

- 1) Colectarea strictă a datelor relevante pentru scopurile stabilite.
- 2) Anonimizarea, pseudo-anonimizarea sau agregarea

datelor cât mai devreme posibil pentru a proteja confidențialitatea și intimitatea indivizilor.

3) Ștergerea promptă a datelor cu caracter personal după finalizarea procesului de prelucrare, conform reglementărilor și politicilor aplicabile.

4) Respectarea pe deplin a drepturilor persoanelor vizate, inclusiv dreptul la confidențialitate și protecția datelor personale.

5) Demontarea infrastructurii și a sistemelor de supraveghere după încheierea epidemiei sau a situației de urgență, pentru a evita utilizarea neautorizată sau răspândirea ulterioară a datelor.

Conform surselor bibliografice utilizarea digitalizării în supravegherea epidemiologică a COVID-19 implică anumite principii etice de bază pentru a asigura respectarea drepturilor individuale și protejarea intimității datelor personale [62-64]. Aceste principii includ:

1) *Consensul și participarea voluntară.* Utilizarea tehnologiilor digitale ar trebui să se bazeze pe consimțământul informat și voluntar al utilizatorilor. Persoanele trebuie să fie informate cu privire la modul în care datele lor vor fi colectate, stocate și utilizate și să aibă posibilitatea de a refuza participarea fără consecințe negative.

2) *Transparența și responsabilitatea.* Autoritățile și organizațiile care colectează și utilizează datele ar trebui să fie transparente în privința proceselor lor și a modului în care datele sunt utilizate în supravegherea epidemiologică. Acestea trebuie să fie responsabile pentru protejarea datelor și să asigure că există mecanisme adecvate de control și supraveghere.

3) *Confidențialitatea și anonimatul.* Datele colectate ar trebui să fie protejate împotriva accesului neautorizat și să fie utilizate numai în scopul specific al supravegherii epidemiologice. Se recomandă utilizarea unor metode de anonimizare și criptare pentru a proteja identitatea indivizilor.

4) *Limitarea scopului și minimalizarea datelor.* Colectarea datelor ar trebui să fie limitată strict la informațiile necesare pentru supravegherea epidemiologică și să fie minimalizată pentru a evita colectarea excesivă de informații personale.

5) *Echitatea și non-discriminarea.* Utilizarea tehnologiilor digitale în supravegherea epidemiologică ar trebui să fie realizată într-un mod care să respecte principiile de echitate și non-discriminare. Datele nu ar trebui să fie utilizate pentru a perpetua sau accentua inegalitățile sociale sau să conducă la discriminare împotriva anumitor grupuri.

6) *Accesul la drepturile și serviciile esențiale.* Utilizarea digitalizării în supravegherea epidemiologică ar trebui să asigure că toți cetățenii au acces egal la informații și la serviciile esențiale de sănătate, indiferent de statutul lor socio-economic sau de accesul lor la tehnologie.

7) *Evaluarea impactului și revizuirea constantă.* Impactul utilizării tehnologiilor digitale în supravegherea epidemiologică ar trebui să fie evaluat în mod regulat pentru a identifica posibilele efecte negative și pentru a ajusta practicile în consecință. Este important să existe o revizuire continuă a politicilor și a proceselor pentru a asigura respectarea principiilor etice și a drepturilor individuale.

Respectarea acestor principii etice este crucială pentru a asigura că utilizarea digitalizării în supravegherea epidemiologică a COVID-19 este eficientă și, în același timp, respectă drepturile și demnitatea umană a indivizilor.

Concluzii

Digitalizarea supravegherii epidemiologice a COVID-19

prezintă atât oportunități semnificative, cât și provocări importante. Pentru a maximiza beneficiile și a minimiza riscurile, este crucial să se acorde o atenție deosebită aspectelor etice, precum confidențialitatea datelor și nediscriminarea. În plus, este important să se asigure că tehnologiile digitale sunt accesibile și utilizate în mod echitabil pentru a sprijini eforturile de sănătate publică în gestionarea pandemiei.

Bibliografie

- Eckmanns T, Füller H, Roberts SL. Digital epidemiology and global health security; an interdisciplinary conversation. *Life Sci Soc Policy*. 2019;15(1):2.
- Velasco E. Disease detection, epidemiology and outbreak response: the digital future of public health practice. *Life Sci Soc Policy*. 2018;14(1):7.
- Hollis S, Stollow J, Rosenthal M, Morreale SE, Moses L. Go.Data as a digital tool for case investigation and contact tracing in the context of COVID-19: a mixed-methods study. *BMC Public Health*. 2023;23(1):1717.
- da Fonseca MH, Kovalski F, Picinin CT, Pedrosa B, Rubbo P. E-Health Practices and Technologies: A Systematic Review from 2014 to 2019. *Healthcare (Basel)*. 2021;9(9):1192.
- Satam H, Joshi K, Mangrolia U, et al. Next-Generation Sequencing Technology: Current Trends and Advancements. *Biology (Basel)*. 2023;12(7):997.
- Enam A, Torres-Bonilla J, Eriksson H. Evidence-Based Evaluation of eHealth Interventions: Systematic Literature Review. *J Med Internet Res*. 2018;20(11):e10971.
- Pourrazavi S, Kouzekanani K, Bazargan-Hejazi S, et al. Theory-based E-health literacy interventions in older adults: a systematic review. *Arch Public Health*. 2020;78:72.
- Huang J, Chan SC, Ko S, et al. Associations between adoption of eHealth management module and optimal control of HbA1c in diabetes patients. *npj Digital Medicine*. 2023;6(1):67.
- Barati Jozan MM, Ghorbani BD, Khalid MS, Lotfata A, Tabesh H. Impact assessment of e-trainings in occupational safety and health: a literature review. *BMC Public Health*. 2023;23(1):1187.
- Hägglund M, Kharko A, Hagström J, et al. The NORDeHEALTH 2022 Patient Survey: Cross-Sectional Study of National Patient Portal Users in Norway, Sweden, Finland, and Estonia. *J Med Internet Res*. 2023;25:e47573.
- Moreira AG, Kamat D. Personalized Medicine. *Pediatr Ann*. 2022;51(10):e379-e380.
- Steinhauser S, Raptis G. Design propositions for nudging in healthcare: Adoption of national electronic health record systems. *Digit Health*. 2023;9:20552076231181208.
- To KK, Sridhar S, Chiu KH, et al. Lessons learned 1 year after SARS-CoV-2 emergence leading to COVID-19 pandemic. *Emerg Microbes Infect*. 2021;10(1):507-535.
- World Health Organization. Responding to community spread of COVID-19: interim guidance, 7 March 2020. 2020.
- Zaidi AK, Singh RB. Epidemiology of COVID-19. Progress in molecular biology and translational science. 2024;202:25-38.
- Maccaro A, Audia C, Stokes K, et al. Pandemic Preparedness: A Scoping Review of Best and Worst Practices from COVID-19. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(18):2572.
- Dong E, Ratcliff J, Goyea TD, et al. The Johns Hopkins University Center for Systems Science and Engineering COVID-19 Dashboard: data collection process, challenges faced, and lessons learned. *Lancet Infect Dis*. 2022;22(12):e370-e376.
- Skirbekk H, Magelssen M, Conradsen S. Trust in healthcare before and during the COVID-19 pandemic. *BMC Public Health*. 2023;23(1):863.
- Erlor KS, Robinson EM, Bandini JJ, et al. Clinical Ethics Consultation During the First COVID-19 Pandemic Surge at an Academic Medical Center: A Mixed Methods Analysis. *HEC Forum*. 2023;35(4):371-388.
- Khan D, Park M, Burkholder J, et al. Tracking COVID-19 in the United States With Surveillance of Aggregate Cases and Deaths. *Public Health Rep*. 2023;138(3):428-437.
- Koumpourou Y. Digital Health Innovations in the Battle against COVID-19: A Global Perspective. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(13):1892.
- Valencia VF, Ortegón JDC, Valderrama BAP, Rueda MA. Are Digital Solutions Enough to Address the Impact of the COVID-19 Pandemic? *Acad Radiol*. 2023;30(4):778.
- Towett G, Snead RS, Grigoryan K, Marczika J. Geographical and practical challenges in the implementation of digital health passports for cross-border COVID-19 pandemic management: a narrative review and framework for solutions. *Global Health*. 2023;19(1):98.
- Romaszko-Wojtowicz A, Jaśkiewicz Ł, Jurczak P, Doboszyńska A. Telemedicine in Primary Practice in the Age of the COVID-19 Pandemic-Review. *Medicina (Kaunas)*. 2023;59(9):1541.
- Freire MP, Silva LG, Meira ALP, Louvison MCP. Telemedicine in healthcare access during the covid-19 pandemic: a scoping review. *Rev Saude Publica*. 2023;57(suppl 1):4s.
- Gheisari M, Ghaderzadeh M, Li H, et al. Mobile Apps for COVID-19 Detection and Diagnosis for Future Pandemic Control: Multidimensional Systematic Review. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2024;12:e44406.
- Holl F, Schobel J, Swoboda WJ. Mobile Apps for COVID-19: A Systematic Review of Reviews. *Healthcare (Basel)*. 2024;12(2):139.
- Azer SA, Alhudaithi D, AlBuqami F, AlWaily H, AlRabah R, AlKhashan R. Online learning resources and social media platforms used by medical students

- during the COVID-19 pandemic. *BMC Med Educ.* 2023;23(1):969.
29. Brum AA, Vasconcelos GL, Duarte-Filho GC, Ospina R, Almeida FAG, Macêdo AMS. ModInterv COVID-19: An online platform to monitor the evolution of epidemic curves. *Appl Soft Comput.* 2023;137:110159.
30. McMullin JL. Telemedicine - A silver lining to the COVID-19 pandemic. *Am J Surg.* 2023;226(2):161-162.
31. Baughman DJ, Botros PA, Waheed A. Technology in Medicine: Telemedicine. *FP Essent.* 2024;537:14-20.
32. Tiwari BB, Kulkarni A, Zhang H, Khan MM, Zhang DS. Utilization of telehealth services in low- and middle-income countries amid the COVID-19 pandemic: a narrative summary. *Glob Health Action.* 2023;16(1):2179163.
33. Fischer A, Badier N, Zhang L, et al. Long COVID Classification: Findings from a Clustering Analysis in the Predi-COVID Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(23):16018.
34. Hollander JE, Carr BG. Virtually Perfect? Telemedicine for Covid-19. *N Engl J Med.* 2020;382(18):1679-1681.
35. Gabaldi CQ, Cypriano AS, Pedrotti CHS, et al. Is it possible to estimate the number of patients with COVID-19 admitted to intensive care units and general wards using clinical and telemedicine data? *Einstein (Sao Paulo).* 2024;22:eA00328.
36. Denis F, Fontanet A, Le Douarin YM, Le Goff F, Jeanneau S, Lescure FX. A Self-Assessment Web-Based App to Assess Trends of the COVID-19 Pandemic in France: Observational Study. *J Med Internet Res.* 2021;23(3):e26182.
37. Fagherazzi G, Goetzing C, Rashid MA, Aguayo GA, Huiart L. Digital Health Strategies to Fight COVID-19 Worldwide: Challenges, Recommendations, and a Call for Papers. *J Med Internet Res.* 2020;22(6):e19284.
38. Munsch N, Gruarin S, Nateqi J, et al. Symptoms associated with a COVID-19 infection among a non-hospitalized cohort in Vienna. *Wien Klin Wochenschr.* 2022;134(9-10):344-350.
39. Kant R, Gupta ED, Sharma LK, et al. Dealing with infodemic during COVID-19 pandemic: Role of effective health communication in facilitating outbreak response & actions - An ICMR experience. *Public Health Pract (Oxf).* 2023;5:100394.
40. Iwendi C, Mohan S, Khan S, Ibeke E, Ahmadian A, Ciano T. Covid-19 fake news sentiment analysis. *Comput Electr Eng.* 2022;101:107967.
41. Paek HJ, Hove T. Hove, Communicating Uncertainties during the COVID-19 Outbreak. *Health Commun.* 2020;35(14):1729-1731.
42. Schnell T, Spitzenstätter D, Krampe H. Compliance with COVID-19 public health guidelines: an attitude-behaviour gap bridged by personal concern and distance to conspiracy ideation. *Psychol Health.* 2022;37(12):1680-1701.
43. World Health Organization. WHO Health Alert brings COVID-19 facts to billions via WhatsApp; 2020. Available on: <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/whohealth-alert-brings-covid-19-facts-to-billionsvia-whatsapp> [Accessed: February 21, 2021].
44. Adiukwu F, de Filippis R, Orsolini L, et al. Scaling Up Global Mental Health Services During the COVID-19 Pandemic and Beyond. *Psychiatr Serv.* 2022;73(2):231-234.
45. Tan EY, Wee RR, Saw YE, et al. Tracking Private WhatsApp Discourse About COVID-19 in Singapore: Longitudinal Infodemiology Study. *J Med Internet Res.* 2021;23(12):e34218.
46. Kandula S, Shaman J. Shaman, Reappraising the utility of Google Flu Trends. *PLoS Comput Biol.* 2019;15(8):e1007258.
47. Munaf S, Swingle K, Brülisauer F, O'Hare A, Gunn G, Reeves A. Spatio-temporal evaluation of social media as a tool for livestock disease surveillance. *One Health.* 2023;17:100657.
48. Tian Y, Zhang W, Duan L, McDonald W, Osgood N. Comparison of pretrained transformer-based models for influenza and COVID-19 detection using social media text data in Saskatchewan, Canada. *Front Digit Health.* 2023;5:1203874.
49. Cui H, Kertész J. Attention dynamics on the Chinese social media Sina Weibo during the COVID-19 pandemic. *EPJ Data Sci.* 2021;10(1):8.
50. Destere A, Marchello G, Merino D, et al. An artificial intelligence algorithm for co-clustering to help in pharmacovigilance before and during the COVID-19 pandemic. *Br J Clin Pharmacol.* 2024;90(5):1258-1267.
51. Muhaimin M, Habibi A, Riady Y, et al. Covid-19 distance and online learning: a systematic literature review in pharmacy education. *BMC Med Educ.* 2023;23(1):367.
52. Judson TJ, Odisho AY, Neinstein AB, et al. Rapid design and implementation of an integrated patient self-triage and self-scheduling tool for COVID-19. *J Am Med Inform Assoc.* 2020;27(6):860-866.
53. Ferretti L, Wymant C, Kendall M, et al. Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing. *Science.* 2020;368(6491):eabb6936.
54. Iyaniwura SA, Ringa N, Adu PA, et al. Understanding the impact of mobility on COVID-19 spread: A hybrid gravity-metapopulation model of COVID-19. *PLoS Comput Biol.* 2023;19(5):e1011123.
55. Zanin M, Xiao C, Liang T, et al. The public health response to the COVID-19 outbreak in mainland China: a narrative review. *J Thorac Dis.* 2020;12(8):4434-4449.
56. Wang CJ, Ng CY, Brook RH. Response to COVID-19 in Taiwan: big data analytics, new technology, and proactive testing. *JAMA.* 2020;323(14):1341-1342.
57. Ciaffi J, Meliconi R, Landini MP, Ursini F. Google trends and COVID-19 in Italy: could we brace for impact? *Intern Emerg Med.* 2020;15(8):1555-1559.
58. Butt MJ, Malik AK, Qamar N, Yar S, Malik AJ, Rauf U. A Survey on COVID-19 Data Analysis Using AI, IoT, and Social Media. *Sensors (Basel).* 2023;23(12):5543.
59. Yasaka TM, Lehrich BM, Sahyouni R. Peer-to-Peer Contact Tracing: Development of a Privacy-Preserving Smartphone App. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2020;8(4):e18936.
60. Lin CY, Cheng CH, Lu PL, et al. Active surveillance for suspected COVID-19 cases in inpatients with information technology. *J Hosp Infect.* 2020;105(2):197-199.
61. Salerno J, Coughlin SS, Goodman KW, Hlaing WM. Current ethical and social issues in epidemiology. *Ann Epidemiol.* 2023;80:37-42.

62. Maeckelberghe E, Zdunek K, Marceglia S, Farsides B, Rigby M. The ethical challenges of personalized digital health. *Front Med (Lausanne)*. 2023;10:1123863.
63. Bartl G. Social and Ethical Implications of Digital Crisis Technologies: Case Study of Pandemic Simulation Models During the COVID-19 Pandemic. *J Med Internet Res*. 2024;26:e45723.
64. Garavand A, Ameri F, Salehi F, Talebi AH, Karbasi Z, Sabahi A. A Systematic Review of Health Management Mobile Applications in COVID-19 Pandemic: Features, Advantages, and Disadvantages. *Biomed Res Int*. 2024;2024:8814869.
-

Recepționat – 03.12.2024, acceptat pentru publicare – 12.02.2025

Autor corespondent: Alexandr Dascalov, e-mail: alexandr.dascalov@gmail.com

Declarația de conflict de interese: Autorul declară lipsa conflictului de interese.

Declarația de finanțare: Autorul declară lipsa de finanțare.

Citare: Dascalov A. Perspective asupra digitalizării supravegherii epidemiologice a COVID-19 [Perspectives on the digitalization of COVID-19 epidemiological surveillance]. *Arta Medica*. 2025;94(1):49-58.