

VEŠTAČKA INTELIGENCIJA U OPŠTOJ MEDICINI – IZAZOVI I POTENCIJALNI RIZICI

Sunčica Stankov

Zavod za zdravstvenu zaštitu radnika „Železnice Srbije“, Novi Sad

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN GENERAL PRACTICE - CHALLENGES AND POTENTIAL RISKS

Suncica Stankov

Institute for Health Protection Workers of Serbian Railway, Novi Sad, Serbia

SAŽETAK

Veštačka inteligencija ima značajnu ulogu u oblasti primarne zdravstvene zaštite i njena primena je sve zastupljenija. Lekarima opšte medicine veštačka inteligencija pomaže na više nivoa, u prevenciji bolesti i kvalitetnom postavljanju dijagnoze i planiranju terapije, a obradom velikog broja podataka u obezbeđivanju više vremena za sprovođenje sofisticiranih zadataka. Uprkos brojnim prednostima, smatra se da implementacija veštačke inteligencije može ugroziti relaciju lekar-pacijent i uticati na efikasnu komunikaciju između njih. Veštačka inteligencija u opštoj medicini predstavlja značajnu komponentu u daljem razvoju personalizovane medicine, individualnom pristupu lečenju i kvalitetnoj zdravstvenoj zaštiti pacijenata.

Ključne reči: veštačka inteligencija; opšta medicina; odnos lekar-pacijent; personalizovana medicina.

UVOD

Tokom poslednjih godina sve je masovnija primena veštačke inteligencije u različitim oblastima. Postoje brojne definicije veštačke inteligencije, pri čemu izraz veštačka inteligencija ukazuje na sposobnost kompjutera da sprovede operacije koje obično zahtevaju ljudski intelekt, kao što su prepoznavanje govora, razumevanje prirodnog jezika i donošenje odluka (1). Takođe, veštačka inteligencija predstavlja sposobnost kompjutera da simulira ljudske kognitivne sposobnosti kao što su učenje, rasuđivanje ili rešavanje problema, kao i samoispajanje. Različite su tehnologije koje veštačka inteligencija obuhvata, kao što su mašinsko učenje, duboko učenje, procesuiranje prirodnog jezika, robotika, četbotovi, prepoznavanje slika, mašinski vid i prepoznavanje glasa (2). Svrha mašinskog ili kompjuterskog obučavanja jeste da mašine kroz učenje i obradu velike količine podataka mogu simulirati ljudsko razmišljanje i demonstrirati ljudsku inteligenciju, komunicirati sa okolinom, donositi brze odgovore i racionalne odluke sa sistemima za donošenje odluka i posledično rešiti i teške probleme ili zadatke (1). Smatra se da ove tehnike imaju potencijal za napredak u medicini kroz formiranje novih i značajnih zaključaka iz podataka generisanih upotrebom različitih tipova testova u zdravstvenom sistemu. Potrebe za unapređenjem savremene medicine sve su veće, pri čemu

ABSTRACT

Artificial intelligence has a significant role in the field of primary health care and its application is becoming more common. Artificial intelligence helps primary care physicians on several levels, in disease prevention, high-quality diagnosis and therapy planning, and by processing a large amount of data, in providing more time for the implementation of sophisticated tasks. Despite numerous advantages, it is believed that the implementation of artificial intelligence can threaten the doctor-patient relationship, especially effective doctor-patient communication. Artificial intelligence in general practice represents a significant component in the further development of personalized medicine, individual approaches to treatment and quality health care for patients.

Key words: artificial intelligence; general practice; physician-patient relations; personalized medicine.

se razvoj medicine susreće sa problemom nedostatka tehnologije i medicinskih resursa. Smatra se da će se implementacijom kompjutera u ovaj proces ublažiti rastući pritisak na zdravstvene ustanove i poboljšati kapaciteti za lečenje (3–5).

Veštačku inteligenciju (AI – artificial intelligence) kao koncept upotrebe kompjutera sa ciljem simuliranja inteligentnog ponašanja i kritičkog razmišljanja opisao je još 1950. godine Alan Turing, pri čemu, uprkos brojnim ograničenjima, doživljava stalni razvoj i usavršavanje tokom poslednjih 50 godina. Popularizovana je tokom 80-ih i 90-ih godina sa pojavom neuronskih mreža iako je trend kratko trajao zbog ograničenih mogućnosti hardvera u to vreme. Ova računarska ograničenja postepeno se prevazilaze usled razvoja grafičkih procesorskih jedinica (GPU – graphic processing unit). Taj proces omogućuje razvijanje efikasnijih neuronskih mreža u obliku dubokog učenja, koje predstavlja tehniku mašinskog učenja gde se modeli obučavaju korišćenjem veštačkih neuronskih mreža sa mnogo slojeva. Ipak, mali je broj sistema veštačke inteligencije inkorporiranih u kliničku praksu koji imaju veze sa zdravstvenim sistemom (6–9).

Brojne zemlje u celom svetu prepoznale su značaj i transformacioni potencijal veštačke inteligencije (10). Više od 60 zemalja je objavilo svoje nacionalne strategije za primenu veštačke inteligencije, nakon Kanade, koja je

prva objavila strategiju još 2017. godine (11). Većina zemalja (preko 70%) koje su pokrenule nacionalne strategije su razvijene zemlje (12) – Amerika, Japan, brojne zemlje Evropske unije, među kojima su Španija (13), Portugalija (14) i Danska (15), takođe više zemalja Bliskog istoka i severne Afrike već imaju razvijene nacionalne strategije, dok brojne zemlje u razvoju postepeno razvijaju svoje strategije implementacije (16). U Srbiji takođe postoji Strategija razvoja veštačke inteligencije za period 2025–2030. godine, prvi put usvojena 2019. godine. Primena veštačke inteligencije u zdravstvu u Srbiji najviše se fokusira na rani skrining i ranu dijagnostiku karcinoma dojke i razvoj novih lekova, čime se bavi Institut za veštačku inteligenciju Srbije (17). Strategije su predložene zbog upotrebe ovih sistema u procesu odlučivanja i racionalizacije zdravstvenog sistema kroz njihovu upotrebu i obrade velike količine podataka prisutnih u sistemu zdravstvene zaštite (4).

U medicini postoje dve vrste veštačke inteligencije, virtuelna i fizička. Virtuelnu granu čine informatički pristupi, od upravljanja informacijama sa dubokim učenjem do kontrole sistema upravljanja zdravljem. Ovaj virtuelni deo pomaže da se kontrolišu sistemi upravljanja zdravljem kroz elektronsku evidenciju u zdravstvene kartone i aktivno usmerava lekare na donošenje odluka. Ovaj sistem je zasnovan na neuronskoj mreži i koristi informatički pristup prikupljanja i obrade informacija koji se naziva metoda mašinskog učenja sa jezgrom, dok je njena podoblast duboko učenje. Ove metode su usmerene na analizu podataka, koje čine klinički zapisi, laboratorijski rezultati, histopatološki izveštaji, informacije dobijene od farmakološke industrije, naučne informacije iz različitih izvora i slično. Virtuelna grana funkcioniše kroz tri tipa matematičkih algoritama (18, 19). Fizički deo pomaže robotizovanim sistemima da izvode operacije, ugrađuju implante, sprovode zamenu različitih organa, sprovode negu osoba starijeg životnog doba i slično (1, 2). Takođe, fizički deo čine i usavršeni ciljani nanoroboti, specifični sistem za sprovođenje terapije (20).

Upotrebom veštačke inteligencije mašina može pregledati različite vrste izveštaja nakon sprovedenih dijagnostičkih procedura odjednom. Na ovaj način se mogu uštedeti vreme i finansijski resursi, kao i povećati mogućnosti da se pacijent leči bez problema. Trenutno, veštačka inteligencija se koristi prilikom odlučivanja o metodama lečenja, medikamentoznoj terapiji i personalizovanim načinima lečenja. Takođe, implementacija veštačke inteligencije u zdravstvenim ustanovama ogleda se i u upotrebi različitih dijagnostičkih metoda kao što su rendgen, kompjuterska tomografija, magnetna rezonanca i druge metode. Posebno je kovid pandemija uticala na veliku potražnju za tehnologijama zasnovanim na veštačkoj inteligenciji i njihovom razvoju (3, 4).

Veštačka inteligencija se zasniva na principu računarskih tehnika koje liče na ljudske kognitivne funkcije. Ove tehnike izvlače zaključke i otkrivaju obrasce u podacima, oponašaju način donošenja ljudskih odluka kroz upotrebu mehanizma zaključivanja i primenjivanja pravila u skladu sa činjenicama koje se nalaze u bazi podataka. Koriste se algoritmi za obuku, pri čemu tehnike veštačke inteligencije zavise od visokokvalitetnih informacija na kojima se uči i klasifikuju klinički podaci. Aktuelno, veštačka inteligencija se najviše koristi za oblast radiologije (21, 22).

MATERIJAL I METODE

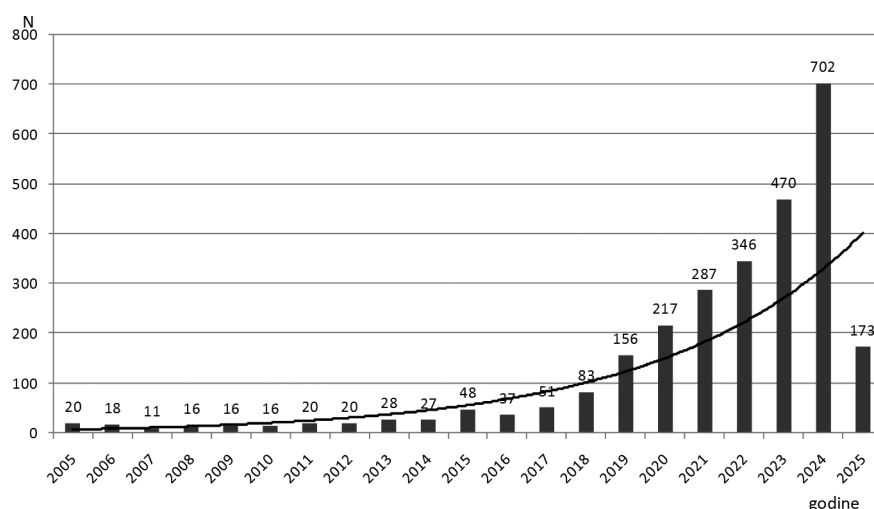
Istraživanje koje smo sprovedi bazira se na analizi više od 2.500 naučnih radova publikovanih u međunarodnim časopisima i dostupnim u PubMed bazi podataka. Tokom analiziranog perioda, od 2005. do 2025. godine, sa fokusom na istraživanja u poslednjih pet godina, može se uočiti eksponencijalni porast broja radova koji se odnose na primenu veštačke inteligencije u opštoj medicini, što se može videti na slici 1.

Naučni radovi koji se odnose na implementaciju veštačke inteligencije u opštoj medicini, procenu lekara i medicinskih radnika o značaju, prednostima i nedostacima njene primene, pregledni radovi, kao i različiti vodiči za implementaciju obuhvaćeni su mnogim analiziranim radovima, što kroz nekoliko primera prikazuje tabela 1.

Veštačka inteligencija u opštoj medicini

Značajnu ulogu veštačka inteligencija ima u oblasti primarne zdravstvene zaštite. Pacijenti s novim simptomima i bolestima koje zahtevaju medicinski nadzor najčešće se javljaju na pregled u ustanove primarne zdravstvene zaštite. Kao prva instanca medicinskog kontakta, lekari opšte medicine moraju da postave dijagnozu sa visokim nivoom neizvesnosti i pod velikim vremenskim pritiskom. Svakodnevno opterećenje lekara opšte medicine podrazumeva planiranje dijagnostike, upravljanje planovima lečenja, sprovođenje preventivnih programa i skrininga, što je praćeno stalnim vremenskim ograničenjima radi usklađivanja svih zahteva i praćenja svih pacijenata podjednako. Upotrebom sistema veštačke inteligencije smanjuje se rizik od postavljanja pogrešne dijagnoze i obezbeđuje se vreme za ispunjavanje sofisticiranih zadataka koje lekari opšte medicine moraju da ispune (23–25).

Osim redovnih pregleda pacijenata, lekari opšte medicine troše mnogo vremena na administrativne poslove, koji čine sekundarne zadatke u svakodnevnom poslu i imaju potencijal da u skorijoj budućnosti budu potpuno automatizovani (23, 24), kao i na popunjavanje upitnika i komunikaciju. Veliki broj pregledanih pacijenata i priroda posla u primarnoj zdravstvenoj zaštiti znatno utiču na povećanje izvora stresa za lekare opšte



Slika 1. PubMed – broj objavljenih naučnih radova 2005–2025.godine – zastupljenost naučnih radova koji se odnose na primenu veštačke inteligencije u opštoj medicini.

Tabela 1. Prikaz pojedinih naučnih radova i metoda korišćenih u preglednom radu.

Autori	Godina	Naslov naučnog rada	Metod istraživanja
Lekadir et al.	2025.	FUTURE-AI: international consensus guideline for trustworthy and deployable artificial intelligence in healthcare.	Delfi studija
Schubert et al.	2025.	AI education for clinicians	pregledni rad
Allen et al.	2024	Navigating the doctor-patient-AI relationship – a mixed-methods study of physician attitudes toward artificial intelligence in primary care	anketa
Garies et al.	2024.	Artificial intelligence in primary care practice.	deskriptivna analiza / intervju
Mikkelsen et al.	2023.	Patient perspectives on data sharing regarding implementing and using artificial intelligence in general practice – a qualitative study	intervju/upitnik

medicine i potencijalno smanjenje kvaliteta zdravstvene zaštite. Potencijal veštačke inteligencije ogleda se u podršci za obavljanje različitih zadataka u okviru primarne zdravstvene zaštite. Istraživanja u ovoj oblasti ukazuju na ulogu veštačke inteligencije u unapređenju donošenja odluka u okviru zdravstvene zaštite pacijenata, kao što je identifikovanje neotkrivenih dijagnoza ili klasifikacija postojećih bolesti. U okviru oblasti opšte medicine, uprkos značaju pristupa brojnim podacima radi postavljanja konačne dijagnoze upotrebom veštačke inteligencije, veoma su značajne i komunikacija i saradnja između lekara i pacijenata. Aktuelni problemi u opštoj medicini jesu zakazivanje pregleda, telekonsultacije, upravljanje zdravstvenom zaštitom, komunikacija, sistemi preporuka za zdravstvenu zaštitu, interakcija sa elektronskom medicinskom dokumentacijom i upravljanje resursima za planiranje (23).

U celom svetu zdravstveni sistemi su pod pritiskom usled brojnih društveno-političkih faktora. Sve je veća potražnja za pružanjem zdravstvenih usluga korišćenjem optimalnih resursa koji ne bi ugrožavali bezbednost

pacijenata. Među ključnim faktorima koji utiču na opterećenje zdravstvenih sistema nalaze se proces starenja stanovništva praćen brojnim hroničnim bolestima i povećanje finansijskih troškova na zdravstvenu zaštitu širom sveta. Primarna zdravstvena zaštita na ove zahteve može uspešno da odgovori u određenoj meri kako na nivou stanovništva, tako i na nivou zajednice. Brzi razvoj primarne zdravstvene zaštite ogleda se i u zdravstvenoj politici i u tehnološkom smislu. Zdravstvena zaštita je u današnje vreme u velikoj meri digitalizovana i zdravstveni radnici koriste zdravstvene informacione sisteme kao deo pružanja zdravstvene zaštite. Zahvaljujući napretku u računarskim i informatičkim tehnologijama sve su veće mogućnosti eksploatacije zdravstvenih informacionih sistema kroz korišćenje koncepta veštačke inteligencije kao što su mašinsko i duboko učenje (6).

Istraživanje Liyanage i saradnika upotrebom metode Delfi studije, sprovedene kroz tri kruga istraživanja, uključilo je brojne stručnjake iz različitih profesija – kliničare, akademike, informatičare i istraživače, sa ciljem ukazivanja na globalna pitanja i izazova povezane s

korišćenjem veštačke inteligencije u primarnoj zdravstvenoj zaštiti. Utvrđene su brojne prednosti i korisni aspekti korišćenja veštačke inteligencije u primarnoj zdravstvenoj zaštiti, i to (6):

- 1) Podrška u odlučivanju radi poboljšanja procesa primarne zdravstvene zaštite, što podrazumeva: poboljšanje pristupačnosti kroz trijažiranje pacijenata i sprovođenje preliminarne analize koja upućuje na verovatnu dijagnozu; kroz učenje se poboljšava rad lekara koji koriste kompjuterizovane medicinske kartone unapređene veštačkom inteligencijom; pomaže razvoju prototipova u oblastima podrške u odlučivanju (6).
- 2) Prepoznavanje obrazaca u rezultatima snimanja, kroz npr. automatsko otkrivanje tumora korišćenjem digitalnih slika patoloških promena pomoću tehnologije formiranja celog slajda u vidu jedne slike (WSI – whole slide imaging) (6).
- 3) Prediktivno modeliranje kao značajna aplikacija veštačke inteligencije koja koristi mašinsko učenje i statističke metode za predviđanje budućih događaja na osnovu istorijskih podataka ključna je komponenta personalizovane medicine koja omogućava zdravstvenim radnicima da razviju personalizovane planove lečenja i procenu ishoda zdravstvenog stanja zasnovane na individualnim genetskim faktorima, faktorima životne sredine i životnog stila pojedinca. Kroz analizu velikih skupova podataka o pacijentima ovi modeli mogu da identifikuju obrasce i odnose koji možda nisu očigledni i omogućavaju zdravstvenim radnicima da donose bolje odluke o zdravstvenoj zaštiti pacijenata (26, 27). Izvodi se na osnovu zdravstvenih podataka primarne zdravstvene zaštite i poslovne analitike za zdravstvene radnike u primarnoj zdravstvenoj zaštiti, što podrazumeva: detekciju visokog rizika za nastanak poremećaja mentalnog zdravlja ili kardiovaskularnih bolesti, upotrebu alata za lekare vođenih veštačkom inteligencijom, kod npr. predviđanja mortaliteta; pomoć pri dijagnostici nejasnih slučajeva kroz korišćenje algoritama ranijih istorija bolesti; pomoć u upravljanju složenim slučajevima, korišćenjem akumulacije podataka o ishodu bolesti; ranu dijagnozu bolesti kod pacijenata u primarnoj zdravstvenoj zaštiti (6).
- 4) Poslovna analitika za zdravstvene radnike u primarnoj zdravstvenoj zaštiti, kroz upotrebu aplikacija veštačke inteligencije koje rade na osnovu prikupljenih administrativnih podataka, što bi moglo pružiti redovne povratne informacije menadžerima, vlasnicima preduzeća, lekarima, medicinskim sestrama i drugom medicinskom osoblju radi smanjenja varijabilnosti i poboljšanja kvaliteta zdravstvene zaštite, kao i modeliranje administrativnih podataka koje može pomoći u pronalaženju organizacionih modela za efikasno poređenje među različitim zemljama (6).

Rizici implementacije veštačke inteligencije u opštu medicinu

Ipak, smatra se da upotreba veštačke inteligencije u primarnoj zdravstvenoj zaštiti nosi i određene rizike, kao što su: 1) Tehnologija veštačke inteligencije koja je trenutno dostupna za primenu u primarnoj zdravstvenoj zaštiti nije još uvek kompetentna da zameni odlučivanje lekara u okviru kliničkih slučajeva. 2) Rizik od medicinskih grešaka (podrazumeva potencijal da lekar prepíše lek za dete koristeći doze za odrasle, pri čemu veštačka inteligencija nema smernice da uoči grešku, što bi moglo da propagira grešku u budućnost deteta i druge dece kojima je potreban isti lek. Takođe, u slučaju postavljanja netačne dijagnoze, to vodi nepotrebnom lečenju. Osim toga, postoji rizik pretpostavljene efikasnosti pre sprovođenja odgovarajućih ispitivanja). 3) Rizik od pristrasnosti. 4) Rizik od sekundarnih efekata korišćenja veštačke inteligencije (6).

Uprkos mogućnost da se pomoću tehnologije veštačke inteligencije preciznije i efikasnije obrađuju i analiziraju velike količine podataka i posledično preciznije postavi dijagnoza i efikasnije leči, veštačka inteligencija ne može uvek zameniti lekare. Prvenstveno, u svakodnevnom radu lekari se susreću sa informacijama koje se mogu obraditi pomoću veštačke inteligencije, ali je često potrebna procena na osnovu prethodnog iskustva. Uloga lekara jeste u tome da uzme u obzir brojna pitanja koja podrazumevaju lične potrebe, sistem vrednosti i socioekonomski status, što utiče na konačnu odluku za svakog pacijenta pojedinačno. Osim toga, mnoge kliničke karakteristike, kao što su bol, umor, pospanost i slično, subjektivne su prirode i teško ih je precizno kvantifikovati. Uloga lekara je i da sveobuhvatno posmatra svakog pacijenta pojedinačno s obzirom na to da kliničke karakteristike i laboratorijski testovi mogu značajno da variraju čak i kod istih pacijenata (28).

Uloga veštačke inteligencije u prevenciji

Smatra se da veštačka inteligencija može imati značajnu ulogu i u okviru prevencije bolesti, posebno kada su u pitanju velike svetske pandemije i kada je teško organizovati i mobilizovati dovoljan broj zdravstvenih radnika (3, 4). Tokom perioda rehabilitacije veštačka inteligencija takođe nalazi svoje mesto. Nakon postavljanja dijagnoze i perioda lečenja, veštačka inteligencija može upravljati zdravljem u smislu promocije zdravog života u budućnosti. Ovo se postiže postepenim menjanjem tradicionalnog pristupa „lečenja nakon bolesti“ u prevenciju, koja podrazumeva način uklanjanja osnovnog uzroka bolesti. To podrazumeva evaluaciju celokupnog zdravstvenog stanja pacijenta, personalizovani, individualni zdravstveni plan za pojedinca i njihovu evidenciju radi podsećanja pacijenata

na njihovo zdravstveno stanje. To uglavnom podrazumeva racionalizaciju ishrane pojedinca, upravljanje fizičkim zdravljem i obraćanjem pažnje na psihički status osobe (4). Značaj pretvaranja reaktivnih procedura u preventivne smanjuju se troškovi nadzora nad hroničnim bolestima i unapređuje celokupno zdravstveno stanje pacijenata (29). Veštačka inteligencija kroz procenu ličnih podataka o pacijentu, kao što su genetske informacije, način života i istorije bolesti prilagođava režime lečenja svakog pacijenta. Na taj način se postiže maksimiziranje terapijskih rezultata, smanjuje verovatnoća neželenih efekata terapije i podiže nivo zadovoljstva pacijenta (29, 30).

U oblasti prevencije bolesti jedna od novih primena veštačke inteligencije jeste edukacija pacijenata. Četbotovi sa veštačkom inteligencijom nalaze svoju primenu u različitim oblastima, kao što su preporuke za ishranu, prestanak pušenja cigareta i kognitivno-bihevioralna terapija. Kao sastavni deo zdravstvene zaštite edukacija pacijenata omogućava pojedincima da razumeju svoju medicinsku dijagnozu, mogućnosti lečenja i preventivne mere. Verovatnije je da će se pacijent koji je informisan pridržavati režima lečenja i efikasnije postizati zdravstvene ishode. Kroz personalizovane i interaktivne informacije i smernice veštačka inteligencija ima značajnu ulogu u obrazovanju pacijenata (31). Kao jedan od predstavnika upotrebe veštačke inteligencije, ChatGPT je model za obradu prirodnog jezika i koristi metodu dubokog učenja koji se najviše koristi za edukaciju pacijenata. Sadrži brojne funkcije, uključuje razgovore, kreiranje i zapisivanje koda. GPT, skraćenica za *generative pre-trained transformer*, razlikuje se od prethodnih pretraživača i u stanju je da samostalno generiše novi sadržaj. Izraz „pretrenirani“ ukazuje na činjenicu da je ranije u nekim bazama podataka bio obučen da ima svoju logiku i da samostalno rasuđuje (30). Zbog svoje sposobnosti da pruži tačne i brze odgovore na širok spektar tema, ChatGPT zauzima značajno mesto u medicini.

Inovacije i napredak tehnologije veštačke inteligencije u 21. veku značajno su uticali na oblikovanje različitih oblasti u medicini. Kroz razvoj medicinskih četbotova (32) – softvera ili računarskih programa koji simuliraju ljudski govor i komunikaciju kroz tekstualne ili glasovne interakcije (33) pacijentima su se otvorile brojne pogodnosti. Kroz naprednu obradu prirodnog jezika i mašinsko učenje ovi četbotovi su sposobni za interakciju u realnom vremenu sa pacijentima, pružajući zdravstvene konsultacije, pomoć u postavljanju dijagnoze bolesti, pa čak i savetovanje o mentalnom zdravlju. Ovi medicinski četbotovi mogu poboljšati saznanja pacijenata u relevantnim oblastima, kao i kvalitet i efikasnost zdravstvenih usluga. ChatGPT uvodi nove obrasce interakcije između lekara i pacijenata, pionirski napredak u zdravstvu i medicinskom obrazovanju i istraživanju.

Ipak, ChatGPT nije specijalizovana medicinska aplikacija i ne treba se oslanjati samo na nju za donošenje medicinskih odluka, a posebno ne s namerom da se zamene zdravstveni radnici. Ova aplikacija može biti korisna kao pomoćno sredstvo u medicini, ali zahteva strogu kontrolu, verifikaciju i procenu tačnosti (30, 32). Veštačka inteligencija u oblasti prevencije bolesti takođe se primenjuje za rano otkrivanje depresije, dijabetesa melitusa, kardiovaskularnih bolesti i promena raspoloženja (34). Upotrebom aplikacija veštačke inteligencije mogu se sprovesti predviđanje rizika, rana intervencija, skrining, otkrivanje i praćenje faktora rizika kao što su ishrana, fizička aktivnost, higijena spavanja, krvni pritisak, dislipidemija, konzumiranje cigareta, alkohola i rekreativnih droga i mentalno zdravlje i uticati na redukciju lošeg ishoda kardiovaskularnih bolesti, koje čine značajni udeo dijagnoza u opštoj medicini (35).

Uloga veštačke inteligencije u dijagnostici

Kroz različita istraživanja uočava se redefinisavanje pružanja primarne zdravstvene zaštite kroz primenu veštačke inteligencije. Među značajnim prednostima uočavaju se poboljšana dijagnostika, proaktivno upravljanje i prediktivna analiza, optimizovane operacije i administrativna efikasnost, telemedicina i pojačano angažovanje pacijenata, kao i kontinuirano praćenje (28).

Postavljanje dijagnoze tokom svakodnevnog rada lekara u opštoj medicini uprkos napretku savremene dijagnostike i dalje predstavlja teškoću. Smatra se da su u primarnoj zdravstvenoj zaštiti ozbiljne bolesti i poremećaji manje zastupljeni. To podrazumeva da su ove bolesti u populaciji koju leče lekari opšte medicine u ranijim stadijumima i da se simptomi tek razvijaju u odnosu na stadijume bolesti s kojima se sreću lekari u zdravstvenim ustanovama sekundarne i tercijerne zdravstvene zaštite. Za rano postavljanje dijagnoze, posebno kada je reč o ozbiljnim bolestima kao što su maligna oboljenja, pred lekare opšte medicine postavlja se značajan zadatak da dijagnostika bude efikasna, brza i sprovedena sa što manje upućivanja na suvišna snimanja (25). Da bi se ovi ciljevi uspešno postigli, pažnja savremene medicine sve se više fokusira na korišćenje veštačke inteligencije u opštoj medicini. Veštačka inteligencija bi u tom smislu imala ulogu dopune, poboljšanja ili zamene dijagnostičke inteligencije lekara opšte medicine (23, 25), što zahteva i adekvatnu obuku lekara opšte medicine, uz aktivnu angažovanost u razvoju i implementaciji sistema veštačke inteligencije (36). Upotreba veštačke inteligencije mogla bi da poveća verovatnoću dijagnostičke tačnosti i efikasnosti upotrebom adekvatnih tehnologija, uprkos stavovima da bi to dodatno uticalo na informacijsko opterećenje sistema. Takođe, smatra se da veštačka inteligencija može uticati i na ishod bolesti pacijenata kroz adekvatne

preporuke terapijskih protokola, smanjivanje nivoa stresa lekara opšte medicine i umanjene troškova zdravstvene zaštite (23, 25).

Uloga veštačke inteligencije u terapiji

Veštačka inteligencija u brojnim oblastima medicine sve više zauzima svoje mesto u planiranju terapijskih protokola, formiranju vodiča i njihovoj implementaciji, predviđanju dugotrajnih ishoda i razvijanju terapijskih modaliteta (37). U oblasti opšte medicine veoma je značajan individualni pristup usmeren na pacijenta, posebno u sprovođenju medikamentozne terapije. Radi optimizacije terapijskih ishoda značajno je upravljanje medikamentoznom terapijom, a to, ukoliko je omogućeno veštačkom inteligencijom, ima potencijal da dodatno unapredi terapeutsku efikasnost, omogući kreiranje plana lečenja lekovima, modifikovanje terapije, izbegavanje neželjenih efekata lekova, smanjivanje troškova lečenja, obezbeđivanje resursa za poboljšanje adhezencije upotrebe lekova i povećanje efikasnost zdravstvene zaštite (38, 39). Značajnu ulogu veštačka inteligencija ima u prepoznavanju i lečenju terapije bola, terapiji sportskih povreda, različitim stanjima u oblasti gerijatrije i palijativne medicine (34). Primer značaja primene aplikacije ChatGPT uočen je kod pacijenata sa dijabetesom melitusom, kada bolje znanje o svojoj bolesti utiče na bolje razumevanje dijagnoze i opcija lečenja, uočavanje sopstvenih simptoma i poboljšanje adhezence, unapređuje odgovor i ohrabruje pacijenta s obzirom na to da ova aplikacija odgovara na sva pacijentova pitanja koja se odnose na bolest. Takođe, oboleli od karcinoma prostate, upotrebom specijalizovanog čebota (PROSCA), unapređuju svoje znanje i dobijaju informacije o bolesti (31). Takođe, fizička rehabilitacija podržana veštačkom inteligencijom oblast je koja se još uvek razvija i ima potencijal poboljšavanja usluga kroz veću dostupnost, efikasnost i prilagođenu zdravstvenu negu (40).

Uticaj upotrebe veštačke inteligencije na relaciju lekar–pacijent

Različita istraživanja ukazuju na problem potencijalnog narušavanja relacije lekar–pacijent kao posledicu upotrebe veštačke inteligencije. Ovakav stav je posledica straha da će veštačka inteligencija zameniti ljude, pri čemu se postavlja i pitanje humanističkog aspekta zdravstvene zaštite (15). Kontinuitet i dugotrajni kontakt sa lekarom opšte prakse, kao i široki spektar zdravstvenih problema zbog kojih se pacijenti obraćaju lekaru opšte prakse značajno utiču na relaciju lekar–pacijent. Ipak, veliki procenat ispitanika smatra da bi se osećali sigurnije kada bi lekar opšte prakse koristio veštačku inteligenciju kao pomoćno sredstvo. Takođe,

postoji strah da bi korišćenje veštačke inteligencije u opštoj medicini moglo da promeni ulogu lekara opšte prakse, čija bi uloga u tom slučaju bila samo da skuplja podatke umesto da pruža zdravstvenu zaštitu, pa čak i strah da će veštačka inteligencija imati preveliki uticaj i na izvestan način nadmudrivati lekare opšte prakse. Takođe, veštačka inteligencija može imati ograničene sposobnosti prepoznavanja ljudskih emocija i različite dimenzije zdravlja, socijalne, psihološke, biološke i duhovne, što ukazuje na jednostranu perspektivu upotrebe veštačke inteligencije zbog oslabljene empatičke interakcije i na potrebu za kritičnim stavom prema njenom korišćenju (15, 41).

Za relaciju lekar–pacijent fundamentalni značaj imaju verbalna komunikacija, neverbalni gestovi, emocije, pri čemu je empatija suštinski važna u procesu izgradnje poverenja u lekara. Usled smanjene empatije, simpatije i saosećanja, kao posledice upotrebe veštačke inteligencije, zdravstvena zaštita zasnovana na veštačkoj inteligenciji rezultuje depersonalizacijom i dehumanizacijom. Takođe, lekari mogu u okviru svog rada biti pod pritiskom da prate preporuke generisane veštačkom inteligencijom, što može uticati na gubitak poverenja u sopstvenu kliničku procenu i indirektno ugroziti zdravstvenu zaštitu koju pružaju. Kao posledica ovakve zdravstvene zaštite može doći do gubitka zajedničkog odlučivanja i autonomije lekara i pacijenata, što čini stub moderne medicinske prakse (41).

Veoma je značajan aspekt poverenja i dobre komunikacije pacijenta i lekara opšte prakse radi obezbeđivanja dobre zdravstvene zaštite i efikasnosti lečenja. Na to da pacijent prihvati upotrebu veštačke inteligencije značajno utiče relacija lekar–pacijent. Lekari čine jednu od profesija kojima se najviše veruje, imaju najviši status u društvu, i među stanovništvom i među drugim profesijama. Ipak, početak 21. veka i razvoj novih tehnologija uticao je na promene u načinu razmišljanja i na odnos prema lekarima u smislu smanjenja profesionalnog statusa lekara kao pokretačke snage u medicini. Ovaj proces se objašnjava činjenicom da se uvode nove medicinske tehnologije koje imaju potencijal da ograniče veštine lekara i istovremeno ih čine zavisnijim od upotrebe tih tehnologija. Osim toga, informacije o medicini i zdravlju na internetu svima su dostupne i besplatne (tzv. doktor Google), što utiče na široku upotrebu i jednostavno i lako dobijanje zdravstvenih saveta. Na ovaj način se mnogi pacijenti edukuju kroz Google pretragu o zdravstvenim stanjima i problemima bez potrebe da se konsultuju sa svojim lekarom opšte prakse (15, 42, 43). Različiti su uticaji upotrebe tzv. doktora Google na odnos lekar–pacijent. Ovaj uticaj može biti pozitivan ukoliko obe strane u relaciju uključuju kvalitetnu komunikaciju i zajedničku odluku, ali zavisi i od zdravstvene pismenosti pacijenta i adekvatnog

vremena za komunikaciju između lekara i pacijenta. Na sličan način se očekuje integracija veštačke inteligencije u zdravstvenu zaštitu, pri čemu će posebno interaktivni sistemi veštačke inteligencije (43), kao što su četbotovi (29), preuzeti aktivnu ulogu u oblikovanju interakcija između lekara i pacijenta (43).

Takođe, na relaciju lekar–pacijent kroz upotrebu veštačke inteligencije značajno utiče i poverenje pacijenata u korišćenje podataka o njihovom zdravstvenom stanju. Ovaj aspekt je značajan za implementaciju veštačke inteligencije u opštu praksu u okviru koje se pacijenti osećaju prijatno s obzirom na to da je korišćenje velike količine informacija o zdravstvenom stanju i ponovna upotreba zdravstvenih podataka osetljivo pitanje s kojim se susreću brojne evropske zemlje. Poverenje u veštačku inteligenciju još je uvek nedovoljno, a posebno u njenu upotrebu u medicini (15). Iz tog razloga donet je Zakon o veštačkoj inteligenciji čime su postavljeni temelji za regulisanje upotrebe veštačke inteligencije u Evropskoj uniji (44).

Ipak, brojni su zagovornici upotrebe veštačke inteligencije koji ukazuju na to da se odnos lekar–pacijent njenom upotrebom poboljšava, jer to podrazumeva fokusiranje lekara na zdravstvenu zaštitu pacijenata, dok istovremeno veštačka inteligencija automatizuje rutinske zadatke kao što je dokumentacija. Jedan od spornijih aspekata upotrebe veštačke inteligencije jeste dehumanizacija, pri čemu i to može biti korisno upotrebljeno. Pojedini istraživači ukazuju na to da upotreba sistema veštačke inteligencije kod osoba sa invaliditetom, demencijom i neurodegenerativnim oboljenjima može obezbediti interakciju ili okruženje u kojem se ove osobe osećaju prijatnije, manje stigmatizovano i spremnije da se više angažuju u procesima rehabilitacije (41).

U suprotnosti sa stavovima da će veštačka inteligencija umanjiti kontakt i komunikaciju sa lekarima, stav autora Verghese i saradnika ukazuje na to da tehnološke inovacije neće značajno zadirati u opštu medicinu i uticati na nezaposlenost i „dekvalifikaciju“ lekara. Ovi autori smatraju da čak i ako kompjuteri daju tačnije dijagnoze i prognoze nego lekari, ipak će kliničko mišljenje lekara i dalje biti neophodno u procesima donošenja odluka, a poseban značaj će i dalje imati njihova stručnost u objašnjavanju medicinskih informacija pacijentima i pružanju zdravstvene zaštite, uz društveni, klinički i lični upliv na donošenje odluka o dijagnostici i lečenju (45). Takođe, autori Israni i saradnici ukazuju na to da sistem zdravstvene zaštite pokreće posvećene, brižne i saradničke veze između lekara i pacijenata, pri čemu veštačka inteligencija može da oslobodi kognitivni i emocionalni prostor lekara za svoje pacijente, i čak im pomoći da budu bolji u svom poslu (46).

Uloga veštačke inteligencije u personalizovanoj medicini

Personalizovana medicina je medicinski pristup koji se brzo razvija i obuhvata jedinstvene karakteristike pacijenta na molekularnom, fiziološkom, ekološkom i bihevioralnom nivou (47). Obezbeđujući alate koji značajno poboljšavaju dijagnostičku tačnost i personalizuju planove lečenja, čime se optimizuju klinički ishodi za pacijente, veštačka inteligencija fundamentalno transformiše zdravstvenu zaštitu (48). Usled sve veće potražnje za zdravstvenim radnicima u zapadnom svetu i procesa starenja stanovništva, sve je veći pritisak i dodatno opterećenje na zdravstveni sistem. Na poboljšanje efikasnosti i smanjenje pritiska na zdravstveni sistem može uticati primena novih tehnologija, uz posledični uticaj na poboljšanje zdravstvene zaštite. Smatra se da bi unapređenjem tehnologija veštačke inteligencije koje se koriste u zdravstvenom sektoru, njihov razvoj i primena uspešno poboljšali sve aspekte zdravstvene zaštite. Na ovaj način veštačka inteligencija lako može direktno uticati na uštedu vremena, uz posledično poboljšanje odnosa lekar–pacijent, i učiniti ga više usredsređenim na osobu. Briga usredsređena na osobu odnosi se na sigurnost da će preferencije, potrebe i vrednosti ljudi uticati na donošenje kliničkih odluka. Zdravstvena zaštita usmerena na osobu smatra se zlatnim standardom za odnos lekara i pacijenta (49).

Osim uticaja na poboljšanje zadovoljstva, niži procenat pogrešnog lečenja i poboljšanu stopu stalno zaposlenih, smatra se da takav pristup poboljšava zdravstveni ishod. Različita istraživanja ukazuju na to da je empatija osnov pristupa zdravstvene zaštite usmerene na osobu. Kao temelj zdravstvene zaštite usmerene na osobu, empatija je neophodna za formiranje partnerstava i efikasnu komunikaciju lekara i pacijenata (49).

Koncept personalizovane medicine u svojoj osnovi podrazumeva prilagođavanje zdravstvene zaštite genomskom i molekularnom profilu pojedinca, što ima dalekosežne implikacije koje prevazilaze tehnologiju koja je čini izvodljivom. Da bi se to ostvarilo, potrebne su promene u infrastrukturi zdravstvene zaštite, dijagnostičkim i medicinskim poslovnim modelima, politici plaćanja od strane državnog i privatnog budžeta, kao i nova strategija regulatornog nadzora. Personalizovana medicina ima potencijal da transformiše medicinsku praksu od reaktivnog lečenja bolesti do proaktivnog upravljanja zdravstvenom zaštitom, što će uključivati skrining, ranu terapiju i prevenciju, uz promenu odgovornosti i lekara i pacijenata. Uloga veštačke inteligencije u okviru personalizovane medicine s obzirom na potrebu za oslanjanjem na elektronske medicinske kartone i alate za podršku odlučivanju značajna je, posebno u okviru formiranja personalizovanih lekova i implementacije novih personalizovanih zdravstvenih

proizvoda. Pomoću posebnih medicinskih informacija personalizovana medicina razvija strategije i terapije za prepoznavanje i lečenje bolesti radi očuvanja zdravlja ljudi. Na taj način lekari kombinuju rezultate i podatke o svim pacijentima koji su im na raspolaganju. Kroz ovaj personalizovani, individualizovani model zdravstvene zaštite kombinuju se podaci – simptomi bolesti, rezultati konvencionalnih testova, medicinska i porodična istorija pacijenta i genomske podaci radi postavljanja tačne dijagnoze i razvijanja prilagođenih i planova lečenja u skladu sa tim nalazima (50, 51). Upotrebom veštačke inteligencije profesionalci koji se bave upravljanjem zdravstvenim informacijama zaduženi su i osposobljeni za obradu podataka o pacijentima. Budućnost primene veštačke inteligencije je u pružanju pomoći lekarima, posebno u savladavanju teškoća na koje utiče ljudski faktor, kao što su umor ili nedovoljna pažnja, kao i umanjenu rizika za nastanak kompjuterske greške (52).

Budućnost primene veštačke inteligencije u primarnoj zdravstvenoj zaštiti.

Sve zastupljenija upotreba sistema elektronskih medicinskih kartona tokom poslednjih nekoliko decenija ukazuje na to da postoji velika količina podataka koji su različitim aplikacionim sistemima veštačke inteligencije dostupni za korišćenje (6, 52). Kroz podršku u donošenju odluka, veštačka inteligencija može imati ulogu u smanjenju kognitivnog opterećenja za lekare u primarnoj zdravstvenoj zaštiti. Na taj način uloga veštačke inteligencije mogla bi da bude u tome da pomogne dijagnostičkom ili terapijskom donošenju odluka. Važnu ulogu veštačka inteligencija ima i u identifikaciji populacija pacijenata s posebnim rizicima. Najperspektivnija uloga veštačke inteligencije u primarnoj zdravstvenoj zaštiti bila bi učenje novih modela i pravila stratifikacije rizika iz podataka dobijenih od lekara opšte medicine. Sistemi veštačke inteligencije takođe bi mogli pomoći u izjednačavanju nejednakosti kroz detekciju najugroženijih pacijenata. Uprkos primeni veštačke inteligencije, lekari opšte medicine i dalje će imati značajnu ulogu u konačnom donošenju odluka, tj. u sprovođenju primarne zdravstvene zaštite koje će u tom slučaju biti samo kritičnije (6).

Uprkos velikom napretku, realna primena i implementacija tehnologija veštačke inteligencije i dalje je ograničena u kliničkoj praksi. Stručnjaci su još uvek zabrinuti zbog tehničkih, kliničkih, etičkih i društvenih rizika povezanih s primenom veštačke inteligencije u zdravstvu budući da su alati veštačke inteligencije skloni greškama zbog čega postoji mogućnost nastanka štete po pacijenta, predrasudama i povećanim zdravstvenim nejednakostima, nedostatku transparentnosti i odgovornosti, kao i kršenju privatnosti podataka i bezbednosti (53).

Smatra se da će se sa integracijom veštačke inteligencije u kliničku praksu poboljšati dijagnostička preciznost, pojednostaviti administrativni zadaci i personalizovati planovi lečenja. Sistemi veštačke inteligencije obradom velike količine podataka identifikuju obrasce i korelacije, čime se postižu preciznije i pravovremene intervencije. Takođe, upotreba veštačke inteligencije povećava potencijal poboljšavanja ishoda lečenja, postavljanje brzih i preciznijih dijagnoza, nudi personalizovane načine lečenja i smanjuje troškove zdravstvene zaštite (37, 54). Pažljiv pristup razvoju i implementaciji veštačke inteligencije u zdravstvenoj zaštiti zahteva njenu podjednaku upotrebu i od zdravstvenih radnika i od pacijenata, posebno sa ciljem poštovanja etičkih pitanja. Ipak, uprkos napretku, upotreba veštačke inteligencije donosi i brojne etičke dileme i pravne komplikacije. Neophodno je obezbediti privatnost podataka, uz čvrste etičke smernice i zakonske okvire, kao i postići ravnotežu između inovacija i zaštite prava pacijenata. Na taj način, integrisanje veštačke inteligencije u kliničku praksu zahteva višestrani pristup, zakonske okvire i propise, transparentnost veštačke inteligencije, koja se može i lako objasniti, uz etičke smernice i standarde, redovne revizije i procene i međunarodnu saradnju (37).

Ipak, upotreba veštačke medicine u opštoj medicini uprkos već uočljivim značajnim promenama i dalje je u ranoj fazi i zahteva usavršavanje i dalji napredak. Radi implementacije veštačke inteligencije u svakodnevnu praksu neophodno je savladati mnoge trenutne prepreke. Jedna od njih je ograničen broj visokokvalitetnih baza podataka, ali i nedostatak alata za standardizaciju čija je uloga konsolidacija i sinteza podataka iz različitih izvora. Osim toga, još nisu rešena etička pitanja upotrebe veštačke inteligencije ni regulatorna razmatranja. U algoritme veštačke inteligencije moraju biti ugrađene i mere koje umanjuju nejednakosti u pristupu zdravstvenoj zaštiti. Veoma su značajni i pravni aspekti, recimo pitanje ko je odgovoran za odluke koje donose sistemi veštačke inteligencije, a za prevazilaženje ovih problema značajni su uloga i doprinos lekara, programera tehnologije veštačke inteligencije, regulatora i šire javnosti (30).

ZAKLJUČAK

Iako veštačka inteligencija ne može da zameni lekara opšte medicine koji može da se oslanja na kliničku intuiciju i iskustvo, ona ima potencijal da poveća njegovu „dijagnostičku inteligenciju“. Uz racionalnu i efektivnu upotrebu veštačke inteligencije lekari opšte medicine mogu unaprediti svoj dijagnostički potencijal kroz obuku i upoznavanje sa daljom implementacijom veštačke inteligencije u primarnoj zdravstvenoj zaštiti. Adekvatna kombinacija veštačke inteligencije i kognitivnih sposobnosti lekara opšte medicine mogla bi efikasno poboljšati dijagnostiku, donošenje odluka i postizanje

pozitivnih efekata na zdravlje bez uticaja na nastanak anksioznosti kod pacijenata i povećanja troškova zdravstvene zaštite. Uloga veštačke inteligencije u personalizovanoj medicini i zdravstvenoj zaštiti usmerenoj na osobu umnogome doprinosi holističkom pristupu, koji ima nemerljiv značaj i predstavlja okosnicu pristupa u savremenoj primarnoj zdravstvenoj zaštiti.

LITERATURA

- Soori M, Arezoo B, Dastres R. Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced robotics, a review. *Cogn Robot* 2023; 3: 54–70.
- RACGP – Royal Australian College of General Practitioners. Artificial intelligence in primary care. East Melbourne: Royal Australian College of General Practitioners, 2025. (www.racgp.org.au/advocacy/position-statements/view-all-position-statements/clinical-and-practice-management/artificial-intelligence-in-primary-care?utm_source=chatgpt.com).
- Bindra S, Jain R. Artificial intelligence in medical science: a review. *Ir J Med Sci* 2024; 193: 1419-29.
- Gou F, Liu J, Xiao C, Wu J. Research on artificial-intelligence assisted medicine: a survey on medical artificial intelligence. *Diagnostics (Basel)* 2024; 14: 1472.
- Phillips SP, Spithoff S, Simpson A. Artificial intelligence and predictive algorithms in medicine. *Can Fam Physician* 2022; 68: 570–2.
- Liyanage H, Liaw ST, Jonnagaddala J, et al. Artificial intelligence in primary health care: perceptions, issues, and challenges. *Yearb Med Inform* 2019; 28: 41–6.
- Kaul V, Enslin S, Gross SA. History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointest Endosc* 2020; 92: 807–12.
- Hirani R, Noruzi K, Khuram H, et al. Artificial intelligence and healthcare: a journey through history, present innovations, and future possibilities. *Life* 2024; 14: 557.
- Lin DJ, Johnson PM, Knoll F, Lui YW. Artificial intelligence for MR image reconstruction: an overview for clinicians. *J Magn Reson Imaging* 2021; 53: 1015–28.
- Fatima S, Desouza KC, Dawson GS. National strategic artificial intelligence plans: a multi-dimensional analysis. *Econ Anal Policy* 2020; 67: 178–94.
- Vats A, Natarajan N. G20. AI: national strategies, global ambitions. Washington: Observer Research Foundation, 2022.
- HolonIQ. 50 national AI strategies – the 2020 AI strategy landscape. New York: HolonIQ, 2020. (www.holoniq.com/notes/50-national-ai-strategies-the-2020-ai-strategy-landscape).
- European Commission. National strategy artificial intelligence. Project. C16.R1, Spanish Recovery and Resilience Plan. Brussel: European Commission, 2025. (https://commission.europa.eu/projects/national-strategy-artificial-intelligence_en).
- OECD. STIP policy initiatives dashboard: National strategy for artificial intelligence. Paris: Organisation for Economic Co operation and Development, 2025. (<https://stip.oecd.org/stip/interactive-dashboards/policy-initiatives/2025%2Fdata%2Fpolicy-Initiatives%2F24270>).
- Mikkelsen JG, Sørensen NL, Merrild CH, Jensen MB, Thomsen JL. Patient perspectives on data sharing regarding implementing and using artificial intelligence in general practice – a qualitative study. *BMC Health Serv Res* 2023; 23: 335.
- Demaidi MN. Artificial intelligence national strategy in a developing country. *AI Soc* 2025; 40: 423–35.
- Istraživačko razvojni institut za veštačku inteligenciju Srbije. Kako unaprediti zdravstvo primenom veštačke inteligencije. Novi Sad: Istraživačko razvojni institut za veštačku inteligenciju Srbije, 2024. (<https://ivi.ac.rs/news/kako-unaprediti-zdravstvo-primenom-vestacke-inteligencije/>).
- Us Saba N, Faheem M. Types of artificial intelligence and future of artificial intelligence in medical sciences. In: Stawicki SP, ed. Artificial intelligence in medicine and surgery – an exploration of current trends, potential opportunities, and evolving threats. Volume 1. London: IntechOpen, 2023. (doi: 10.5772/intechopen.112056).
- Jiménez-Ponce F. Artificial intelligence in medicine. *Rev Med Hosp Gen Mex* 2024; 8: 2.
- Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism* 2017; 69: S36–40.
- Summerton N, Cansdale M. Artificial intelligence and diagnosis in general practice. *Br J Gen Pract* 2019; 69: 324-5.
- Sarkar U, Bates DW. Using artificial intelligence to improve primary care for patients and clinicians. *JAMA Intern Med* 2024; 184: 343–4.
- Sørensen NL, Bemman B, Jensen MB, Moeslund TB, Thomsen JL. Machine learning in general practice: scoping review of administrative task support and automation. *BMC Prim Care* 2023; 24: 14.
- Lin SY, Mahoney MR, Sinsky CA. Ten ways artificial intelligence will transform primary care. *J Gen Intern Med* 2019; 34: 1626–30.
- Buck C, Doctor E, Hennrich J, Jöhnk J, Eymann T. General practitioners' attitudes toward artificial intelligence-enabled systems: interview study. *J Med Internet Res* 2022; 24: e28916.

26. Toma M, Wei OC. Predictive modeling in medicine. *Encyclopedia* 2023; 3: 590–601.
27. Kaymakçı V, Kasap İ, Sevindi M, Mevsim V. The role and future of artificial intelligence in primary care. *Turk J Fam Phys* 2024; 15: 26–37.
28. Dai YX, Ge JB. Artificial intelligence in medical practice: current status and future perspectives. *Cardiol Plus* 2023; 8: 1–3.
29. Zhang Z, et al. Application of artificial intelligence in the MRI classification task of human brain neurological and psychiatric diseases: a scoping review. *Diagnostics (Basel)* 2021; 11: 1402.
30. Currie G, Hawk KE, Rohren E, Vial A, Klein R. Machine learning and deep learning in medical imaging: intelligent imaging. *J Med Imaging Radiat Sci* 2019; 50: 477–87.
31. Alowais SA, Alghamdi SS, Alsuhebany N, et al. Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice. *BMC Med Educ* 2023; 23: 689.
32. Mu Y, He D. The potential applications and challenges of ChatGPT in the medical field. *Int J Gen Med* 2024; 17: 817–26.
33. Gillis AS, Brush K, Scardina J. Chatbot definition. Newton: TechTarget Inc., 2024. (www.techtarget.com/searchcustomerexperience/definition/chatbot).
34. Kulkarni RS, Ahmed SG, Kulkarni SS, Bhojwani VK.. Artificial intelligence (AI) in family medicine – a summary. *Glob J Med Res* 2023; C3: 13–20.
35. El Sherbini A, Rosenson RS, Al Rifai M, et al. Artificial intelligence in preventive cardiology. *Prog Cardiovasc Dis* 2024; 84: 76–89.
36. Schubert T, Oosterlinck T, Stevens RD, Maxwell PH, van der Schaar M. AI education for clinicians. *eClinicalMedicine* 2025; 79: 102968.
37. Karalis VD. The integration of artificial intelligence into clinical practice. *Appl Biosci* 2024; 3: 14–44.
38. Roosan D, Padua P, Khan R, Khan H, Verzosa C, Wu Y. Effectiveness of ChatGPT in clinical pharmacy and the role of artificial intelligence in medication therapy management. *J Am Pharm Assoc* 2024; 64: 422–8.e8.
39. Katsakiori PF, Kagadis GC, Mulita F, et al. Implementing artificial intelligence in family medicine: challenges and limitations. *Cureus* 2024; 16: e75518.
40. Sumner J, Lim HW, Chong LS, Bunde A, Mukhopadhyay A, Kayambu G. Artificial intelligence in physical rehabilitation: a systematic review. *Artif Intell Med* 2023; 146: 102693.
41. Akingbola A, Adeleke O, Idris A, Adewole O, Adegbesan A. Artificial intelligence and the dehumanization of patient care. *J Med Surg Public Health* 2024; 3: 100138.
42. Huisman M, Joye S, Biltereyst D. Searching for health: doctor Google and the shifting dynamics of the middle-aged and older adult patient–physician relationship and interaction. *J Aging Health* 2020; 32: 998–1007.
43. Allen MR, Webb S, Mandvi A, Frieden M, Tai-Seale M, Kallenberg G. Navigating the doctor-patient-AI relationship – a mixed-methods study of physician attitudes toward artificial intelligence in primary care. *BMC Prim Care* 2024; 25: 42.
44. The EU Artificial intelligence act. Campbell: Future of Life Institute, 2024. <https://artificialintelligenceact.eu/>.
45. Verghese A, Shah NH, Harrington RA. What this computer needs is a physician: humanism and artificial intelligence. *JAMA* 2018; 319: 19–20.
46. Israni ST, Verghese A. Humanizing artificial intelligence. *JAMA* 2019; 321: 29–30.
47. Taherdoost H, Ghofrani A. AI's role in revolutionizing personalized medicine by reshaping pharmacogenomics and drug therapy. *Intell Pharmacy* 2024; 5: 643–50.
48. Chamorro KC, Calderón Á R, Carvajal Ahtty M, Quinga M. Comprehensive bibliometric analysis of advancements in artificial intelligence applications in medicine using Scopus database. *Franklin Open* 2025; 10: 100212.
49. Sauerbrei A, Kerasidou A, Lucivero F, Hallowell N. The impact of artificial intelligence on the person-centred, doctor-patient relationship: some problems and solutions. *BMC Med Inform Decis Mak* 2023; 23: 73.
50. Parekh AE, Shaikh OA, Simran, Manan S, Hasibuzzaman MA. Artificial intelligence (AI) in personalized medicine: AI-generated personalized therapy regimens based on genetic and medical history: short communication. *Ann Med Surg* 2023; 5: 5831–33.
51. Ghebrehwet I, Zaki N, Damseh R, et al. Revolutionizing personalized medicine with generative AI: a systematic review. *Artif Intell Rev* 2024; 57: 128.
52. Liu PR, Lu L, Zhang JY, et al. Application of artificial intelligence in medicine: an overview. *Curr Med Sci* 2021; 41: 1105–15.
53. Lekadir K, Frangi AF, Porras AR, et al. FUTURE-AI: international consensus guideline for trustworthy and deployable artificial intelligence in healthcare. *BMJ* 2025; 388: e081554.
54. Ferrara P, Battiato S, Polosa R. Progress and prospects for artificial intelligence in clinical practice: learning from COVID-19. *Intern Emerg Med* 2022; 17: 1855–7.