

Psihijatrija i inovativne tehnologije

Milan Latas^{1,2}

¹ Univerzitetski klinički centar Srbije, Klinika za psihijatriju, Beograd, Srbija

² Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet, Beograd, Srbija

Kratak sadržaj

U ovom radu prikazana su dostignuća u primeni inovativnih tehnologija u oblasti psihijatrije. Tehnologije poput veštačke inteligencije (AI), mašinskog učenja, telepsihijatrije i digitalnih terapijskih alata značajno su promenile pristup dijagnostici i lečenju mentalnih poremećaja. Rad analizira prednosti, izazove, i etičke implikacije upotrebe ovih tehnologija, te istražuje njihov uticaj na budućnost psihijatrije.

Ključne reči: psihijatrija, tehnologija, veštačke inteligencija, mašinsko učenje, telepsihijatrija

DOI 10.5937/ engrami46-52930

Primljeno / Received: 22. avg. 2024.

Prihvaćeno / Accepted: 31. okt. 2024.

Objavljeno na internetu / Online first: 10. nov. 2024.

Sva prava zadržana (c) 2024 Engrami



Ovaj rad je pod Creative Commons Autorstvo-Deli pod istim uslovima 4.0 međunarodnom licencom.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Korespondencija:

Milan Latas

Univerzitetski klinički centar Srbije, Klinika za psihijatriju,

Pasterova 2, 11000 Beograd, Srbija

E-mail: milanlatas1@gmail.com

Uvod

Psihijatrija kao medicinska disciplina suočava se s brojnim izazovima u dijagnostici i lečenju mentalnih poremećaja. Tradicionalne metode se često oslanjaju na kliničko iskustvo i subjektivnu procenu, što može rezultirati promenljivim ishodima tretmana. Poslednjih godina, brzi razvoj inovativnih tehnologija nudi nove pristupe koji obećavaju unapređenje tačnosti dijagnostike i efikasnosti lečenja. Ovaj rad pruža pregled trenutnog stanja i potencijala novih tehnologija u psihijatriji, sa posebnim osvrtom na veštački inteligenciju, mašinsko učenje, telepsihijatriju i digitalne alate.

Veštačka inteligencija u psihijatriji

Veštačka inteligencija (AI) postaje sve važniji alat u medicini, a njena primena u psihijatriji omogućava analizu kompleksnih podataka i prepoznavanje obrazaca koji mogu biti korisni u dijagnostici i lečenju. U psihijatriji, ove tehnologije nude nove mogućnosti za dijagnostiku, tretman i praćenje pacijenata. Psihijatrijski poremećaji, kao što su depresija, anksioznost, bipolarni poremećaj i šizofrenija, često su kompleksni i teško dijagnostikovani, što AI čini potencijalno moćnim alatom za unapređenje prakse^[1]. Trenutna primena AI u psihijatriji uključuje sledeće aspekte:

Dijagnostika. Jedna od ključnih oblasti primene AI u psihijatriji je dijagnostika. Korišćenjem mašinskog učenja, moguće je analizirati velike količine podataka, uključujući genetske informacije, biološke markere i podatke iz elektronskih medicinskih kartona, kako bi se identifikovali obrasci koji su povezani sa određenim psihijatrijskim poremećajima. Na primer, studije pokazuju da AI može da doprinese preciznijoj dijagnozi depresije i anksioznosti putem analize teksta pacijentovih dnevnika ili transkripata sesija^[2,3].

Predikcija ishoda. Veštačka inteligencija se koristi i za predikciju ishoda tretmana kod pacijenata sa mentalnim poremećajima. Na osnovu istorije bolesti, odgovora na prethodne tretmane i genetskih podataka, modeli mašinskog učenja mogu predvideti koji pacijenti imaju veće šanse za oporavak ili recidiv. Ovo omogućava personalizovaniji pristup lečenju, gde se terapije mogu prilagoditi specifičnim potrebama svakog pacijenta^[4].

Terapija i podrška pacijentima. Tehnologije kao što su chatbotovi i aplikacije koje koriste AI omogućavaju pružanje kontinuirane podrške pacijentima van kliničkih uslova. Na primer, AI

chatbotovi mogu pružiti emocionalnu podršku ili uputstva za samopomoć u kriznim situacijama. Takođe, aplikacije mogu pratiti mentalno stanje pacijenata kroz analizu njihovih obrazaca ponašanja, govora i fizičkih aktivnosti, što može pomoći u ranoj detekciji pogoršanja simptoma^[5].

Jedna od glavnih prednosti primene AI u psihijatriji je mogućnost obrade velikih količina podataka u realnom vremenu, što može značajno unaprediti tačnost dijagnoze i efikasnost terapije. Takođe, AI može doprineti smanjenju troškova lečenja i poboljšanju dostupnosti psihijatrijske nege, posebno u udaljenim ili manje razvijenim područjima.

Međutim, primena AI u psihijatriji nije bez izazova. Jedan od ključnih problema je etička dimenzija, uključujući pitanja privatnosti podataka i sigurnosti. Takođe, postoji rizik da se psihijatri i psihijatrija previše oslanja na tehnologiju, što bi moglo dovesti do dehumanizacije terapije. Pored toga, postoji i pitanje validnosti i pouzdanosti modela AI, posebno u kontekstu različitih kulturoloških i socijalnih faktora koji utiču na mentalno zdravlje.

U budućnosti, očekuje se da će se primena AI u psihijatriji još više razvijati, posebno sa napretkom u oblasti obrade prirodnog jezika i mašinskog učenja. Razvoj personalizovanih terapija, koje se baziraju na individualnim karakteristikama pacijenata, biće od ključne važnosti. Takođe, integracija AI sa drugim tehnologijama, kao što su nosivi uređaji i telemedicina, mogla bi da pruži holistički pristup u praćenju i tretmanu mentalnih poremećaja.

Sve u svemu, veštačka inteligencija ima potencijal da revolucionariše psihijatriju, omogućavajući precizniju dijagnostiku, personalizovanije tretmane i bolju podršku pacijentima. Iako postoje značajni izazovi, posebno u pogledu etike i privatnosti, prednosti koje AI donosi ne mogu se zanemariti. Dalji razvoj i primena ovih tehnologija mogli bi značajno unaprediti mentalno zdravlje populacije u celini.

Mašinsko učenje i big data u psihijatriji

Razvoj tehnologije u poslednjih nekoliko decenija doveo je do eksponencijalnog rasta količine podataka koji se generišu u različitim oblastima, uključujući i medicinu. U psihijatriji, ovaj trend je omogućio prikupljanje velikih količina podataka iz različitih izvora kao što su elektronski zdravstveni kartoni, genetski podaci, rezultati neuroimaginga i podaci prikupljeni putem mobilnih aplikacija i senzora. Mašinsko učenje (ML) predstavlja skup algoritama koji omogućavaju računarima da uče iz podataka i donose odluke bez eksplicitnog programiranja.

Mašinsko učenje i Big Data tehnologije pružaju alat za analizu ovih složenih i raznovrsnih podataka, otvarajući nove mogućnosti za bolje razumevanje i tretman mentalnih poremećaja.

U psihijatriji, ML se koristi za različite svrhe, uključujući dijagnostiku, prognozu, personalizaciju terapije i identifikaciju biomarkera.

Dijagnostika. Jedan od najvećih izazova u psihijatriji je postavljanje tačne dijagnoze, s obzirom na složenost i subjektivnost simptoma. ML algoritmi mogu pomoći u preciznijem klasifikovanju pacijenata na osnovu obrasca simptoma, neurobioloških podataka i drugih relevantnih informacija. Na primer, primena tehnika kao što su neuronske mreže i mašinsko učenje sa nadzorom može poboljšati tačnost dijagnoza u poređenju sa tradicionalnim metodama^[7].

Prognoza. ML se takođe koristi za predviđanje ishoda tretmana i toka bolesti. Algoritmi mogu analizirati brojne podatke pacijenata kako bi identifikovali faktore koji predviđaju uspešnost određenih tretmana, rizik od recidiva ili verovatnoću razvoja određenih poremećaja. Na ovaj način, lekari mogu doneti pravilnije odluke i prilagoditi tretman individualnim potrebama pacijenata^[8].

Personalizacija terapije. Jedan od ključnih ciljeva u psihijatriji je personalizacija terapije kako bi se postigli najbolji mogući ishodi za svakog pacijenta. ML omogućava analizu velikih količina podataka kako bi se identifikovali obrasci koji ukazuju na to koji tretmani najbolje funkcionišu za određene podgrupe pacijenata. Na taj način, moguće je razviti prilagođene planove lečenja koji uzimaju u obzir genetske, kliničke i druge karakteristike pojedinca^[9].

Identifikacija biomarkera. Identifikacija pouzdanih biomarkera za mentalne poremećaje predstavlja značajan izazov u psihijatriji. ML može analizirati različite tipove podataka, uključujući genetske informacije, podatke sa neuroimaginga i kliničke podatke, kako bi identifikovao biomarkere koji su povezani sa određenim poremećajima ili odgovorima na tretman. Ovi biomarkeri mogu pomoći u ranom otkrivanju poremećaja, praćenju progresije bolesti i evaluaciji efikasnosti tretmana^[10].

Big Data se odnosi na skupove podataka koji su preveliki ili previše složeni da bi se analizirali tradicionalnim metodama. U psihijatriji, Big Data uključuje širok spektar informacija, od kliničkih podataka do podataka sa društvenih mreža i mobilnih aplikacija^[11]

Ključni izvori podataka u psihijatriji uključuju:

- **Elektronski zdravstveni kartoni:** Ovi podaci sadrže detaljne informacije o istoriji bolesti, tretmanima, i ishodima kod pacijenata.
- **Genetski podaci:** Uključuju informacije o genetskim varijantama koje mogu biti povezane sa rizikom od mentalnih poremećaja.
- **Neuroimaging:** Ovi podaci omogućavaju uvid u strukturalne i funkcionalne promene u mozgu povezane sa mentalnim poremećajima.
- **Podaci sa senzora i mobilnih aplikacija:** Ovi podaci mogu pružiti informacije o obrascima ponašanja, fizičkoj aktivnosti, snu i drugim relevantnim aspektima.

Analiza Big Data u psihijatriji uključuje primenu naprednih metoda obrade podataka kako bi se izvukle korisne informacije iz velikih i heterogenih skupova podataka. Ovi podaci se mogu koristiti za identifikaciju novih obrazaca, razumevanje kompleksnih interakcija između različitih faktora rizika, i razvijanje novih terapijskih pristupa^[12].

Primena Big Data u psihijatriji nosi sa sobom i određene izazove i etička pitanja. Kvalitet i tačnost podataka su od ključnog značaja, jer netačni ili nepotpuni podaci mogu dovesti do pogrešnih zaključaka. Takođe, zaštita privatnosti pacijenata je kritična, s obzirom na osetljivu prirodu prikupljenih informacija. Potrebno je razviti jasne smernice za korišćenje podataka u istraživanjima i kliničkoj praksi kako bi se osiguralo da su interesi pacijenata zaštićeni.

Sve u svemu, i mašinsko učenje i Big Data tehnologije, takođe, imaju potencijal da transformišu psihijatriju, omogućavajući precizniju dijagnostiku, personalizovanu terapiju i bolje razumevanje etiologije mentalnih poremećaja. Međutim, da bi se ovaj potencijal u potpunosti iskoristio, neophodno je prevazići tehničke, organizacione i etičke izazove. Buduća istraživanja treba da se fokusiraju na integraciju ovih tehnologija u kliničku praksu, uz istovremeno osiguravanje zaštite privatnosti i sigurnosti pacijenata.

Telepsihijatrija

Telepsihijatrija je oblast koja omogućava pružanje psihijatrijskih usluga na daljinu putem videokonsultacija, čime se poboljšava dostupnost i pristupačnost nege. Tokom poslednjih godina, telepsihijatrija je stekla značajnu popularnost, naročito u kontekstu pandemije COVID-19, koja je zahtevala promenu pristupa u pružanju zdravstvenih usluga^[13].

Brojne studije su pokazale da telepsihijatrija može biti jednako efikasna kao i tradicionalne metode licem u lice^[14]. Međutim, ona takođe donosi izazove, posebno u pogledu privatnosti podataka i tehničke pouzdanosti platformi koje se koriste za pružanje ovih usluga. Etika i

regulacija u oblasti telepsihijatrije su ključni faktori koji će odrediti njen dalji razvoj i prihvatanje među stručnjacima i pacijentima.

U Srbiji, telepsihijatrija još uvek nije u potpunosti integrisana u zdravstveni sistem, iako postoji rastući interes za njenu primenu, posebno u kontekstu globalne pandemije COVID-19. Tokom pandemije, telepsihijatrijske usluge su postale ključno sredstvo za održavanje kontinuiteta nege, a to iskustvo ukazuje na potrebu za daljim razvojem i investiranjem u ovu oblast. Dakle, potrebno je dalje razvijati pravne i tehničke okvire kako bi se omogućila šira primena telepsihijatrije, uz očuvanje kvaliteta i sigurnosti pruženih usluga.

Digitalni terapijski alati

Digitalni terapijski alati (DTA) u psihijatriji predstavljaju brzo rastuće područje koje kombinuje tehnologiju sa mentalnim zdravljem kako bi se poboljšala dostupnost i efikasnost psihijatrijskog tretmana^[15]. Ovi alati uključuju širok spektar aplikacija, softvera i uređaja koji su dizajnirani da podrže terapijske procese, od dijagnostike do lečenja različitih psihijatrijskih stanja. Digitalni alati, kao što su aplikacije za samopomoć, virtuelna realnost (VR) i proširena realnost (AR) koriste se za pružanje različitih vrsta terapije, uključujući kognitivno-bihevioralnu terapiju (KBT), lečenje fobija i posttraumatskog stresnog poremećaja (PTSP).

Digitalni terapijski alati mogu se podeliti u nekoliko kategorija, uključujući:

- **Mobilne aplikacije:** Mnoge aplikacije su razvijene za samopomoć i terapiju, uključujući aplikacije za meditaciju, vođenje dnevnika, praćenje simptoma, kao i kognitivno-bihevioralne (KBT) aplikacije. One su lako dostupne, često besplatne, i mogu se koristiti kao dodatak konvencionalnim terapijama.
- **Nosivi uređaji:** Uređaji kao što su pametni satovi i narukvice mogu pratiti fiziološke parametre kao što su otkucaji srca i obrasci spavanja, pružajući korisne podatke koji mogu pomoći u upravljanju stanjima poput anksioznosti i depresije.
- **Virtualna stvarnost (VR):** VR se koristi u terapijama izloženosti, posebno kod pacijenata sa posttraumatskim stresnim poremećajem (PTSP) ili fobijama. Ovi alati omogućavaju kontrolisano izlaganje traumatskim situacijama u sigurnom okruženju.

Jedna od glavnih prednosti DTA je povećana dostupnost terapije. Pored toga, digitalni alati mogu smanjiti stigmu povezanu sa traženjem psihijatrijske pomoći i omogućiti pacijentima da se osećaju sigurnije i anonimnije dok koriste usluge mentalnog zdravlja. Takođe, oni mogu pružiti kontinuiranu podršku i nadzor, čak i van tradicionalnih termina sa terapeutom^[16].

Međutim, u primeni ovih alata postoje i neki izazovi. Privatnost i sigurnost podataka su ključna pitanja, jer osetljivi podaci o pacijentima mogu biti meta sajber napada. Takođe, postoje zabrinutosti oko pouzdanosti i validnosti nekih digitalnih alata, kao i potreba za regulacijom i standardizacijom.

U Srbiji je upotreba DTA u psihijatriji u porastu, ali je još uvek u ranoj fazi. Postoje aplikacije i softveri koji su dostupni na srpskom jeziku, ali je potrebno više istraživanja kako bi se utvrdila njihova efikasnost i prilagodljivost lokalnim potrebama. U budućnosti, dalji razvoj i istraživanje DTA u Srbiji mogu značajno unaprediti kvalitet psihijatrijske nege i poboljšati ishode lečenja za pacijente.

Genomska i personalizovana psihijatrija

Genomska i personalizovana psihijatrija predstavljaju interdisciplinarnu oblast koja kombinuje genetiku, molekularnu biologiju, farmakogenetiku i kliničku psihijatriju sa ciljem da se obezbedi precizniji i efikasniji pristup lečenju psihijatrijskih poremećaja. Razvoj genomske tehnologije omogućava sve precizniju personalizaciju terapija u psihijatriji. Analiza genetičkih podataka može pomoći u predviđanju odgovora pacijenata na određene lekove ili u identifikaciji rizika od razvijanja određenih poremećaja. Na primer, farmakogenomika se koristi za prilagođavanje doza antidepresiva ili antipsihotika, čime se smanjuje rizik od neželjenih efekata i poboljšava efikasnost lečenja.

Farmakogenetika u psihijatriji. Farmakogenetika se bavi proučavanjem kako genetske razlike utiču na odgovor pojedinca na lekove. U psihijatriji, farmakogenetika može igrati ključnu ulogu u personalizaciji terapije, omogućavajući prilagođavanje tretmana na osnovu genetskog profila pacijenta^[17]. Na primer, polimorfizmi u genima koji kodiraju enzime kao što su CYP2D6 i CYP2C19 mogu uticati na metabolizam antidepresiva i antipsihotika, što može dovesti do varijabilnosti u efikasnosti i pojavi neželjenih efekata. Personalizovani pristup lečenju može smanjiti vreme potrebno za postizanje optimalne terapijske doze i smanjiti rizik od neželjenih efekata, što je posebno važno u psihijatriji gde neprilagođena terapija može imati ozbiljne posledice na kvalitet života pacijenata^[18]

Epigenetika i psihijatrijski poremećaji. Epigenetika se odnosi na promene u ekspresiji gena koje nisu posledica promene u samoj DNK sekvenci, već su rezultat faktora kao što su metilacija DNK i modifikacije histona. Ove promene mogu biti indukovane faktorima okoline kao što su stres, trauma i ishrana, i mogu igrati ključnu ulogu u razvoju i progresiji

psihijatrijskih poremećaja. Epigenetske studije u psihijatriji pokazale su da su određeni epigenetski markeri povezani sa rizikom od razvoja mentalnih poremećaja, kao i sa odgovorom na terapiju^[19]. Ove informacije mogu biti ključne za razvoj novih terapijskih strategija koje ciljaju epigenetske mehanizme.

Iako genomska i personalizovana psihijatrija imaju ogroman potencijal, postoji niz izazova koji se moraju prevazići. Prvo, kompleksnost genetskih i epigenetskih interakcija zahteva dodatna istraživanja kako bi se u potpunosti razumeli mehanizmi koji stoje iza psihijatrijskih poremećaja. Drugo, potrebna su etička razmatranja u vezi sa korišćenjem genetskih informacija, posebno u kontekstu stigmatizacije i diskriminacije pacijenata. Takođe, implementacija personalizovane medicine u kliničku praksu zahteva dodatnu edukaciju zdravstvenih radnika i razvoj novih dijagnostičkih alata koji će omogućiti precizniju i bržu identifikaciju genetskih markera povezanih sa odgovorom na terapiju.

Kako god, genomska i personalizovana psihijatrija predstavljaju revoluciju u načinu na koji razumemo i lečimo mentalne poremećaje. Iako su izazovi značajni, napredak u ovoj oblasti obećava da će dovesti do razvoja efikasnijih, sigurnijih i personalizovanih tretmana koji će poboljšati kvalitet života pacijenata sa psihijatrijskim poremećajima. Buduća istraživanja i inovacije u genetskoj i epigenetskoj analizi, kao i u farmakogenetici, biće ključna za dalji razvoj ove oblasti i njenu primenu u svakodnevnoj kliničkoj praksi.

Izazovi i etička pitanja

Iako inovativne tehnologije donose značajne prednosti, njihova primena u psihijatriji nosi i brojne izazove. Prvo, postavlja se pitanje privatnosti i sigurnosti podataka pacijenata. Elektronski zdravstveni kartoni, podaci sa mobilnih aplikacija i genetske informacije mogu biti izloženi riziku od neovlašćenog pristupa ili zloupotrebe. Zbog toga je važno razviti stroge protokole i regulative koje će zaštititi pacijente. Drugo, pouzdanost i pristrasnost AI i mašinskog učenja predstavljaju izazov. Algoritmi se obučavaju na velikim setovima podataka, ali ako ti podaci nisu reprezentativni ili su pristrasni, rezultati mogu biti netačni ili nepravedni. To može dovesti do pogrešnih dijagnostičkih zaključaka ili neodgovarajućeg tretmana. Treće, postoji opasnost od dehumanizacije tretmana. Tehnologija može olakšati i poboljšati terapijski proces, ali postoji rizik da se izgubi lični kontakt između terapeuta i pacijenta, što je ključno za uspeh psihoterapije. Neophodno je obezbediti balans između primene tehnologije i očuvanja ljudskog aspekta u lečenju.

Budućnost psihijatrije i tehnologije

Razvoj tehnologije u psihijatriji će, verovatno, nastaviti da se ubrzava, sa sve većom integracijom AI, genomske medicine i digitalnih alata u kliničku praksu. Predviđa se da će personalizovana psihijatrija, zasnovana na detaljnoj analizi genetičkih i bihevioralnih podataka, postati standard u lečenju mentalnih poremećaja^[20]. Takođe, dalji razvoj telepsihijatrije i digitalnih alata će omogućiti širi pristup nezi, posebno u udaljenim ili nedovoljno opskrbljenim područjima.

Međutim, kako bi se osigurao uspeh ovih inovacija, neophodno je rešiti pitanja etike, privatnosti i pristrasnosti, te obezbediti adekvatnu edukaciju i obuku za stručnjake u oblasti mentalnog zdravlja. Ulaganje u istraživanje i razvoj, kao i u postavljanje regulativa koje će obezbediti odgovornu primenu tehnologije, ključni su za budućnost psihijatrije.

Zaključak

Integracija inovativnih tehnologija u psihijatriju predstavlja značajan korak napred u dijagnostici i lečenju mentalnih poremećaja. Iako postoje brojni izazovi i etička pitanja koja treba rešiti, prednosti koje ove tehnologije donose su neosporne. Budućnost psihijatrije će verovatno biti obeležena sve većom personalizacijom tretmana i širim korišćenjem digitalnih alata, uz neophodnu pažnju posvećenu očuvanju ljudske dimenzije u pružanju psihijatrijske nege.

Psychiatry and Innovative Technologies

Milan Latas^{1,2}

¹ University Clinical Center of Serbia, Clinic for Psychiatry, Belgrade, Serbia

² University of Belgrade, Faculty of Medicine, Belgrade, Serbia

Abstract

This paper presents achievements in the application of innovative technologies in the field of psychiatry. Technologies such as artificial intelligence (AI), machine learning, telepsychiatry and digital therapy tools have significantly changed the approach to diagnosis and treatment of mental disorders. The paper analyzes the advantages, challenges, and ethical implications of the use of these technologies, and explores their impact on the future of psychiatry.

Keywords: psychiatry, technology, artificial intelligence, machine learning, telepsychiatry

Literatura/ Literature

1 Graham S, Depp C, Lee EE, Nebeker C, Tu X, Kim HC, Jeste DV. Artificial Intelligence for Mental Health and Mental Illnesses: an Overview. *Curr Psychiatry Rep.* 2019; 7;21(11):116.

2 Sun J, Dong QX, Wang SW, Zheng YB, Liu XX, Lu TS, Yuan K, Shi J, Hu B, Lu L, Han Y. Artificial intelligence in psychiatry research, diagnosis, and therapy. *Asian J Psychiatr.* 2023; 87:103705.

3 Lee EE, Torous J, De Choudhury M, Depp CA, Graham SA, Kim HC, Paulus MP, Krystal JH, Jeste DV. Artificial Intelligence for Mental Health Care: Clinical Applications, Barriers, Facilitators, and Artificial Wisdom. *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging.* 2021; 6(9):856-864.

4 Doraiswamy PM, Blease C, Bodner K. Artificial intelligence and the future of psychiatry: Insights from a global physician survey. *Artif Intell Med.* 2020; 102:101753.

5 Pham KT, Nabizadeh A, Selek S. Artificial Intelligence and Chatbots in Psychiatry. *Psychiatr Q.* 2022; 93(1):249-253.

6 Dwyer DB, Falkai P, Koutsouleris N. Machine Learning Approaches for Clinical Psychology and Psychiatry. *Annu Rev Clin Psychol.* 2018; 7;14:91-118.

7 Nielsen AN, Barch DM, Petersen SE, Schlaggar BL, Greene DJ. Machine Learning With Neuroimaging: Evaluating Its Applications in Psychiatry. *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging.* 2020; 5(8):791-798.

8 Sajjadian M, Lam RW, Milev R, Rotzinger S, Frey BN, Soares CN, Parikh SV, Foster JA, Turecki G, Müller DJ, Strother SC, Farzan F, Kennedy SH, Uher R. Machine learning in the prediction of depression treatment outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Psychol Med.* 2021; 51(16):2742-2751.

9 Rema J, Novais F, Telles-Correia D. Precision Psychiatry: Machine Learning as a Tool to Find New Pharmacological Targets. *Curr Top Med Chem.* 2022; 22(15):1261-1269.

- 10 Del Casale A, Sarli G, Bargagna P, Polidori L, Alcibiade A, Zoppi T, Borro M, Gentile G, Zocchi C, Ferracuti S, Preissner R, Simmaco M, Pompili M. Machine Learning and Pharmacogenomics at the Time of Precision Psychiatry. *Curr Neuropharmacol*. 2023; 21(12):2395-2408.
- 11 Weissman MM. Big Data Begin in Psychiatry. *JAMA Psychiatry*. 2020; 77(9):967-973.
- 12 Ressler KJ, Williams LM. Big data in psychiatry: multiomics, neuroimaging, computational modeling, and digital phenotyping. *Neuropsychopharmacology*. 2021; 46(1):1-2.
- 13 Gutiérrez-Rojas L, Alvarez-Mon MA, Andreu-Bernabeu Á, Capitán L, de Las Cuevas C, Gómez JC, Grande I, Hidalgo-Mazzei D, Mateos R, Moreno-Gea P, De Vicente-Muñoz T, Ferre F. Telepsychiatry: The future is already present. *Span J Psychiatry Ment Health*. 2023; 16(1):51-57.
- 14 Hagi K, Kurokawa S, Takamiya A, Fujikawa M, Kinoshita S, Iizuka M, Furukawa S, Eguchi Y, Kishimoto T. Telepsychiatry versus face-to-face treatment: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Psychiatry*. 2023; 223(3):407-414.
- 15 Martin-Key NA, Spadaro B, Funnell E, Barker EJ, Schei TS, Tomasik J, Bahn S. The Current State and Validity of Digital Assessment Tools for Psychiatry: Systematic Review. *JMIR Ment Health*. 2022; 9(3):e32824.
- 16 Martin-Key NA, Spadaro B, Funnell E, Barker EJ, Schei TS, Tomasik J, Bahn S. The Current State and Validity of Digital Assessment Tools for Psychiatry: Systematic Review. *JMIR Ment Health*. 2022; 9(3):e32824.
- 17 Bousman CA, Menke A, Müller DJ. Towards pharmacogenetic-based treatment in psychiatry. *J Neural Transm (Vienna)*. 2019; 126(1):1-3.
- 18 Adiukwu F, Adesokun O, Essien E, Yalcin N, Ransing R, Nagendrappa S, Jatchavala C, Olakunke AB, Nawaz FA, Khan N. Pharmacogenetic testing in psychiatry: Perspective on clinical utility. *Asian J Psychiatr*. 2023; 86:103674.
- 19 Stuffrein-Roberts S, Joyce PR, Kennedy MA. Role of epigenetics in mental disorders. *Aust N Z J Psychiatry*. 2008; 42(2):97-107.
- 20 Lin E, Lin CH, Lane HY. Precision Psychiatry Applications with Pharmacogenomics: Artificial Intelligence and Machine Learning Approaches. *Int J Mol Sci*. 2020; 21(3):969.