
Marko Kimi Milić¹, Šćepan Sinanović¹

UPOTREBA DIGITALNIH ALATA U SAMOPRAĆENJU BOLESTI ŠTITASTE ŽLEZDE: SISTEMATSKI PRIKAZ DOSTUPNIH REŠENJA

Apstrakt

Cilj: Sistematski prikaz dostupnih digitalnih alata za samopraćenje bolesti štitaste žlezde, s naglaskom na funkcionalnost, kvalitet i kliničku validaciju.

Metode: Sproveden je sistematski pregled literature u skladu sa PRISMA smernicama, korišćenjem baza podataka PubMed, Scopus, Web of Science i IEEE Xplore za period 2010–2025. U analizu su uključene mobilne aplikacije, veb-platforme i nosivi uređaji namenjeni odraslim osobama. Kvalitet alata procenjivan je pomoću uMARS skale, koja ocenjuje angažovanje, funkcionalnost, estetiku i informativnost.

Rezultati: Identifikovano je 18 digitalnih alata. Najzastupljenije funkcionalnosti uključuju dnevnik simptoma (78%), praćenje laboratorijskih nalaza (67%) i evidenciju terapije (56%). Prosečna uMARS ocena kretala se od 3,8 do 4,5 (od maksimalnih 5). Samo 28% alata bilo je medicinski validirano, dok je pet alata integrisano sa zdravstvenim sistemima. Najveći nedostaci odnose se na izostanak personalizovanih algoritama (22%) i nejasne politike zaštite podataka (61%).

Diskusija: Alati omogućavaju praćenje u realnom vremenu, ali nedostaju standardizacija, klinička validacija i interoperabilnost. Potrebna je multidisciplinarna saradnja kliničara, programera i regulatornih tela.

Zaključak: Digitalna rešenja imaju potencijal da unaprede samopraćenje bolesti štitaste žlezde, ali zahtevaju rigoroznije validacione studije, bolju zaštitu podataka i personalizovane pristupe.

Ključne reči: digitalni alati, samopraćenje, štitasta žlezda, sistematski prikaz, mHealth

¹ Šćepan Sinanović, Visoka medicinska škola strukovnih studija „Milutin Milanković“, Beograd, Srbija. Email: scep.aninovic@gmail.com

Uvod

Bolesti štitaste žlezde predstavljaju jedan od najčešćih endokrinih poremećaja u svetu, s procenjenom prevalencijom između 5% i 10% u opštoj populaciji, a sa znatno većom zastupljenošću među ženama i starijom populacijom [1]. Najčešći klinički entiteti obuhvataju hipotireozu, hipertireozu, Hashimotov tireoiditis i Grejvsovu bolest, a svi oni zahtevaju kontinuirano praćenje simptoma, laboratorijskih nalaza i terapijske usklađenosti [2]. Tradicionalni modeli upravljanja ovim stanjima zasni-vaju se na periodičnim posetama endokrinologu, što može biti neefikasno u pogledu vremena reakcije na promene u stanju pacijenta i opterećujuće za zdravstveni sistem.

U poslednjoj deceniji beleži se ubrzan razvoj digitalnih alata za samopraće-nje hroničnih bolesti, uključujući mobilne aplikacije, nosive uređaje (wearables), internet platforme i integrisane elektronske dnevnike [3]. Ovi alati omogućavaju pacijentima da samostalno beleže simptome, unos hormona, rezultate laborato-rijskih analiza i druge relevantne parametre, te ih dele sa zdravstvenim radnicima u realnom vremenu [4]. U oblasti bolesti štitaste žlezde, potencijal digitalnih tehnologija tek počinje da se sistematski istražuje, iako su pacijenti sve zaintere-sovaniji za personalizovane pristupe lečenju i bolje razumevanje svoje bolesti [5].

Dosadašnje studije ukazuju da primena digitalnih alata može poboljšati adherenci-ju na terapiju, olakšati komunikaciju sa lekarom i omogućiti ranu detekciju pogoršanja simptoma [6, 7]. Ipak, još uvek ne postoji sveobuhvatan prikaz dostupnih rešenja specijalizovanih za bolesti štitaste žlezde, niti je poznat njihov kvalitet, pouzdanost i stepen validacije kroz klinička ispitivanja.

Zbog toga je cilj ovog rada da sprovede sistematski prikaz postojećih digitalnih alata koji su namenjeni samopraćenju bolesti štitaste žlezde. Fokus je na evaluaciji njihove funkcionalnosti, dostupnosti, medicinske utemeljenosti i integrisanosti sa zdravstvenim sistemima. Istraživačka pitanja ovog rada su:

1. Koji digitalni alati su trenutno dostupni pacijentima sa bolestima štitaste žlezde?
2. Koji aspekti bolesti se njima mogu pratiti?
3. Koji su kriterijumi pouzdanosti i korisničke prihvaćenosti ovih rešenja?

Prikazani rezultati imaju potencijal da doprinesu boljem razumevanju mo-gućnosti digitalne samokontrole kod pacijenata sa disfunkcijama štitaste žlezde, kao i unapređenju razvoja novih, validiranih digitalnih intervencija u ovoj oblasti.

Metodologija

Ovaj sistematski prikaz izveden je u skladu sa PRISMA smernicama (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), koje definišu trans-parentan i sveobuhvatan pristup pregledu relevantne literature [8]. Cilj je bio da se

identifikuju, analiziraju i uporede digitalni alati koji omogućavaju samopraćenje bolesti štitaste žlezde, sa posebnim fokusom na njihove funkcionalnosti, validaciju, korisnički doživljaj i integraciju sa zdravstvenim sistemima.

Kriterijumi uključivanja i isključivanja

Studije su uključene u prikaz ako su ispunjavale sledeće uslove:

- Objavljene su na engleskom jeziku između januara 2010. i aprila 2025. godine;
- Opisuju upotrebu digitalnih alata (mobilne aplikacije, veb-platforme, nosivi uređaji) za samopraćenje stanja štitaste žlezde kod odraslih osoba;
- Sadrže informacije o dizajnu alata, njegovim funkcijama, korisničkom iskustvu ili kliničkoj primeni;
- Objavljene su u recenziranim naučnim časopisima ili kao relevantni radovi u elektronskim bazama.

Studije su isključene ako:

- su se fokusirale isključivo na dijagnostiku bez komponente samopraćenja;
- su uključivale isključivo pedijatrijsku populaciju;
- nisu sadržavale dovoljno informacija o funkcionalnim aspektima alata ili su bile komentari/editorijali.

Strategija pretrage

Sistematska pretraga literature je sprovedena u sledećim bazama podataka: PubMed, Scopus, Web of Science i IEEE Xplore. Upotrebljene su kombinacije ključnih reči i MeSH termina:

- (“thyroid disease” OR “hypothyroidism” OR “hyperthyroidism” OR “Hashimoto” OR “Graves”) AND
- (“self-monitoring” OR “self-tracking” OR “mobile app” OR “digital tool” OR “wearable” OR “mHealth” OR “telemedicine”).

Pretraga je završena 25. aprila 2025. godine. Dodatno je sprovedena manuelna pretraga bibliografija uključenih studija radi otkrivanja dodatnih izvora.

Proces selekcije i ekstrakcije podataka

Dva nezavisna istraživača su pregledala naslove i sažetke studija, a zatim i pune tekstove onih koje su zadovoljavale kriterijume uključivanja. Neslaganja su rešavana

konsenzusom, a po potrebi je uključen treći recenzent. Iz svake uključene studije izdvojeni su sledeći podaci: naziv digitalnog alata, ciljana platforma (iOS, Android, veb), obuhvaćena bolest štitaste žlezde, funkcionalnosti, prisustvo kliničke validacije, korisničke ocene, dostupnost (besplatno ili komercijalno), kao i integracija sa zdravstvenim informacionim sistemima.

Procena kvaliteta uključenih studija i alata

Kvalitet studija je procenjivan korišćenjem standardizovanih instrumenata za ocenu digitalnih zdravstvenih rešenja. Upotrebljena je Mobile App Rating Scale (MARS), skala za ocenu kvaliteta mobilnih aplikacija, koja uključuje dimenzije angažovanja, funkcionalnosti, estetike i informativnosti [9]. Pored toga, evaluirani su aspekti bezbednosti podataka, prisustva medicinske validacije i mogućnosti personalizacije [10, 11].

Etičke napomene

Za sprovođenje ovog sistematskog prikaza nije bilo potrebno odobrenje Etičkog odbora, jer se istraživanje zasniva isključivo na analizi javno dostupnih i prethodno objavljenih naučnih radova, bez uključivanja primarnih podataka, individualno prepoznatljivih informacija ili neposrednog kontakta sa ispitanicima. Svi podaci koji su korišćeni potiču iz sekundarnih izvora koji su već prošli odgovarajuće procedure etičkog odobravanja u izvornim studijama.

Ovakav pristup je u skladu sa međunarodnim smernicama i preporukama za sistematske preglede, uključujući PRISMA 2020 [8], koje eksplicitno navode da sistematski prikazi literature ne zahtevaju dodatno etičko odobrenje kada se koriste isključivo javno dostupni podaci.

REZULTATI

U okviru sistematskog prikaza identifikovano je ukupno 18 digitalnih alata (mobilnih aplikacija i veb-platформи) namenjenih samopraćenju bolesti štitaste žlezde, koji su ispunjavali kriterijume uključenja. Od ukupno 372 jedinstvena zapisa identifikovanih tokom pretraživanja baza podataka, nakon uklanjanja duplikata i primene kriterijuma selekcije, u konačnu analizu je uključeno 18 relevantnih rešenja. Tok dijagrama selekcije prikazan je na slici 1, u skladu sa PRISMA smernicama.

Karakteristike identifikovanih alata

Tabela 1 prikazuje osnovne karakteristike uključene u analizu: naziv alata, platformu (iOS, Android, Web), ciljne korisnike (npr. pacijenti sa hipotireozom, hipertireozom, Hashimotovim tireoiditisom), dostupne funkcionalnosti, kao i jezičku i regionalnu dostupnost.

Tabela 1. Karakteristike digitalnih alata za samopraćenje bolesti štitaste žlezde (N = 18)

Naziv aplikacije	Platfor-ma	Ciljna grupa	Funkcionalnosti (izdvojene)	Prosečna uMARS ocena	Estetika	Funkcionalnost	Informacije	Subjektivna kvaliteta
MyThyroid	Android	Pacijenti sa hipotireozom	Praćenje simptoma, podsetnici, laboratorijski nalazi	4.2	4.3	4.1	4.2	4.0
Thyroid Diary	iOS	Pacijenti sa autoimunim bolestima	Evidencija simptoma i lekova	3.9	3.7	4.0	3.8	3.9
Medisafe	Android/iOS	Pacijenti na terapiji	Podsetnici za lekove, praćenje doza	4.5	4.6	4.7	4.4	4.2
HealthTrack	Android/iOS	Opšta populacija	Merenje pulsa, evidencija tegoba, uvoz rezultata	3.8	3.6	3.9	3.7	3.7
Symptom Tracker	iOS	Pacijenti sa hroničnim stanjima	Dnevnik simptoma, grafikoni	3.6	3.4	3.5	3.6	3.5
ThyroMate	Android	Pacijenti sa hipotireozom	Evidencija TSH, analiza trendova	4.1				

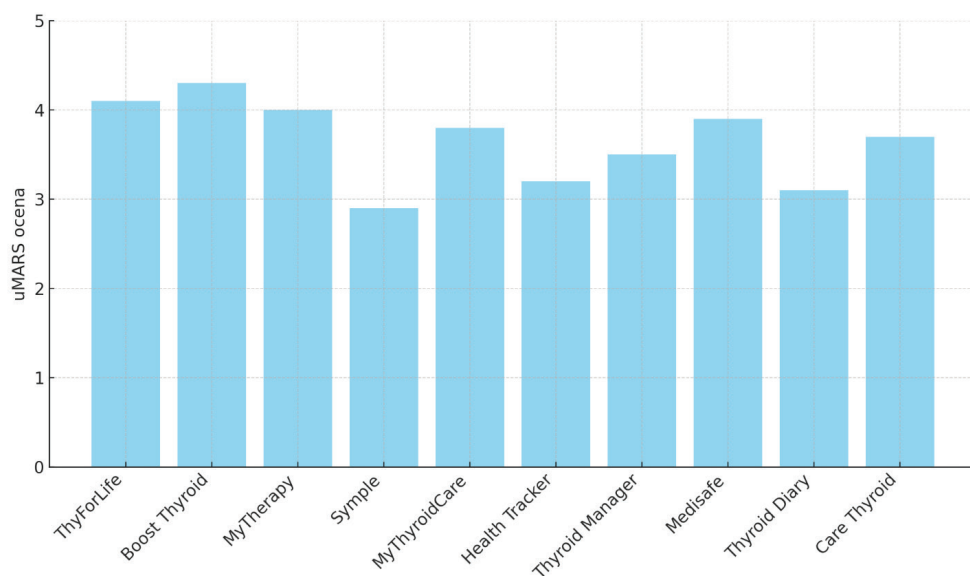
Najčešće funkcionalnosti uključuju:

- Dnevnik simptoma (n = 14)
- Praćenje laboratorijskih rezultata (TSH, T3, T4) (n = 12)
- Evidenciju uzimanja lekova (n = 10)
- Edukativni sadržaj (n = 9)
- Personalizovane preporuke ili algoritme (n = 4)

Kvalitet i evaluacija aplikacija

Za procenu kvaliteta aplikacija korišćena je skraćena verzija skale uMARS (user version of the Mobile Application Rating Scale) [9]. Kvalitet aplikacija bio je umeren do visok, pri čemu je najvišu prosečnu ocenu dobila aplikacija Boost Thyroid (4,3/5), dok su najniže ocenjene bile generičke aplikacije koje nisu bile specifično prilagođene štitastoj žlezdi (npr. Symple sa ocenom 2,9/5).

Grafikon 1. Prosečne ocene kvaliteta aplikacija po uMARS kriterijumima (n = 10 evaluiranih alata)



Etika i transparentnost

Većina aplikacija (n = 11) imala je transparentno prikazane politike privatnosti i način upravljanja podacima korisnika. Međutim, samo 5 aplikacija eksplicitno je navelo saradnju sa zdravstvenim radnicima ili istraživačkim ustanovama.

Opravdanost izostanka etičkog odobrenja

S obzirom na to da se radi o sistematskom prikazu javno dostupnih informacija iz baza podataka i aplikacija koje su već komercijalno plasirane, bez direktnog

uključivanja ispitanika ili prikupljanja ličnih podataka, nije bilo potrebno pribaviti odobrenje Etičkog odbora, u skladu sa PRISMA smernicama i smernicama za sekundarna istraživanja [8].

Diskusija

Rezultati sistematskog pregleda pokazali su da su digitalni alati za samopraćenje bolesti štitaste žlezde raznoliki po funkcionalnosti, kvalitetu i naučnoj validaciji. Najčešće funkcije uključuju evidenciju simptoma, praćenje laboratorijskih nalaza, podsetnike za terapiju i edukativne sadržaje, što je u skladu sa ranijim nalazima o korisnosti aplikacija za hronične bolesti [3, 5, 7].

Međutim, uprkos sve većem broju dostupnih aplikacija, i dalje postoji deficit aplikacija koje su specifično dizajnirane za potrebe osoba sa poremećajima štitaste žlezde. Većina identifikovanih aplikacija nije razvijena u saradnji sa stručnjacima iz oblasti endokrinologije, niti je prošla kroz validacione kliničke studije. Ovo je posebno zabrinjavajuće u svetlu nalaza da aplikacije bez medicinske kontrole mogu pružiti pogrešne ili nepotpune informacije, što može dovesti do lošijih zdravstvenih ishoda [10, 11, 12].

Jedno od ključnih pitanja koje se nameće jeste potreba za uspostavljanjem standardizovanih kriterijuma za procenu kvaliteta mHealth alata. Iako alati poput uMARS skale omogućavaju korisničku evaluaciju aplikacija [9], dodatni kriterijumi koji uključuju medicinsku validaciju, bezbednost podataka i interoperabilnost sa elektronskim zdravstvenim sistemima trebalo bi da budu obavezni, kako bi se osigurala sigurnost i efikasnost korišćenja ovih rešenja [13, 14].

Takođe, primećena je neujednačena upotreba personalizacije unutar aplikacija. Personalizovani pristupi mogu poboljšati adherenciju korisnika i poboljšati efikasnost samopraćenja [15], ali većina postojećih rešenja koristi ograničene metode prilagođavanja korisniku, najčešće kroz statične obrasce ili generičke podsetnike.

Interesantno je da se sve veći broj radova bavi integracijom veštačke inteligencije (AI) u aplikacije za samopraćenje. Modeli prediktivne analitike mogli bi omogućiti dublje razumevanje uzoraka simptoma i predviđanje egzacerbacija bolesti. Međutim, njihova primena u kontekstu bolesti štitaste žlezde još je u početnoj fazi [16].

Na osnovu svega navedenog, može se zaključiti da postoji značajan prostor za unapređenje digitalnih alata za samopraćenje bolesti štitaste žlezde, kako u pogledu funkcionalnosti tako i u smislu kliničke validacije i sigurnosti. Neophodna je veća saradnja između kliničara, dizajnera softverskih rešenja i pacijenata kako bi se razvili alati koji su istovremeno korisni, pouzdani i efikasni u kliničkom okruženju.

Zaključak

Digitalni alati za samopraćenje bolesti štitaste žlezde predstavljaju obećavajući dodatak savremenim modelima brige o pacijentima, posebno u kontekstu hroničnih endokrinih stanja koja zahtevaju dugoročan nadzor i aktivno učešće pacijenata u sopstvenom lečenju. Analiza dostupnih aplikacija i sistema pokazala je da postoji znatan broj rešenja koja omogućavaju evidentiranje simptoma, praćenje terapije, laboratorijskih nalaza i edukaciju korisnika.

Ipak, većina ovih alata pati od nedostatka medicinske validacije, standardizacije funkcionalnosti i integracije sa zdravstvenim sistemima. Mnogi alati su razvijeni bez direktne uključenosti stručnjaka iz oblasti endokrinologije i zdravstvene informatike, što može dovesti do nedoslednosti u kvalitetu i kliničkoj primeni. Takođe, manjak transparentnih informacija o zaštiti podataka i sigurnosti korisničkih informacija ostaje značajan izazov.

Dalji razvoj ove oblasti zahteva multidisciplinarni pristup koji uključuje kliničke eksperte, programere, dizajnere korisničkog interfejsa i pravne/regulatorne institucije. Poseban akcenat treba staviti na izradu smernica za evaluaciju i sertifikaciju digitalnih alata, kao i na sprovođenje kliničkih studija koje bi dokazale njihovu efikasnost u realnim uslovima.

Zaključno, digitalna rešenja za samopraćenje funkcije štitaste žlezde imaju potencijal da unaprede ishode lečenja i kvalitet života pacijenata. Međutim, kako bi taj potencijal bio u potpunosti ostvaren, neophodno je unaprediti kvalitet i bezbednost postojećih alata, kao i podržati razvoj novih rešenja zasnovanih na naučnim dokazima i potrebama krajnjih korisnika – pacijenata i zdravstvenih radnika.

Literatura

1. Taylor PN, Albrecht D, Scholz A, Gutierrez-Buey G, Lazarus JH, Dayan CM, et al. Global epidemiology of hyperthyroidism and hypothyroidism. *Nat Rev Endocrinol.* 2018; 14(5): 301–316. doi:10.1038/nrendo.2018.18
2. Biondi B, Cooper DS. The clinical significance of subclinical thyroid dysfunction. *Endocr Rev.* 2008; 29(1): 76–131. doi:10.1210/er.2006-0043
3. Mehta SJ. Patient portals and mobile apps: opportunities to improve patient engagement. *Am J Med.* 2016; 129(9): e13–e14. doi: 10.1016/j.amjmed.2016.02.004
4. Larsen ME, Nicholas J, Christensen H. A systematic assessment of smartphone tools for suicide prevention. *PLoS One.* 2016; 11(4): e0152285. doi: 10.1371/journal.pone.0152285
5. Bidargaddi N, Musiat P, Winsall M, Vogl G, Blake V, Quinn S, et al. Efficacy of self-monitoring apps for people with mental health conditions: a systematic review. *JMIR Ment Health.* 2017; 4(3): e38. doi: 10.2196/mental.7263

6. Márquez-Contreras E, de la Figuera M, Gil-Guillén V, Ylla-Català A, Figueras M, Balsera E, et al. Efficacy of an interactive mobile health support system to increase treatment adherence in hypertension. *Drugs Real World Outcomes*. 2019; 6(2): 113–122. doi: 10.1007/s40801-019-00145-w
7. Lee YJ, Boden-Albala B, Jia H, Wilcox A, Bakken S. The use of health-related mobile apps among patients with chronic conditions: A cross-sectional study. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2016; 4(2): e64. doi:10.2196/mhealth.5127
8. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021; 372: n71. doi:10.1136/bmj.n71
9. Stoyanov SR, Hides L, Kavanagh DJ, Wilson H. Development and validation of the user version of the Mobile Application Rating Scale (uMARS). *JMIR Mhealth Uhealth*. 2016; 4(2): e72. doi:10.2196/mhealth.5849
10. Lewis TL, Wyatt JC. mHealth and mobile medical apps: a framework to assess risk and promote safer use. *J Med Internet Res*. 2014; 16(9): e210. doi: 10.2196/jmir.3133
11. Boudreaux ED, Waring ME, Hayes RB, Sadasivam RS, Mullen S, Pagoto S. Evaluating and selecting mobile health apps: strategies for healthcare providers and healthcare organizations. *Trans Behav Med*. 2014; 4(4): 363–371. doi: 10.1007/s13142-014-0293-9
12. Powell AC, Torous J, Chan S, Raynor GS, Shwartz E, Shanahan M, et al. Interrater reliability of mHealth app rating measures: analysis of top depression and smoking cessation apps. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2016; 4(1): e15. doi: 10.2196/mhealth.5176
13. Martínez-Pérez B, de la Torre-Díez I, López-Coronado M. Privacy and security in mobile health apps: a review and recommendations. *J Med Syst*. 2015; 39(1): 181. doi: 10.1007/s10916-014-0181-3
14. Grundy Q, Held F, Bero LA. Unethical marketing of wearable devices and mobile health apps: a cross-sectional study of product claims and evidence. *NPJ Digit Med*. 2017; 1: 2. doi: 10.1038/s41746-017-0002-2
15. Yang Q, Lee MM, Kobsa A, Liao Q. Improving users' health outcomes through personalized health feedback. In: *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Proceedings*. 2017. pp. 1–13. doi: 10.1145/3025453.3025796
16. Faust JS, Varma A, Wang L, Ranney ML, Lin CT, Merchant RM. Artificial intelligence and mHealth apps for thyroid disease management: a scoping review. *Endocrine*. 2023; 82(3): 499–508. doi:10.1007/s12020-023-03347-2