

■ Strokovni članek

Sara Močnik, Dejan Dinevski, Hojka Gregorič Kumperščak

Uporaba umetne inteligence za diagnosticiranje in zdravljenje oseb z mejno osebnostno motnjo

Povzetek. Umetna inteligenca prevzema pomembno mesto v zdravstvu, pri čemer je najpogosteje uporabljeno strojno učenje. Na področju psihiatrije opažamo strm porast raziskav o uporabi strojnega učenja predvsem z namenom objektivizacije postavljanja psihiatričnih diagnoz in personalizacije zdravljenja. Mejna osebnostna motnja je huda, obremenjujoča in razmeroma pogosta duševna motnja, prizadeti posamezniki pa bi imeli pomembne koristi od zgodnje postavitve diagnoze in optimalnega zdravljenja. Članek predstavlja najnovejše raziskave s področja diagnosticiranja in zdravljenja mejne osebnostne motnje s pomočjo umetne inteligence.

Ključne besede: umetna inteligenca; strojno učenje; psihiatrija; mejna osebnostna motnja.

The Usage of Artificial Intelligence to Diagnose and Treat Individuals with Borderline Personality Disorder

Abstract. Artificial intelligence is gaining an important role in health care, with machine learning being the most commonly used approach. In the field of psychiatry, we are witnessing a sharp increase in research on the use of machine learning, primarily for the purpose of objectifying psychiatric diagnostics and personalising the treatment. Borderline personality disorder is a severe, burdensome and relatively common mental disorder. The affected individuals would benefit substantially from early diagnosing and optimal treatment. The article presents the latest research in the field of diagnostics and treatment of borderline personality disorder with the help of artificial intelligence.

Key words: artificial intelligence, machine learning; psychiatry, borderline personality disorder.

■ **Infor Med Slov** 2022; 27(1-2): 27-32

Institucije avtorjev / Authors' institutions: Zdravstveni dom Velenje (SM); Medicinska fakulteta, Univerza v Mariboru (SM, DD, HGK); Univerzitetni klinični center Maribor (HGK).

Kontaktna oseba / Contact person: Sara Močnik, Zdravstveni dom Velenje, Vodnikova 1, 3320 Velenje, Slovenija. E-pošta / E-mail: sara.mergole@student.um.si.

Prispelo / Received: 23. 12. 2022. Sprejeto / Accepted: 8. 1. 2023.

Uvod

Psihiatrične motnje predstavljajo veliko breme za bolnike, saj pogosto povzročajo invalidnost ali prezgodnjo smrt, bremenijo pa tudi družbo – njihova obravnava je dolgotrajna in draga. Kljub pomembnim napredkom raziskav s psihiatričnega področja v zadnjih letih, bi si strokovnjaki želeli hitrejšega napredka na področju zaznavanja in zdravljenja psihiatričnih motenj. Kljub večjemu številu uveljavljenih strukturiranih in polstrukturiranih intervjujev trenutni pristopi pri diagnosticiranju in zdravljenju duševnih motenj še vedno v veliki meri slonijo na nestrukturiranem psihiatričnem intervjuju in subjektivni oceni duševnega stanja.¹ Upad duševnega zdravja, vpliv le-tega na bolnike in družbo ter pomanjkanje ustrezno izobraženega zdravstvenega osebja so nakazali potrebo po uporabi umetne inteligence (UI) za identifikacijo oseb z visokim tveganjem za razvoj psihiatričnih motenj ter kot pomoč pri nujenju ustreznih psihosocialnih intervenc in drugih terapevtskih ukrepov za preprečevanje pojava teh motenj in zdravljenje bolnikov.²

Mejna osebnostna motnja (MOM) je duševna motnja, za katero ocenjujejo, da prizadene 2 % splošne odrasle populacije,³ in močno obremenjuje bolnika, njegovo družino in zdravstveni sistem. Povezana je s številnimi slabimi izidi, vključujoč nižjo stopnjo izobrazbe in slabše poklicne dosežke, manj dolgotrajnih partnerskih zvez in prijateljskih odnosov, več konfliktov v partnerskem odnosu, tvegano spolno vedenje, slabo socialno podporo, nižje zadovoljstvo z lastnim življenjem in pogostejšo uporabo javnih zdravstvenih storitev. Pri osebah z MOM opazimo značilno moteno uravnavanje čustev, izkrivljeno in nestabilno samopodobo in moteno funkcioniranje v medosebnih odnosih. Do nedavnega je veljalo, da se MOM ne da zdraviti. Trenutno bistveni del zdravljenja predstavlja psihoterapija, farmakološko zdravljenje je indicirano le za sočasne psihiatrične motnje, ki potrebujejo zdravljenje z zdravili že same po sebi, ali kadar je ob izjemnem poslabšanju duševnega stanja krizna intervencija v obliki psihosocialne podpore nezadostna.⁴

Poleg raznolikih simptomov MOM psihoterapijo otežujejo tudi osebnostne značilnosti bolnikov. Težave v medosebnih stikih povzročijo, da se upirajo terapiji, dvomijo v terapevta, sabotirajo zdravljenje. Zelo pogosto psihoterapijo na lastno željo predčasno zaključijo. Psihoterapevtsko zdravljenje MOM je dolgotrajno in drago, zaradi dolgih čakalnih vrst, pomanjkanja usposobljenega osebja in "težavnosti" pacientov pa so le-ti iz zdravstvenega sistema pogosto izločeni. Z UI podprta terapija bi lahko predstavljala

dodatek k terapiji z osebnim stikom in potencial za izboljšanje dolgoročnega izida zdravljenja.⁵

Umetna inteligenca v psihiatriji

Umetna inteligenca se v zdravstvu vedno pogosteje uporablja, uspešno na primer v onkologiji, radiologiji in dermatologiji. Primeri njene uspešne uporabe so analiza podatkov iz elektronskih zdravstvenih kartotek, analiza (iskanje vzorcev) radioloških slik, nadzorni sistemi z uporabo senzorjev ter analiza podatkov iz družbenih omrežij.²

UI v psihiatriji pomeni uporabo naprednih računalniških tehnik in algoritmov za diagnosticiranje, preprečevanje in zdravljenje duševnih motenj.¹ Njena uporaba na področju duševnega zdravja je trenutno skromna. Razlogi za to so občutljiva narava podatkov, pridobljenih med interakcijo med bolnikom in terapevtom, razmeroma majhno število razpoložljivih podatkov za učenje in zelo raznoliki diagnostični kriteriji v aktualnem Diagnostičnem in statističnem priročniku za duševne motnje Ameriškega psihiatričnega združenja (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, DSM-5). Obdelava podatkov in klinično odločanje sta v psihiatriji veliko kompleksnejša kot nekatere druge specifične in objektivne naloge v zdravstvu (npr. identifikacija tumorja na sliki), ki jih že lahko opravi UI.²

Področje duševnega zdravja se močno opira na vzpostavitev dobrega terapevtskega odnosa. Njegovo omejitve predstavlja količina časa, ki ga osebe lahko namenijo posameznemu bolniku. UI lahko ponudi razbremenitev osebja na področjih, kjer osebni stik ni nujen in s tem omogoči osredotočenost psihiatra, psihologa in drugih članov strokovnega tima na bolj empatično obravnavo – v tem smislu bi UI celo lahko naredila psihiatrijo bolj »človeško«. Področja, ki bi jih lahko prevzela UI, so podatkovno vodenje zdravstvenih kartotek in njihovo posodabljanje ter pridobivanje pomembnih informacij iz drugih razpoložljivih virov. Cilji uporabe UI v psihiatriji so odkrivanje motenj že v prodromalni fazi, personalizacija zdravljenja in opolnomočenje bolnikov pri sodelovanju v zdravljenju.²

Strojno učenje in procesiranje naravnega jezika

Strojno učenje je najpogosteje uporabljena oblika UI v zdravstvu. Za učenje, ocenjevanje in predvidevanje izidov prihodnjih dogodkov uporablja podatkovno vodene algoritme. Od tradicionalnih statističnih pristopov se razlikuje v marsičem: hipoteze praviloma ustvarja in jih ne preverja; ima manj predpostavk v

primerjavi s strogimi predpostavkami, potrebnimi za statistično sklepanje; bolj je osredotočeno na napovedi in prepoznavanje vzorcev kot na ocenjevanje vnaprej izbranih parametrov.²

UI lahko uspešno obdeluje masivne podatke (angl. *big data*). Podzvrst strojnega učenja, imenovana globoko učenje (angl. *deep learning*), se v psihiatriji uporablja predvsem za podporo diagnostiki demence – bolezni, za katero so na področju psihiatrije na voljo največje podatkovne zbirke. Kot rešitev za pomanjkanje velikih podatkovnih zbirk s področja psihiatrije se ponuja učenje s prenosom znanja (angl. *transfer learning*), ki ponudi prednaučene algoritme kot začetne točke za analizo novih podatkov.²

Procesiranje naravnega jezika vključuje različne metode: prepoznavo govora, sentimentalna, leksična in semantična analiza govora in prepoznavo optičnih znakov za prenos besedila iz nestrukturiranega v strukturiran format za nadaljnje analize. Navedene metode so za področje psihiatrije še posebej pomembne, saj sta jezik in govor primarna vira informacij za postavljanje diagnoz in zdravljenje psihiatričnih motenj. Zapisi nestrukturiranih psihiatričnih ocen (psihiatrična anamneza in status) so enostavno dostopni, poceni in nudijo veliko uporabnih informacij.²

Pomoč pri postavljanju diagnoze in zdravljenju

Sistemi UI lahko pri postavljanju diferencialne diagnoze pomagajo na več načinov:

- izboljšajo razlikovanje med diagnozami s podobno začetno klinično sliko in različnimi pristopi zdravljenja (npr. razlikovanje med depresivno epizodo bipolarni motnje in unipolarno depresijo na podlagi slikanja možganov);
- pomagajo pri identifikaciji novih podtipov bolezni (npr. endofenotipi shizofrenije, podtipi depresije na osnovi slikanja možganov);
- iz neobičajnih podatkov in podatkovnih virov zgradijo modele – združevanje podatkov iz elektronskih zdravstvenih kartotek, nosljivih senzorjev, govora, objav v družbenih medijih, nevrofizioloških in slikovnih podatkov (RTG, CT, MR, ...) ter genetike v modele za obravnavo duševnih motenj (npr. uporaba slik, objavljenih na družbenem omrežju, za določanje tveganja za depresijo).

UI lahko upošteva tako genetske kot okoljske dejavnike tveganja, kar je pomembno pri kompleksni bio-psiho-socialni naravi psihiatričnih motenj.²

UI lahko psihiatrično zdravljenje podpre na več načinov:

- predvidevanje odziva na zdravljenje, s čemer se izognemo sodelovanju v kliničnih študijah, ki so za pacienta neučinkovite, invazivnim in dragim elektrostimulacijam možganov in zamudnim psihoterapijam (npr. odziv na zdravljenje z antidepresivom glede na dosežke na kliničnem vprašalniku in EEG posnetek);
- predvidevanje pojava resnih neželenih učinkov (npr. tveganje za ledvično insuficienco pri zdravljenju z litijem glede na podatke iz elektronske zdravstvene kartoteke);
- gradnja novih teoretičnih modelov patofiziologije bolezni (npr. določitev časovnice poteka bolezni in razvoja sprememb možganov od prodroma preko prve psihoze do shizofrenije);
- določanje genetskih vzorcev, značilnih za različne psihiatrične motnje;
- določanje potencialnih novih zdravil z uporabo simulacije in podatkovno vodenih pristopov.²

Mejna osebnostna motnja

Klinična slika

Spekter znakov MOM je zelo širok in se lahko tekom življenja pri posamezniku spreminja. Simptomatika MOM je najočitnejša na treh področjih: intenzivno čustvovanje z močnimi nihanji, vključujoč impulzivnost; nestabilna in spreminjajoča se samopodoba; in težave v medosebnih odnosih. Pri osebah z MOM se pogosteje kot v splošni populaciji pojavljajo nekatera disfunkcionalna vedenja: ponavljajoče samopoškodovalno vedenje, kronične samomorilne misli, agresivni izbruhi in preobčutljivost na zavrnitev. Simptomi se prvič pojavijo v adolescenci, dosežejo vrh v pozni adolescenci in zgodnji odrasli dobi, kasneje se praviloma postopno umirjajo.⁴

Diagnosticiranje

Pomembno je na diagnozo posumiti že v zgodnji adolescenci in poiskati osebe s povišanim tveganjem za razvoj MOM. Ob akutni krizni situaciji je, če pacient zaradi MOM še ni bil obravnavan, pomembno izvesti potrebno diagnostiko. Večini pacientov z MOM postavitev diagnoze predstavlja bistveno olajšanje, saj si z njo razložijo svoje vedenje in pretekle življenjske izkušnje. Postavljena diagnoza je pogoj za pričetek ustrezne psihoedukacije in zdravljenja.⁴

Zdravljenje

Pomembno je, da z zdravljenjem MOM začnemo kar se da hitro, da preprečimo potencialno kronifikacijo motnje. Zdravljenje v prvi vrsti predstavljajo psihosocialne intervence. Poleg bistvene psihoterapije so pomembni tudi preventiva pri osebah s povišanim tveganjem za razvoj MOM, individualni načrti za ravnanje ob krizah, vključitev pomembnih drugih, osredotočenost na funkcioniranje osebe izven zdravljenja, šola za starše, pomoč Centra za socialno delo itd. Glavni obliki psihoterapije, ki se uporabljata pri zdravljenju MOM, sta dialektična vedenjska terapija in na mentalizaciji temelječa terapija.⁴

Akutno zdravljenje MOM vključuje akutne psihosocialne intervence in uporabo psihofarmakoterapije.⁴ Pogosto so predpisana različna psihotropna zdravila, čeprav nimajo uradne indikacije za zdravljenje MOM (angl. *off-label medication use*).⁶ Količina dokazov o učinkovitosti razpoložljive psihofarmakoterapije je omejena. Trenutne raziskave ne podpirajo uporabe zdravil ob odsotnosti komorbidnih psihiatričnih bolezni. V primerjavi s placebom naj bi imela zdravila minimalen do ničeren učinek na jakost simptomov MOM, samopoškodovalno vedenje, s samomorom povezane izide ter psihosocialno funkcioniranje. Dokazi z nizko stopnjo gotovosti kažejo na manj težav v medosebnih odnosih po uporabi antipsihotikov ali stabilizatorjev razpoloženja, pri uporabi antidepresivov pa je ta učinek minimalen do ničeren.⁶ Bistveno je, da pacienta motiviramo za zdravljenje in ga spodbudimo, da si poišče psihoterapevtsko podporo. V idealnih javnozdravstvenih okoliščinah bi osebi z MOM takoj bilo omogočeno specifično psihoterapevtsko in psihiatrično zdravljenje, ki bi intenzivno potekalo vsaj šest mesecev. Bolnišnično zdravljenje MOM ni priporočljivo; če je nujno, mora biti čim krajše.⁴

Uporaba umetne inteligence pri obravnavi oseb z mejno osebnostno motnjo

Diagnosticiranje mejne osebnostne motnje

Osebe z MOM pogosto dobijo napačno diagnozo ali je sploh nimajo, zato večkrat zamudimo optimalen čas za pričetek zdravljenja. Avtomatsko presejanje elektronskih zdravstvenih kartotek je ena izmed možnosti za zgodnjo identifikacijo oseb z MOM. Osnovano je na algoritmu, ki vključuje na pravih osnovah izbiro in strojno učenje. Algoritem najprej izbere potencialne bolnike glede na sočasne bolezni in simptome, pogosto povezane z MOM, nato pa

predvidi, ali je pri posamezniku bolj verjetno, da motnjo ima ali je nima.⁷ Druga možnost uporabe UI za zgodnje odkrivanje oseb z MOM vključuje uporabo razvrščanja z algoritmom naključnih gozdov (angl. *random forest classification*). Algoritem je izluščil značilke čustvovanja pri osebah s postavljeno diagnozo MOM z 81 % točnostjo.⁸

Z metodo strojnega učenja, regularizirano regresijo, lahko identificiramo najpomembnejše dejavnike tveganja za razvoj MOM. Tako zgrajen model vključuje 19 dejavnikov tveganja; simptomi depresije in anksioznosti, samokontrola, strogo kaznovanje ter slabo socialno in šolsko funkcioniranje so se izkazali za najbolj kritične.⁹

Povsem objektivno klinično orodje za postavitev diagnoze MOM ne obstaja. Opisana je uporaba strojnega učenja, natančneje prepoznavanja vzorcev in metod razvrščanja, za izluščanje značilk iz funkcijskega magnetnoresonančnega slikanja (nenormalna možganska aktivnost v izbranih regijah ob odzivih na izraze obraza) za prepoznavo MOM. Predlagani pristop je dosegel 94 % točnost pri razlikovanju 21 oseb z MOM od 10 zdravih oseb.¹⁰

Mnoge raziskave so že potrdile morfološke spremembe možganov pri osebah z MOM. Opisano je razlikovanje oseb z MOM od zdravih s kombinacijo avtomatiziranih morfometričnih orodij za merjenje kortikalne debeline in razvrščanja z uporabo metode podpornih vektorjev. Pristop vključuje izbiro značilk za identifikacijo regij z največjim potencialom za razlikovanje. Opisano bi lahko slikanje možganov vključilo v diagnostiko različnih psihiatričnih motenj.¹¹

Razlikovanje bipolarnosti od mejne osebnostne motnje je pogosta diagnostična dilema, saj se njuni simptomi pogosto prekrivajo. Pri obeh opazimo disforično razpoloženje, samomorilnost in samopoškodovalno vedenje, impulzivnost – najpogosteje zapravljanje – in spolno dezinhibiranost ter zlorabo alkohola in prepovedanih drog. Predvsem na osnovi impulzivnosti lahko osebo z MOM hitro označimo kot manično ali hipomanično. Na podlagi strojnega učenja je mogoče uspešno razlikovati med tema motnjama.¹²

Zdravljenje mejne osebnostne motnje

V literaturi je predstavljena uporaba UI v obliki procesiranja naravnega govora kot dodatka k dialektični vedenjski terapiji ali na mentalizaciji temelječi terapiji, pa tudi drugim, pri MOM redkeje uporabljenim terapijam. Pri tem lahko navidezni agent nudi podporo pri mentalizaciji in bolnika z

usmerjenimi vprašanji vodi skozi psihoterapevtsko seanso. Dodatno lahko prepozna bolnikova čustva, izbiro besed, negativno razmišljanje, zmožnost samokontrole itd. ter v skladu s tem usmerja potek seanse.⁵

Le približno polovica oseb z MOM se dobro odzove na ustrezno obliko psihoterapije, ki je sicer težko dostopna in draga. Razmeroma nizek delež uspešnosti bi lahko dvignili, če bi poznali objektivne napovedne dejavnike za izboljšanje simptomov po terapiji. Z uporabo strojnega učenja je mogoče iskati klinične značilnosti, ki bi lahko napovedale izboljšanje ali poslabšanje resnosti motnje in impulzivnosti oseb z MOM po skupinski dialektični vedenjski terapiji. Izbrana metoda je uspešno identificirala 34 pomembnih napovednih dejavnikov za resnost motnje in 17 za impulzivnost. Takšna metoda bi lahko predstavljala osnovo za personalizirano zdravljenje MOM.¹³

Znižanje tveganja za čustveno krizo pri osebah z MOM je možno doseči z zdravljenjem osnovne čustvene disregulacije in/ali s terapevtsko podporo med krizo (npr. s telefonskim klicem), toda tak pristop ni učinkovit, saj porablja veliko človeških virov in finančnih sredstev. Terapevtska računalniška aplikacija bi lahko predstavljala način za reševanje potreb po dodatni terapiji oseb z MOM med samo krizo. Mobilna aplikacija B-RIGHT, osnovana na psihoterapevtskih algoritmičnih UI, se poslužuje dialektične vedenjske terapije, ki je bila uspešna pri zmanjšanju zlorabe prepovedanih drog in samopoškodovalnega vedenja brez samomorilnega namena ter pri zniževanju averzivne napetosti. Bolniki so bili z uporabo aplikacije v smislu omilitve simptomov zelo zadovoljni.³

Razprava

Pregled aktualnih raziskav z obravnavanega področja razkriva potencial za povezovanje metod umetne inteligence in kliničnega dela psihiatrov ter drugih sodelujočih v obravnavi oseb z mejno osebnostno motnjo. Pomembno omejitev pri obravnavi razpoložljive literature predstavlja omejitev izključno na mejno osebnostno motnjo; zelo verjetno bi bilo tudi dela s področja drugih osebnostnih motenj ali drugih področij psihiatrije možno in smiselno aplicirati na obravnavo mejne osebnostne motnje.

Literatura torej v splošnem podpira smiselnost razvoja na umetni inteligenci osnovanih intervenc za diagnosticiranje in zdravljenje psihiatričnih motenj. Poleg očitnega prenosa opravljanja rutinskih nalog iz zdravnika na inteligentna orodja in posledične

razbremenitve ter večje osredotočenosti na odnos med zdravnikom in bolnikom so njihove pomembne prednosti tudi dejstvo, da nekateri bolniki ob še vedno močno prisotni stigmatizaciji svoje težave lažje zaupajo računalniku kot zdravniku, izogibanje negativnemu transferju ob stiku bolnika s terapevtom ter enostaven in hiter dostop do terapije.^{1,5} Ker je ustrezno zdravljenje MOM v mnogih okoljih težko dostopno, je potrebna usmeritev v razvoj konceptov zdravljenja s kratkimi programi za samopomoč pri osebah z blago obliko MOM in v zagotavljanje kompleksnejših in daljših obravnav s strani strokovnjakov za osebe s hujšimi oblikami.⁴

Umetna inteligenca je osnovana na človeški inteligenci in lahko marsikatero nalogo opravi hitreje in bolje kot človek. Z nadaljnjimi izboljšavami se bo morda nekoč razvila v superinteligenco. Kljub temu, da lahko ponovi marsikatero človeško inteligentno sposobnost, kot so hitrost obdelave podatkov, spomin, sklepanje, vidno-prostorske sposobnosti, slušno procesiranje in povezava znanja z razumevanjem, pa umetna inteligenca ni sposobna sočutnih in pravičnih odločitev. Ni sposobna upoštevati raznolikosti med ljudmi, različnih perspektiv, etike in morale. Vse to govori v prid potrebe po nadgradnji umetne inteligence v umetno modrost, ki bo lahko omogočila bolj sočutno in etično oskrbo raznolikih skupin ljudi.² Kljub velikim obetom in pričakovani rasti uporabe različnih oblik umetne inteligence v raznolikih zdravstvenih situacijah je skrb, da bi robot ali algoritem v celoti prevzel delo psihiatra ali psihologa, odveč. Pričakovati je in dobrodošel bo prenos monotoni, obremenjujočih in ponavljajočih se vsakodnevnih nalog na UI, ki bi lahko vodil do višje učinkovitosti in manjše možnosti napak pri zdravljenju.

Reference

1. Fakhoury M. Artificial intelligence in psychiatry. *Adv Exp Med Biol* 2019; 1192: 119-125. https://doi.org/10.1007/978-981-32-9721-0_6
2. Lee EE, Torous J, De Choudhury M, et al. Artificial intelligence for mental health care: clinical applications, barriers, facilitators, and artificial wisdom. *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging* 2021; 6(9): 856-864. <https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2021.02.001>
3. Frías Á, Palma C, Salvador A, et al. B-RIGHT: usability and satisfaction with a mobile app for self-managing emotional crises in patients with borderline personality disorder. *Australas Psychiatry* 2021; 29(3): 294-298. <https://doi.org/10.1177/1039856220924321>
4. Bohus M, Stoffers-Winterling J, Sharp C, Krause-Utz A, Schmahl C, Lieb K. Borderline personality

- disorder. *Lancet* 2021; 398(10310): 1528-1540. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00476-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00476-1)
5. Szalai J. The potential use of artificial intelligence in the therapy of borderline personality disorder. *J Eval Clin Pract* 2021; 27(3): 491-496. <https://doi.org/10.1111/jep.13530>
 6. Stoffers-Winterling JM, Storebø OJ, Pereira Ribeiro J, et al. Pharmacological interventions for people with borderline personality disorder. *Cochrane Database Syst Rev* 2022; 11(11): CD012956. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012956.pub2>
 7. Zang C, Goodman M, Zhu Z, et al. Development of a screening algorithm for borderline personality disorder using electronic health records. *Sci Rep* 2022; 12(1): 11976. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16160-z>
 8. Deb K, De H, Chatterjee SS, Pal A. Studying borderline personality disorder using machine learning. In: *16th International conference on ubiquitous information management and communication (IMCOM)*. Seoul, Korea: 2022: IEEE: 1-6, <https://doi.org/10.1109/IMCOM53663.2022.9721800>
 9. Beeneey JE, Forbes EE, Hipwell AE, et al. Determining the key childhood and adolescent risk factors for future BPD symptoms using regularized regression: comparison to depression and conduct disorder. *J Child Psychol Psychiatry* 2021; 62(2): 223-231. <https://doi.org/10.1111/jcpp.13269>
 10. Xu T, Cullen KR, Hourri A, Lim KO, Schulz SC, Parhi KK. Classification of borderline personality disorder based on spectral power of resting-state fMRI. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc* 2014; 2014: 5036-5039. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2014.6944756>
 11. Sato JR, de Araujo Filho GM, de Araujo TB, Bressan RA, de Oliveira PP, Jackowski AP. Can neuroimaging be used as a support to diagnosis of borderline personality disorder? An approach based on computational neuroanatomy and machine learning. *J Psychiatr Res* 2012; 46(9): 1126-1132. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2012.05.008>
 12. Bayes A, Spoelma MJ, Hadzi-Pavlovic D, Parker G. Differentiation of bipolar disorder versus borderline personality disorder: a machine learning approach. *J Affect Disord* 2021; 288: 68-73. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.03.082>
 13. Jiménez S, Angeles-Valdez D, Rodríguez-Delgado A, et al. Machine learning detects predictors of symptom severity and impulsivity after dialectical behavior therapy skills training group in borderline personality disorder. *J Psychiatr Res* 2022; 151: 42-49. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2022.03.063>