

Klinička primjena moderne tehnologije i umjetne inteligencije u dentalnoj medicini

Ivanišević, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, School of Medicine / Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:171:232398>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-11**



Repository / Repozitorij:

[MEFST Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU
MEDICINSKI FAKULTET**

Ana Ivanišević

**KLINIČKA PRIMJENA MODERNE TEHNOLOGIJE I UMJETNE INTELIGENCIJE
U DENTALNOJ MEDICINI**

Diplomski rad

Akademska godina:

2023./2024.

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Antonija Tadin, dr. med. dent.

Split, srpanj 2024.

SADRŽAJ

1.	UVOD	2
2.	CILJ ISTRAŽIVANJA.....	5
3.	MATERIJALI I METODE	7
3.1.	Ispitanici	8
3.2.	Anketni upitnik.....	9
3.3.	Statistička obrada podataka	10
4.	REZULTATI.....	11
5.	RASPRAVA.....	21
6.	ZAKLJUČAK	27
7.	REFERENCE	29
8.	SAŽETAK.....	33
9.	SUMMARY	35
10.	ŽIVOTOPIS	37

Od srca zahvaljujem svojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Antoniji Tadin koja je bila uz mene od mojih prvih koraka u stomatologiji. Hvala Vam na pomoći u svako doba dana, prijateljskim savjetima i strpljenju.

Hvala svim mojim prijateljima i kolegama na nezaboravnih šest godina studentskog života i što smo zajedno postigli cilj koji se na početku činio jako daleko.

Hvala Ani i Maji s kojima sam proživljavala svaku prepreku i slavila svaku pobjedu.

Hvala Šimi koji je uvijek bio moja sigurna luka i bio tu za mene u svakom trenutku.

Hvala cijeloj mojoj obitelji, a posebno mami, tati i sestri koji su vjerovali u mene onda kada ja nisam. Od prvog dana su mi bili najveća podrška i bez njih ovo ne bi bilo moguće. Ovaj rad posvećujem njima.

Hvala dragom Bogu što mi je pokazao da je ovo moj put.

1. UVOD

U pojmu umjetna inteligencija (eng. *artificial intelligence*, AI), riječ „umjetna“ označava nešto što je napravio čovjek, a „inteligencija“ se odnosi na sposobnost razmišljanja. Stoga se umjetna inteligencija može definirati kao znanost pomoću koje možemo razviti uređaje koji se mogu ponašati i razmišljati kao ljudi. Umjetna inteligencija odnosi se na računalne sustave koji su sposobni obavljati složenije zadatke za koje se do sada smatralo da ih može obaviti isključivo čovjek. U domenu zadataka koje umjetna inteligencija može obavljati spadaju donošenje odluka, rješavanje problema i rasuđivanje. Umjetna inteligencija široko utječe na različita područja uključujući znanost, tehnologiju, industriju, pa čak i naš svakodnevni život. Neka od područja u kojima se umjetna inteligencija koristi su matematika, medicinska znanost, znanost o materijalima, geoznanost, biologija, fizika, kemija, marketing, zdravstvo itd. (1, 2). Teorijske temelje onoga što danas nazivamo umjetnom inteligencijom postavili su engleski matematičar Alan Turing, američki matematičar Claude E. Shannon te američki matematičar i filozof Norbert Wiener koji su odgovorni za koncept stvaranja inteligentnih uređaja. Specifično, trenutni sustav umjetne inteligencije je nešto mlađi. Datira iz 1956. godine, kada je grupa istraživača predložila stvaranje „uređaja koji misle“. Uređaji su bili osmišljeni tako da mogu oponašati ljudsku inteligenciju i ljudsko ponašanje (3)

Umjetna inteligencija i srodna tehnologija sve su prisutnije u društvu i poslovanju, a počinju se primjenjivati i u zdravstvu. Ove tehnologije omogućuju transformaciju administrativnih procesa u zdravstvu između doktora i farmaceutskih organizacija. Već postoje brojne znanstvene studije koje ukazuju kako umjetna inteligencija može obavljati zdravstvene zadatke jednako dobro ili bolje od ljudi npr. u dijagnosticiranju bolesti (4, 5). Nije upitno hoće li ove moderne tehnologije biti dovoljno „sposobne“ da bi bile korisne, već je izazov za umjetnu inteligenciju hoće li doći do njenog usvajanja u kliničkoj praksi i koliko će vremena proći da bi došlo do opsežnije uporabe. Da bi do njihove uporabe došlo što prije, ti sustavi se trebaju integrirati sa sustavima elektroničkog zdravstvenog zapisa (eng. *electronic health records*), potrebno je osigurati kvalitetnu edukaciju unutar javnih ili privatnih organizacija te redovito ažurirati informacije o njima. Smatra se da sustavi umjetne inteligencije neće u velikoj mjeri zamijeniti ljude u medicinskim procesima ili, ako do toga dođe, da će proći mnogo vremena. Unatoč tomu, umjetna inteligencija može ponajviše pomoći liječnicima kako bi uložili još više truda u liječenju svojih pacijenata (4).

Prednosti primjene sustava umjetne inteligencije su brži rad i veći profit, laka primjena, mogućnost rada bez odmora, rješavanje kompliciranih i složenijih problema, smanjenje ljudske pogreške (ako je sustav ispravno programiran) te neograničena funkcionalnost. Također, obzirom da je uređajima isključen emocionalni čimbenik, sustav umjetne inteligencije može

dati rezultate i donijeti odluke puno brže. U medicini ima sve veći potencijal za pomoć u klasifikaciji, probiru pacijenata, dijagnozi, donošenju odluka, prognozi, dugoročnom praćenju, a može se koristiti i za pomoć u razvoju lijekova i kliničkoj analizi. Nedostatci primjene ovih sustava su: skupa oprema i popravci uređaja, povećanje nezaposlenosti, automatiziranje poslova, nemogućnost stvaranje ljudske veze i tima, povećana ovisnost o tehnologiji među mlađim generacijama te nedostatak osobnog dodira. Ograničavajući čimbenik također je i pristup podacima s obzirom da neke ustanove ne dijele svoje podatke te u nekim regijama postoji manjak medicinskih informacija što otežava kombiniranje podataka među institucijama (2, 5, 6).

Umjetna inteligencija u dentalnoj medicini koristi se u brojne svrhe. Neka od područja u kojima se koristi su: dentalna radiologija (analiza radiografskih snimaka i CT snimki), planiranje liječenja, protetika (izrada nadomjestaka), parodontologija (dijagnostika parodontitisa), endodoncija (otkrivanje morfologije kanala, lezija, fraktura), ortodoncija (planiranje terapije), forenzička dentalna medicina, oralna patologija (otkrivanje tumorskog tkiva), dentalna robotika i ostalo (3). Postoje mnogobrojna istraživanja u svijetu o primjeni umjetne inteligencije u dentalnoj medicini koja su ispitivala stavove, znanje te primjenu umjetne inteligencije među studentima (7-10), doktorima dentalne medicine (7-13) i dentalnim asistentima (14). U većini istraživanja ispitanici ističu da je njihovo znanje o umjetnoj inteligenciji nedovoljno. Ispitanici većinom imaju pozitivne i optimistične stavove o umjetnoj inteligenciji te smatraju da je potrebna veća edukacija kako bi došlo do veće primjene umjetne inteligencije u kliničkoj praksi. Također, zaključuju da je nužna integracija umjetne inteligencije u nastavni program studija dentalne medicine, odnosno u stomatološko obrazovanje. Ovakvi istraživački radovi, prezentacije i publikacije mogu uvelike pomoći u širenju svijesti o umjetnoj inteligenciji (7-10, 12). U Republici Hrvatskoj nema istraživanja na ovu temu.

Hrvatska Vlada od 2021. godine radi na Nacionalnoj strategiji umjetne inteligencije. Radna skupina sastavljena od stručnjaka iz gospodarstva, civilnog društva, akademske zajednice i javnog sektora imenovana je za izradu strategije. Radna skupina dovršila je prvi nacrt Nacionalnog plana za razvoj umjetne inteligencije. Članovi Hrvatske udruge za umjetnu inteligenciju (eng. *Croatian artificial intelligence association*, CroAI) smatraju da je nužno da se Hrvatska iz pasivnog promatrača pretvori u aktivnog sudionika što se tiče uvođenja umjetne inteligencije u odgojno-obrazovni proces. S obzirom da američka sveučilišta preporučuju izmjenu kurikuluma svakih 18 mjeseci, Europa, pa tako i Hrvatska, ne bi smjela dopustiti da ju preskoči „val“ umjetne inteligencije, kao što se svojedobno dogodilo s internetom. Smatraju da

je Hrvatskoj potrebna promjena načina razmišljanja te isključivanje razmišljanja o mogućem neuspjehu. Među izazovima s kojima se Hrvati susreću je strah od nepoznatog. Stoga članovi CroAI tvrde da se treba usredotočiti na kvalitetno implementiranje umjetne inteligencije u obrazovanje i istraživanje, odnosno poučavanje učenika i studenata učinkovitijem korištenju ovih sustava te na osiguravanje dovoljnog broja stručnjaka koji bi im pružili kvalitetnu obuku o istom (15, 16).

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Integracija moderne tehnologije i umjetne inteligencije u stomatologiji otvorila je novo doba usmjerenosti na pacijenta i učinkovitiju njegu oralnog zdravlja. S obzirom da je primjena moderne tehnologije i umjetne inteligencije u zdravstvu pa tako i u dentalnoj medicini sve veća, provedeno je ovo znanstveno istraživanje. Cilj istraživanja bio je prikupiti podatke o znanju, stavovima i praksi korištenja moderne tehnologije i umjetne inteligencije od strane doktora dentalne medicine u Republici Hrvatskoj.

Specifični ciljevi istraživanja bili su:

- Procijeniti znanje i stavove doktora dentalne medicine u Republici Hrvatskoj o modernoj tehnologiji i umjetnoj inteligenciji;
- Procijeniti praksu korištenja moderne tehnologije i umjetne inteligencije te prepreke pri korištenju istog;
- Procijeniti utječu li profesionalne i socio-demografske karakteristike na znanje o navedenim tehnologijama.

Hipoteze ovog istraživanja bile su:

- Doktori dentalne medicine imaju nedovoljno znanje o umjetnoj inteligenciji i modernim tehnologijama;
- Doktori dentalne medicine imaju nedovoljnu praksu korištenja moderne tehnologije i umjetne inteligencije;
- Doktori dentalne medicine imaju pozitivne stavove o modernoj tehnologiji i umjetnoj inteligenciji i njihovoj primjeni u kliničkoj praksi;
- Profesionalne i socio-demografske karakteristike ne utječu na znanje o navedenim tehnologijama.

3. MATERIJALI I METODE

Ovo presječno istraživanje provedeno je na Katedri za restaurativnu dentalnu medicinu i endodonciju Medicinskog fakulteta u Splitu u veljači 2024. godine, uz odobrenje Etičkog povjerenstva Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Splitu (Klasa: 003-08/23-03/0015, Ur. br.: 2181-198-03-03-23-0079). Istraživanje je provedeno u skladu s institucionalnim etičkim kodeksom i Helsinškom deklaracijom.

Podatci su prikupljeni u formi anketnog upitnika koji je u digitalnoj verziji ili papirnatom obliku bio podijeljen među doktorima dentalne medicine tijekom trajanja Kongresa „Stomatologija danas“, održanog u Splitu 16. i 17. veljače 2024. godine.

Na početku upitnika istaknuta je obavijest ispitanicima da je sudjelovanje u anketi anonimno i dobrovoljno. Ispitanici su mogli odustati od ispunjavanja ankete u bilo kojem trenutku, bez objašnjenja. Ispunjavanje upitnika smatralo se pristankom na sudjelovanje u istraživanju. Anketa nije prikupljala podatke koji bi otkrili identitet ispitanika, već samo podatke o obrazovanju, godinama radnog iskustva, spolu i radnom mjestu.

3.1. Ispitanici

Ispitanu populaciju činili su opći doktori dentalne medicine koji svoju djelatnost obavljaju unutar Republike Hrvatske. Upitnik je u cijelosti ispunilo 200 ispitanika (sudionika kongresa) od 250 podijeljenih anketa, iz čega proizlazi stopa odgovora od 80,0 %. Među ispitanicima, 74,5 % (N = 149) su bile žene, a 60,0 % (N = 120) je bilo mlađe od 40 godina.

Kriteriji uključenja bili su doktori dentalne medicine s kliničkim iskustvom od minimalno jedne godine, dok su kriterij isključenja bili nezaposleni doktori dentalne medicine, odnosno doktori dentalne medicine bez kliničkog iskustva, doktori koji su zaposleni izvan Republike Hrvatske te svi oni koji su odbili ispuniti anketni upitnik kao i specijalisti različitih grana dentalne medicine.

3.2. Anketni upitnik

Anketni upitnik osmišljen je temeljem pretraživanja relevantne literature iste tematike (8-11, 17), a sastojao se od pet većih odjeljaka od ukupno četrdeset četiri pitanja. Pilot testiranje anketnog upitnika provedeno je na deset specijalista dentalne medicine koji su procjenjivali njegovu valjanost, pouzdanost i razumljivost. Na temelju rezultata pilot testiranja i komentara anketara, upitnik je modificiran na način da su neka pitanja izmijenjena, neka izbačena, a kod nekih je promijenjen redoslijed. Za ispunjavanje anketnog upitnika bilo je potrebno 10 minuta.

Prvi odjeljak pitanja sastojao se od pet pitanja o socio-demografskim i profesionalnim podacima ispitanika koji su uključivali spol, dob, radno mjesto, godine kliničkog iskustva te stupanj obrazovanja (P1-P5). U drugom odjeljku postavljeno je sedam pitanja o samoprocjeni korištenja umjetne inteligencije i moderne tehnologije u svojoj kliničkoj praksi (P6-P12). Od ispitanika se tražilo da odgovore koliko trenutno koriste umjetnu inteligenciju i modernu tehnologiju, koliko će navedeno koristiti u budućnosti te vide li potencijal za poboljšanjem svog rada primjenom tih tehnologija i dodatnom edukacijom o istom. Ponuđeni odgovori na četiri pitanja bili su „Da“, „Ne“ i „Ne znam“, a na tri pitanja ponuđena je skala odgovora od „Nimalo“ do „Izvršno“. Također, postavila su se pitanja o područjima stomatologije u kojima ispitanici najviše koriste navedene tehnologije (P13-P24). Navelo se dvanaest grana dentalne medicine na koje su ispitanici zaokruživali „Da“ ili „Ne“ ovisno o korištenju. Treći odjeljak sastavljen je od sedam pitanja iz kojih se utvrdilo koliko stomatolozi trenutno znaju o modernoj tehnologiji i umjetnoj inteligenciji (P25-P31). Pitanja su postavljena specifično, odnosno ispitanici su odgovarali na pitanja („Da“, „Ne“ i „Ne znam“) smatraju li da se moderna tehnologija i umjetna inteligencija koriste za točno navedenu granu dentalne medicine i za konkretnu svrhu. Zbrojem odgovora „Da“ dobiveno je prosječno trenutno znanje ispitanika. Četvrti odjeljak sadržavao je pitanja o tome koje inovacije i uređaje doktori trenutno koriste u svojoj kliničkoj praksi (P32-P34). Odjeljak je sadržavao tri pododjeljka: podatci o primjeni ovih tehnologija u dijagnostici i planiranju liječenja, terapiji te za upravljanje ordinacijom. Nabrojeno je ukupno četrdeset šest inovacija na koje su ispitanici odgovarali s „Da“ i „Ne“, ovisno koriste li navedeno. U posljednjem odjeljku nabrojeno je deset prepreka i nedostataka s kojima se ispitanici susreću ili se potencijalno mogu susreti pri pokušaju integracije umjetne inteligencije i moderne tehnologije u svojoj kliničkoj praksi (P35-P44). Ispitanici su mogli dati svoj odgovor na Likertovoj skali slaganja od pet stupnjeva u rasponu od „U potpunosti se ne slažem“ do „U potpunosti se slažem“ s navedenom preprekom.

3.3. Statistička obrada podataka

Za statističku obradu podataka korišten je IBM SPSS Statistics, verzija 26.0 (SPSS, IBM Corp, Armonk, New York, SAD). Kolmogorov-Smirnov testom procijenjena je normalnost distribucije odgovora. Za deskriptivnu analizu korištene su varijable prikazane u obliku postotka i cijelog broja te regresijskog koeficijenta (β) s intervalom pouzdanosti (CI) 95,0 %. Značajnost rezultata procijenjena je na razini P vrijednosti manjoj od 0,05 s intervalom pouzdanosti od 95,0 %. Za obradu podataka također je bila korištena linearna generalna regresija kako bi se procijenila povezanost između socio-demografskih i profesijskih podataka ispitanika i razine njihovog znanja o modernoj tehnologiji i umjetnoj inteligenciji.

4. REZULTATI

U Tablici 1 prikazani su socio-demografski i profesijski podatci ispitanika. U istraživanju je sudjelovalo 200 ispitanika. Svi ispitanici su bili opći stomatolozi od kojih je 4,0 % (N = 8) doktora znanosti, a 6,5 % (N = 13) ima stručni magisterij. Većina sudionika imala je između 23 i 40 godina (N = 120, 60,0 %). 60,0 % ispitanika (N = 120) imalo je do deset godina iskustva u kliničkoj stomatologiji. U domu zdravlja radilo je 47,0 % ispitanika (N = 94), u privatnoj ordinaciji njih 39,0 % (N = 78), a u koncesiji 14,0 % ispitanika (N = 28). Prema socio-demografskim karakteristikama, žene su pokazale nižu razinu znanja o primjeni umjetne inteligencije u dentalnoj medicini u odnosu na muškarce ($P \leq 0,001$). Stomatolozi s edukacijskim stupnjem obrazovanja dr. sc. / mr. sc. pokazali su veće znanje u odnosu na dr. med. dent. ($P = 0,024$).

Tablica 1. Socio-demografski i profesijski podatci

Karakteristika	Odabir	Ukupno N (%)	AI znanje β (95 % CI)	P
Spol	Muškarac	51 (25,5)	Referenca	
	Žena	149 (74,5)	-1,170 (-1,883 – 0,457)	$\leq 0,001^*$
Dob (godine)	23 -40	120 (60,0)	Referenca	
	41-55	60 (30,0)	-0,563 (-2,196 – 1,070)	0,499
	>56	20 (10,0)	-0,363 (-1,592 – 0,856)	0,556
Godine radnog iskustva	1-10	104 (52,0)	Referenca	
	11-20	47 (23,5)	0,345 (-0,713 – 1,403)	0,523
	>21	49 (24,5)	-0,254 (-1,720 – 1,212)	0,734
Stupanj obrazovanja	Dr. med. dent.	179 (89,5)	Referenca	
	Stručni magisterij	13 (6,5)	-0,431 (-2,018 – 1,156)	0,595
	Mr. sc./Dr. sc.	8 (4,0)	1,676 (0,219 – 3,134)	0,024*
Radno mjesto	Dom zdravlja	94 (47,0)	Referenca	
	Koncesija	28 (14,0)	0,759 (-0,193 – 1,172)	0,118
	Privatna ordinacija	78 (39,0)	0,136 (-0,557 – 0,830)	0,700

Podatci su prikazani kao brojevi (postotci). Kategorija referentne razine znanja „loše“.

* $P < 0,05$. β , regresijski koeficijent; 95 % CI, 95 % interval pouzdanosti

Skraćenice: AI – umjetna inteligencija

U Tablici 2 prikazani su podatci o samoprocjeni znanja, razumijevanja i korištenja moderne tehnologije i umjetne inteligencije u svojoj kliničkoj praksi. Većina ispitanika ocijenila je svoje trenutno poznavanje i razumijevanje moderne tehnologije i umjetne inteligencije kao slabo (N = 56, 28,0 %) i umjereno (N = 73, 36,0 %). 60,5 % (N = 120) ispitanika navelo je da sudjeluje u kontinuiranoj obuci i edukaciji o navedenom. U dodatnoj edukaciji i treningu za bolje razumijevanje i učinkovitije korištenje moderne tehnologije i umjetne inteligencije u budućnosti bi sudjelovalo 78,5 % (N = 157) ispitanika. Većina ispitanika smatrala je da bi korištenje navedenih tehnologija moglo poboljšati kvalitetu tretmana koje pružaju pacijentima (N = 142, 71,0 %). Sudionici koji bi u budućnosti sudjelovali u dodatnoj edukaciji ili treningu za bolje razumijevanje i učinkovitije korištenje moderne tehnologije i umjetne inteligencije u svojoj kliničkoj praksi pokazali su bolje znanje o navedenom u odnosu na sudionike koji ne bi sudjelovali u dodatnoj edukaciji ($P = 0,030$).

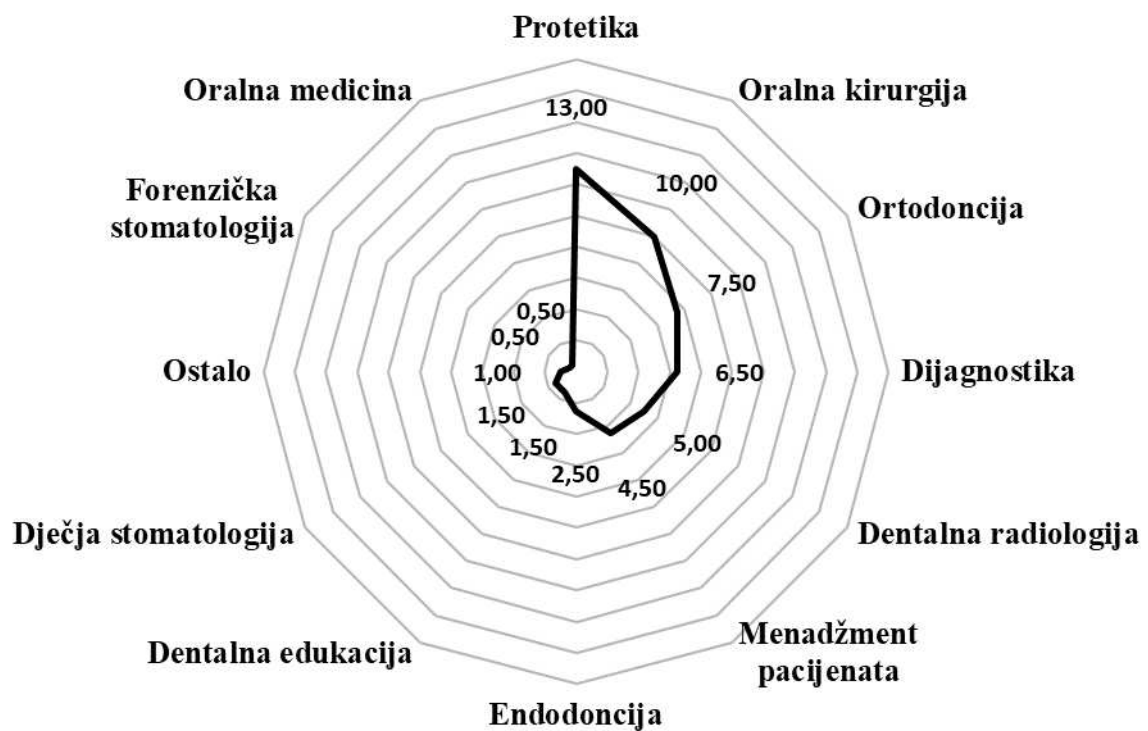
Tablica 2. Samoprocjena korištenja moderne tehnologije i umjetne inteligencije u kliničkoj praksi ispitanika

Pitanje	Odgovor	Ukupno N (%)	AI znanje β (95 % CI)	P
Kako ocjenjujete svoje trenutno poznavanje i razumijevanje modernih tehnologija i umjetne inteligencije u stomatološkoj praksi?	Nimalo	16 (8,0)	Referenca	
	Slabo	56 (28,0)	-0,065 (-1,598 – 1,468)	0,934
	Osnovno	73 (36,5)	0,565 (-0,963 – 2,094)	0,469
	Zadovoljavajuće	46 (23,0)	0,632 (-1,052 – 2,317)	0,462
	Izvršno	9 (4,5)	0,216 (-2,790 – 3,042)	0,932
Sudjelujete li u kontinuiranoj obuci i edukaciji kako biste proširili svoje znanje o modernim tehnologijama i umjetnoj inteligenciji u stomatologiji?	Da	121 (60,5)	0,178 (-0,649 – 1,006)	0,673
	Ne	79 (39,5)	Referenca	
Kako ocjenjujete dostupnost i pristupačnost obuke i edukacije o modernim tehnologijama u stomatološkoj praksi?	Nimalo	7 (3,5)	Referenca	
	Slabo	60 (30,0)	-1,359 (-3,852 – 1,062)	0,266
	Osnovno	82 (41,0)	-1,359 (-3,788 – 1,070)	0,273
	Zadovoljavajuće	44 (22,0)	-2,093 (-4,629 – 0,444)	0,106
	Izvršno	7 (3,5)	20,251(-54309,759– 54350,261)	0,999

Vidite li potencijal za daljnje poboljšanje kvalitete tretmana i iskustva pacijenata u Vašoj stomatološkoj praksi kroz integraciju AI sustava?	Nimalo	4 (2,0)	Referenca	
	Slabo	31 (15,5)	-0,782(-3,643– 2,079)	0,592
	Osnovno	72 (36,0)	-1,513 (-4,254 – 1,228)	0,279
	Zadovoljavajuće	69 (34,5)	-1,579 (-4,385 – 1,226)	0,270
Biste li u svojoj praksi koristili kliničke AI sustave za podršku pri donošenju odluka?	Izvršno	24 (12,0)	-0,747 (-3,736 – 2,243)	0,624
	Da	108 (54)	0,072 (-1,284 – 1,427)	0,917
	Ne	27 (13,5)	Referenca	
Biste li sudjelovali u dodatnoj edukaciji ili treningu za bolje razumijevanje i učinkovitije korištenje umjetne inteligencije u svojoj praksi?	Ne znam	65 (32,5)	-1,245 (-2,621 – 0,131)	0,076
	Da	157 (78,5)	2,607 (0,259 – 4,956)	0,030
	Ne	13 (6,5)	Referenca	
Smatrate li da bi korištenje modernih tehnologija i umjetne inteligencije moglo poboljšati kvalitetu tretmana koje pružate pacijentima?	Ne znam	30 (15,0)	1,733 (-0,639 – 4,105)	0,152
	Da	142 (71,0)	-0,203 (-2,247 – 1,841)	0,845
	Ne	11 (5,5)	Referenca	
	Ne znam	47 (23,5)	-1,416 (-3,498 – 0,665)	0,182

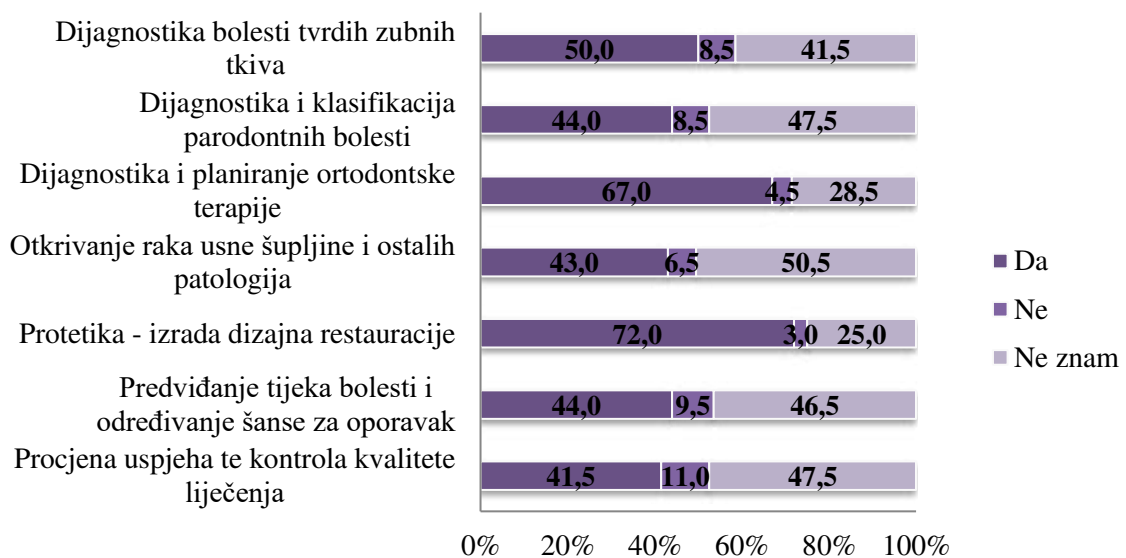
Podatci su prikazani kao brojevi (postotci) te u obliku omjera i intervala.
Kategorija referentne razine znanja „loše“. * $P < 0,05$. β , regresijski koeficijent; 95 % CI, 95 % interval pouzdanosti
Skraćenice: AI – umjetna inteligencija

Slika 1 prezentira podatke o korištenju moderne tehnologije i sustava umjetne inteligencije u kliničkoj praksi ispitanika u pojedinim granama dentalne medicine. Iz nje se zaključuje da 76,0 % (N = 152) ispitanika nije koristilo navedeno u svojoj svakodnevnoj kliničkoj praksi, dok ih je najviše koristilo u protetici (13,0 %, N = 26) i oralnoj kirurgiji (10,0 %, N = 20).



Slika 1. Primjena sustava umjetne inteligencije i moderne tehnologije ispitanika u pojedinim granama dentalne medicine

Na Slici 2 prikazani su odgovori ispitanika o njihovom znanju o upotrebi moderne tehnologije i umjetne inteligencije u pojedinim granama i područjima dentalne medicine. Većina sudionika je smatrala da se navedeno može koristiti u dentalnoj protetici (N = 144, 72,0 %) u svrhu izrade dizajna restauracije te u ortodonciji (N = 134, 67,0 %) u planiranju liječenja i predviđanju rezultata liječenja, kao što je simulacija promjena u izgledu fotografija lica prije i nakon tretmana. Prosječno znanje ispitanika o sustavima umjetne inteligencije bilo je $3,62 \pm 2,56$ (Md = 4,00 , a IKR 1,25 – 6,00, min = 0,00 , max = 7,00). Oko polovice, 47,5 % (N = 95) ispitanika imalo je znanje ispod razine medijana.



Slika 2. Znanje o upotrebi moderne tehnologije i umjetne inteligencije u dentalnoj medicini

U Tablici 3 prikazani su podatci o korištenju pojedinih inovacija moderne tehnologije i umjetne inteligencije u dijagnostici i planiranju liječenja. Od svih inovacija digitalno snimanje (N = 142, 71,0 %) te dentalna konusna kompjutorizirana tomografija (CBCT) (N = 134, 66,0 %) navedene su kao najčešće korištene inovacije u kliničkoj praksi ispitanika za potrebe dijagnostike.

Tablica 3. Podatci o praksi korištenja pojedinih inovacija u dijagnostici i planiranju liječenja

Kategorija	Primjena	Da	Ne
Dijagnoza i planiranje liječenja	Digitalno snimanje	142 (71,0)	58 (29,0)
	Dentalna konusna kompjutorizirana tomografija (CBCT)	134 (66,0)	67 (33,0)
	AI analiza RTG snimaka (umjetna inteligencija)	32 (16,0)	168 (84,0)
	Softver za prikupljanje uvida u donošenje kliničkih odluka (umjetna inteligencija)	17 (8,5)	183 (91,5)
	Intraoralna kamera	71 (35,5)	129 (64,5)
	3D skeniranje - ortodoncija	48 (24,0)	152 (76,0)
	3D skeniranje - oralna kirurgija	47 (23,5)	153 (76,5)
	3D skeniranje - mobilna protetika	45 (22,5)	155 (77,5)
	3D skeniranje - fiksna protetika	70 (35,0)	130 (65,0)
	Planiranje liječenja vođeno umjetnom inteligencijom u ortodonciji	26 (13,0)	174 (87,0)
	Operativni mikroskop	16 (8,0)	184 (92,0)
	Digitalna patologija	11 (5,5)	189 (94,5)
	Moderni uređaji za probir raka usne šupljine (ViziLite®, VELscope®, OralCDx® BrushTest®, Identafi®, sustav fluorescencije, Biospec® i sl)	11 (5,5)	189 (94,5)

Podatci su prikazani kao brojevi (postotci).
Skrćenice: AI - umjetna inteligencija

U Tablici 4 prikazani su podatci o korištenju pojedinih inovacija u terapiji pacijenata. Od svih inovacija, među najčešće upotrebljavanim inovacijama koje se koriste u terapiji, istaknuli su se intraoralni skeneri za fiksnu protetiku (N = 63, 31,5 %), 3D printanje u protetici (N = 69, 34,5 %) te CAD/CAM (kompjutorski potpomognuti dizajn/kompjutorski potpomognuta proizvodnja) tehnologija (N = 84, 42,0 %).

Tablica 4. Podatci o praksi korištenja pojedinih inovacija u terapiji

Kategorija	Primjena	Da	Ne
Terapija	Računalno potpomognuta kirurgija (CAS)	21 (10,5)	179 (89,5)
	Virtualno kirurško planiranje (VSP)	26 (13,0)	174 (87,0)
	Kirurgija potpomognuta robotom	7 (3,5)	193 (96,5)
	3D - vođena implantološka kirurgija	34 (17,0)	166 (83,0)
	Intraoralni skeneri za implantologiju	48 (24,0)	152 (76,0)
	Intraoralni skeneri za mobilnu protetiku	43 (21,5)	157 (78,5)
	Intraoralni skeneri za fiksnu protetiku	63 (31,5)	137 (68,5)
	Intraoralni skeneri za ortodonciju	43 (21,5)	157 (78,5)
	3D printanje u implantologiji	43 (21,5)	157 (78,5)
	3D printanje u protetici	69 (34,5)	131 (65,5)
	3D printanje u ortodonciji - prilagođene bravice	20 (10,0)	180 (90,0)
	Elektromiografija (EMG)	7 (3,5)	193 (96,5)
	Biotisak (bioprintanje)	10 (5,0)	190 (95,0)
	Mikroosteoperforacije - minimalno invazivni zahvati koji ubrzavaju pomicanje zuba	10 (5,0)	190 (95,0)
	<i>Digital smile Design</i>	52 (26,0)	148 (74,0)
	CAD/CAM tehnologija (kompjutorski potpomognuti dizajn/kompjutorski potpomognuta proizvodnja)	84 (42,0)	116 (58,0)
	Virtualni artikulator	27 (13,5)	173 (86,5)
	Ozon	23 (11,5)	177 (88,5)
	Laser	37 (18,5)	163 (81,5)

Podatci su prikazani kao brojevi (postotci).

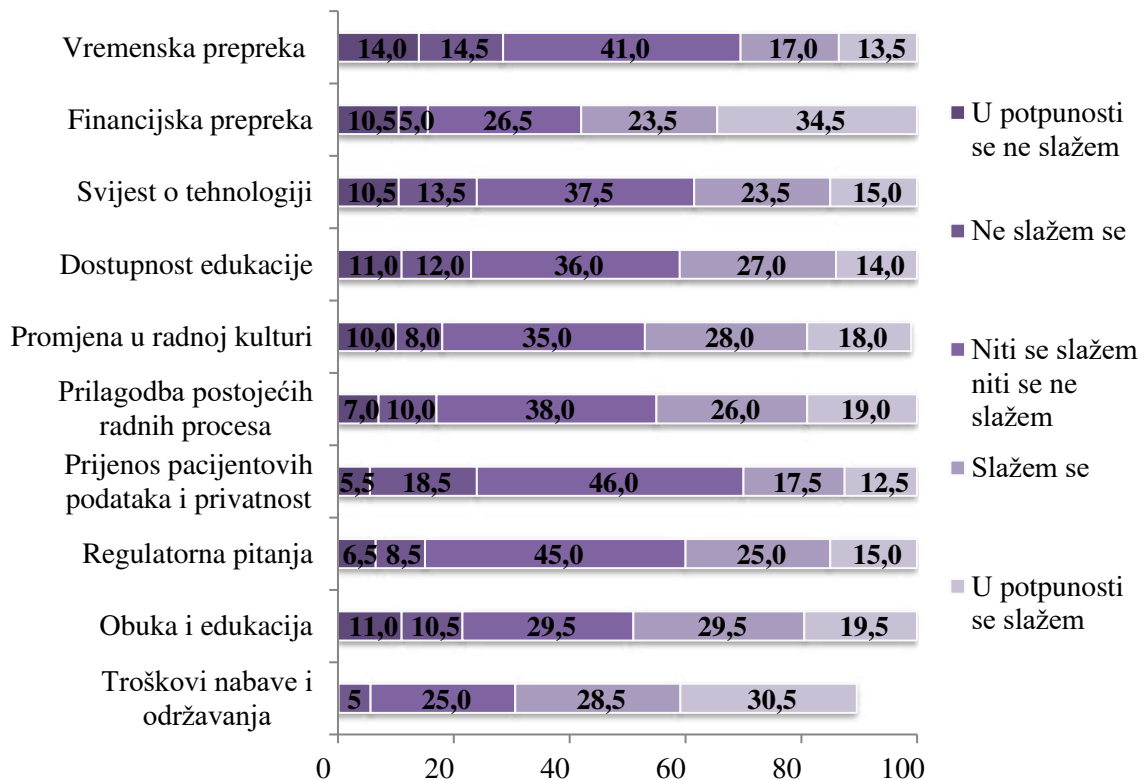
U Tablici 5 prikazani su podaci o korištenju pojedinih inovacija za upravljanje ordinacijom, u preventivnoj dentalnoj medicini, za upravljanje ponašanjem pacijenta, za procjenu karijesa, za upravljanje boli, za istraživanje i analizu podataka. Elektroničku zdravstvenu evidenciju (EHR) za upravljanje ordinacijom koristila je većina ispitanika (N = 117, 58,5 %). 12,0 % ispitanika (N = 24) koristila je *blockchain* za ispis pacijenata i pristanak.

Tablica 5. Podatci o praksi korištenja pojedinih inovacija za upravljanje ordinacijom

Kategorija	Primjena	Da	Ne
Upravljanje ordinacijom	Elektronička zdravstvena evidencija (EHR)	117 (58,5)	83 (41,5)
	Zakazivanje termina pomoću umjetne inteligencije	21 (10,5)	179 (89,5)
Preventivna dentalna medicina	AI – <i>Enhanced Monitoring</i> oralno higijenskih navika	14 (7,0)	186 (93,0)
Upravljanje ponašanjem pacijenta	Virtualna stvarnost (VR) i proširena stvarnost (AR)	16 (8,0)	184 (92,0)
	Sedacija - dušikov oksid – plin	16 (8,0)	184 (92,0)
	Sedacija - oralna svjesna sedacija – pilula	22 (11,0)	178 (89,0)
	Sedacija - <i>NuCalm</i> tehnika - neuromuskularna tehnika	9 (4,5)	191 (85,5)
Procjena karijesa	Laserski sustavi temeljeni na fluorescenciji / DIAGNOdent	19 (9,5)	181 (90,5)
	Digitalna <i>fiber</i> optička transluminacija (DIFOTI)	17 (8,5)	183 (91,5)
	AI algoritmi	8 (4,0)	192 (96,0)
Ispisi pacijenata i pristanak	<i>Blockchain</i>	24 (12,0)	176 (88,0)
Upravljanje boli	Računalno kontrolirana anestezija	9 (4,5)	191 (95,5)
Istraživanje i analiza podataka	AI u stomatološkim istraživanjima	12 (6,0)	188 (94,0)
	<i>Big Data</i> analiza	12 (6,0)	188 (94,0)

Podatci su prikazani kao brojevi (postotci).
Skraćenice: AI - umjetna inteligencija

Na Slici 3 prikazane su prepreke s kojima su se sudionici suočili prilikom uporabe ili pokušaja uporabe moderne tehnologije i umjetne inteligencije u svojoj kliničkoj praksi. Većina sudionika kao glavne prepreke navela je troškove nabave i održavanja (N = 119, 59,0 %) te financijsku prepreku (N = 116, 58,0 %). Dostupnost obuke i edukacije 49,0 % sudionika (N = 98) smatralo je preprekom, dok je 25,0 % sudionika (N = 59) bilo neutralno.



Slika 3. Podatci o preprekama pri integraciji moderne tehnologije i umjetne inteligencije u kliničkoj praksi ispitanika (u postotcima)

5. RASPRAVA

Umjetna inteligencija može stvoriti revolucionarne promjene u zdravstvenom sektoru pa tako i u dentalnoj medicini. Koristi se u dijagnostici, planiranju i prognozi liječenja te procjeni rizika za pojedinu bolest u dentalnoj medicini. Iako nema sumnje da će uporaba navedenih tehnologija nastaviti s rastom i napretkom, vidljiv je nedostatak znanja u cijeloj grani dentalne medicine (7, 17).

Svrha ovog istraživanja bila je procijeniti znanje i primjenu moderne tehnologije i umjetne inteligencije među doktorima dentalne medicine u Republici Hrvatskoj. Pregledom literature na ovu temu uočeno je da trenutno nijedna studija provedena u ovom dijelu Europe. Temeljem dobivenih rezultata utvrđeno je prosječno znanje ispitanika o primjeni umjetne inteligencije u dentalnoj medicini kao ispod prosječno, što se može potvrditi i za svakodnevnu praksu korištenja suvremenih tehnologija i umjetne inteligencije u ordinacijama. Među ispitivanim socio-demografskim i profesionalnim karakteristikama jedino su spol i stupanj edukacije ispitanika imali utjecaj na razinu ispitivanog znanja.

Žene su pokazale nižu razinu znanja o primjeni umjetne inteligencije u dentalnoj medicini u odnosu na muškarce. Za razliku od rezultata u ovom istraživanju gdje se pokazalo da je praksa primjene modernih tehnologija na niskim razinama, digitalne tehnologije prema istraživanju u Saudijskoj Arabiji usvojilo je više od polovice ispitanika u njihovoj svakodnevnoj stomatološkoj praksi, te nije bilo značajnih razlika na temelju spola (18). Također, u istraživanju u Poljskoj nisu dokazane statistički značajne razlike u korištenju i znanju o modernoj tehnologiji između muškaraca i žena, kao niti razlike po godinama kliničkog iskustva (11). Stomatolozi s edukacijskim stupnjem obrazovanja doktora ili magistra znanosti pokazali su veće znanje u odnosu na one koji su samo završili studij dentalne medicine, što bi se moglo objasniti njihovom većom kontinuiranom edukacijom i dugogodišnjim ulaganjem u znanje. U drugom istraživanju u Saudijskoj Arabiji studenti i stažisti pokazali su značajno veće znanje od stomatologa s kliničkim iskustvom, vjerojatno zbog veće upućenosti u modernu tehnologiju putem društvenih mreža, a i preko studentskih predavanja, kongresa i edukacija, što su ispitanici u toj studiji naveli kao način stjecanja znanja o modernoj tehnologiji i umjetnoj inteligenciji (10).

U ovo istraživanje nisu bili uključeni specijalisti, ali bi bilo zanimljivo vidjeti njihovo znanje o ovim tehnologijama, pogotovo među specijalistima dentalne protetike i oralne kirurgije s obzirom da su to grane gdje su sustavi umjetne inteligencije i moderne tehnologije najviše primjenjivani (19). Rezultati u istraživanju u Nizozemskoj pokazuju da doktori sa specijalizacijom imaju veće znanje i veću praksu korištenja moderne tehnologije, kao i oni

stomatolozi koji rade više sati tjedno, u većim ordinacijama, s više radnog osoblja te stomatolozi u mlađoj dobnoj skupini (20).

Ovo istraživanje nije pokazalo značajne statističke razlike u znanju s obzirom na dob, iako bi bilo očekivano da mlađe osobe zbog prethodno navedenih razloga (bolja edukacija o tehnologijama, bolja informiranost putem društvenih mreža i drugih medija) imaju veće znanje. Prema Gilakjani dob je pokazatelj koji može utjecati na individualnu upotrebu novih tehnologija (21). Stoga su u istraživanju u Saudijskoj Arabiji ispitane i generacijske razlike među korisnicima digitalnih tehnologija u stomatologiji. Generacija X je učinkovitije uključila modernu tehnologiju u svoju kliničku praksu od milenijalaca (generacija Y). Ovo otkriće ukazuje na to da su stomatolozi generacije X vjerojatno stekli više godina iskustva i bili izloženiji digitalnim tehnologijama u stomatologiji u usporedbi s mlađim stomatolozima (18).

Većina ispitanika ocijenila je svoje trenutno poznavanje i razumijevanje moderne tehnologije i umjetne inteligencije kao slabo i umjereno. Suprotno ovim podacima, istraživanje provedeno u Indiji pokazalo je dobro poznavanje umjetne inteligencije i drugih modernih tehnologija među stomatolozima. Također, ispitanici u istraživanju u Indiji odgovorili su da su željni proširiti svoje znanje o navedenim tehnologijama (12). To se podudara s rezultatima ovog istraživanja gdje su tri četvrtine ispitanika navele da žele u budućnosti sudjelovati u dodatnoj edukaciji i treningu za bolje razumijevanje i učinkovitije korištenje moderne tehnologije i umjetne inteligencije. Pokazalo se da većina ispitanika u istraživanju u Kurnoolu u Indiji smatra da bi se poznavanje osnovnih principa o umjetnoj inteligenciji trebalo uključiti u program studija ili kao dodatan tečaj za vrijeme trajanja kliničke prakse (8). Studija provedena u Nizozemskoj potvrđuje kako stomatolozi koji više koriste modernu tehnologiju u svojoj kliničkoj praksi, pokazuju više razine znanja. Rezultati iste studije također ukazuju na činjenicu da stomatolozi koji koriste moderne tehnologije imaju veći broj pacijenata u odnosu na kolege koji je ne primjenjuju ili u manjem obimu (20). Iako prema sustavnom pregledu iz 2024. godine studenti dentalne medicine pokazuju manje znanje u odnosu na doktore dentalne medicine (kod kojih je ljestvica znanja prelazila 70 %), u većem postotku vjeruju da će umjetna inteligencija omogućiti značajan napredak u stomatologiji. Premda mnogi stomatolozi vide prednosti ovih tehnologija u budućnosti, manji postotak smatra da umjetna inteligencija može u potpunosti zamijeniti čovjeka (22).

Ispitanici ove studije najviše koriste modernu tehnologiju i umjetnu inteligenciju u protetici, oralnoj kirurgiji i ortodonciji. Ovi rezultati se podudaraju sa sustavnim pregledom o uporabi umjetne inteligencije u dentalnoj protetici (19). Pokazalo se da se umjetna inteligencija koristi za automatiziranu dijagnostiku te kao prediktivna mjera u smislu procjene prognoze

liječenja. U širem području protetike umjetna inteligencija primijenjena je najviše u CAD/CAM sustavima, protetici implantata te samoj orofacijalnoj anatomiji (19). CAD/CAM sustavi su također bili najčešći odgovor u ovom istraživanju kad je u pitanju korištenje moderne tehnologije i umjetne inteligencije u terapiji pacijenta uz intraoralne skenere i 3D printanje u protetici. Korištenjem CAD/CAM tehnologija, različite vrste dentalnih restauracija i nadomjestaka mogu se ne samo dizajnirati, već i izrađivati s iznimnom preciznošću i točnošću. Tijekom proteklih 25 godina, CAD/CAM tehnologija postala je izuzetno popularna. Uvođenje i razvoj CAD/CAM tehnologije u stomatologiji revolucioniralo je pristupe liječenju i izradi protetike. Iako je ova tehnologija dobro utemeljena u fiksnoj, još uvijek je relativno novo područje u mobilnoj protetici (23). Smatra se da je ova tehnologija dovela do promjene u upotrebi dentalnih materijala, što je rezultiralo povećanom upotrebom, primjerice, cirkonija i litij-disilikata (13). Slični rezultati dobiveni su i u istraživanju u Rumunjskoj gdje je većina stomatologa odgovorila da koriste CAD/CAM tehnologiju u svojoj kliničkoj praksi, njih preko polovice (24). Suprotni rezultati, evidentni u istraživanju provedenom u Ujedinjenom Kraljevstvu, ukazuju kako manje od polovice ispitanika koristi ovu tehnologiju u svojoj kliničkoj praksi, što pokazuje da je još uvijek relativno nova i relativno slabo korištena u dentalnoj medicini (13). Korištenjem novih sustava intraoralnih skenera značajno je smanjeno vrijeme potrebno za izradu otisaka, a točnost i marginalno priliježanje digitalnih sustava za otiske nedavno su poboljšani (25). Intraoralni skener može povećati suradljivost pacijenata omogućujući im praćenje tretmana u stvarnom vremenu ili putem snimaka, što je posebno korisno za djecu i anksiozne pacijente (26). Korištenjem algoritama obučeni na bazi podataka, koji su pokazali sličnu učinkovitost kao stručnjaci, pomoglo bi se specijalistima oralne kirurgije oko donošenja odluka o liječenju (npr. ekstrakcija impaktiranih trećih molara gdje navedeni alati omogućuju vođenje postupka predviđanjem težine kirurškog zahvata, detektiranje kontakta s donjim alveolarnim kanalom na panoramskoj snimci te potencijal erupcije trećih molara mjerenjem njihove angulacije. Tako bi se kirurgu uvelike olakšalo donošenje odluke o liječenju (27).

Na pitanja o znanju doktora o tome gdje se umjetna inteligencija i moderna tehnologija mogu koristiti ili gdje se koriste među granama dentalne medicine, najčešći odgovori bili su dentalna protetika u svrhu izrade dizajna restauracije te ortodoncija u planiranju liječenja i predviđanju rezultata liječenja. Prema istraživanju u Kini umjetna inteligencija se u ortodonciji najviše koristi u dijagnostici, ali ima ograničeno uporište u terapiji. Smatraju da umjetna inteligencija može pomoći ortodontima u ispravljanju dubokih zagrizi i sprječavanju dehiscencije ili fenestracije kosti (28). Prema Borzabadi-Farahani i sur. korištenje umjetne

inteligencije za otkrivanje potreba za ortodontskim tretmanom poput indeksa potrebe za ortodontskim tretmanom (IOTN) i indeksa funkcionalne potrebe za ortognatskim tretmanom (IOFTN) još uvijek bi se trebalo dodatno istražiti (29). Prema Gnanambigai i sur. rezultati pokazuju da ispitanici u njihovom istraživanju vjeruju da se umjetna inteligencija može koristiti u dijagnostici, planiranju liječenja, dentalnoj patologiji (rano otkrivanje lezija, histopatološka analiza karcinoma i sl.), protetici (kraće trajanje tretmana, veća kvaliteta radova) i interpretaciji cefalometrijskih analiza (7). Ti odgovori se podudaraju s ovim istraživanjem gdje su postavljena slična specifična pitanja o umjetnoj inteligenciji što nam pokazuje da stomatolozi vjeruju da umjetna inteligencija i ostala moderna tehnologija mogu uvelike pomoći u tretmanima koje pružaju svojim pacijentima, ali i dalje smatraju da imaju nedovoljnu količinu znanja i vještina o uporabi istog. Zato bi se trebala podići svijest o umjetnoj inteligenciji putem dentalnih udruga, istraživačkih institucija i tehnoloških tvrtki promoviranjem rasprava i obrazovnih resursa vezanih za umjetnu inteligenciju. Znanstveni radovi, publikacije i prezentacije o umjetnoj inteligenciji u stomatologiji mogu doprinijeti širenju svijesti među studentima stomatologije (7).

U ovom istraživanju CBCT se uz digitalno snimanje ističe kao najkorišteniji alat u dijagnostici i planiranju liječenja. Primjena kompjutorizirane tomografije s konusnim snopom (CBCT) u stomatologiji raste eksponencijalno, pružajući precizna mjerenja, poboljšavajući uočljivost lokalizacije impaktiranih zuba, identifikaciju endodontskih problema, procjenu paradontalnih strukutra te omogućujući pregled raznih oralnih abnormalnosti. Unatoč svojim prednostima, važno je ograničiti upotrebu CBCT-a na situacije gdje njegove koristi nadmašuju potencijalne rizike te ga primjenjivati samo kada je opravdano. Ovakav pristup osigurava bolje rezultate za pacijente (30).

Većina ispitanika ovog istraživanja kao glavne prepreke u korištenju umjetne inteligencije i moderne tehnologije navela je troškove nabave i održavanja te financijsku prepreku. Dostupnost obuke i edukacije gotovo polovica ispitanika smatrala je velikom i bitnom preprekom. Navedeno se poklapa s rezultatima istraživanja provedenim u Ujedinjenim Arapskim Emiratima gdje su također dostupnost obuke i edukacije ispitanici smatrali glavnim izazovom i preprekom pri primjeni navedenih tehnologija (17). Kao najveće prepreke za uvođenje digitalne tehnologije u svoju kliničku praksu u istraživanju u Saudijskoj Arabiji navedene su nedostatak svijesti praktičara, nedostatak obrazovanja i inicijatora uvođenja moderne tehnologije u kliničkoj praksi (18), dok je visoka cijena bila je najveći razlog nekorištenja moderne tehnologije među stomatolozima u Poljskoj. Poljski stomatolozi radije koriste konvencionalne metode liječenja što upućuje na nedovoljnu informiranost doktora, a

autori studije navode i smatraju da se većim brojem istraživanja o ovoj temi doprinosi boljem razumijevanju i shvaćanju trenutnog stanja moderne tehnologije u stomatologiji (11). Nedostatak svijesti glavna je prepreka korištenju umjetne inteligencije u stomatologiji prema istraživanju Nishi Sing i sur. u čijoj studiji je preko polovice sudionika izjavilo da su nedostatak obuke na fakultetu i nedostatak tehničkih resursa također prepreke u korištenju. Oni smatraju da kvalitetnija obuka stručnjaka na studijima mogu pomoći u prevladavanju budućih izazova u integraciji moderne tehnologije i umjetne inteligencije (31).

Ovo istraživanje imalo je nekoliko ograničavajućih čimbenika. Odgovori ispitanika iz ovog istraživanja ne moraju prezentirati znanje svih doktora dentalne medicine u Republici Hrvatskoj jer je istraživanje provedeno samo na jednom kongresu i na relativno malom broju ispitanika. U istraživanju je sudjelovalo značajno više žena u odnosu na muškarce, što je bio problem i ostalih studija ove tematike među kojima je i studija Hamd i sur. u kojoj je sudjelovalo gotovo dvostruko više žena (17). Također, u ovo istraživanje nisu uključivani specijalisti koji mogu imati veće znanje o modernoj tehnologiji i umjetnoj inteligenciji s obzirom na veću usmjerenost na pojedinu specijalizaciju, veću informiranost i unaprjeđivanje kvalitete vlastitog rada. Isto tako, radi se o presječnoj studiji koja se temeljila na anketnom upitniku, što znači da ispitanici iznose samoprocijenjene stavove o praksi i znanju. Da bi se poboljšalo znanje i povećala praksa korištenja moderne tehnologije i umjetne inteligencije nužno je pronaći bolji način za obogaćenje naših obrazovnih sustava te poticanje inovativnosti i istraživanja. Potrebno je težiti poboljšanju kvalitete skrbi za naše pacijente kako bi i pacijente i nas same učinili što zadovoljnijima (32).

Iz iščitavanja literature i drugih istraživanja na istu ili sličnu tematiku, može se zaključiti da svako ovakvo istraživanje doprinosi većoj informiranosti i većem znanju o inovacijama moderne tehnologije te bi se iz tog razloga trebalo provoditi još ovakvih istraživanja u kojem bi sudjelovao još veći broj ljudi. Bilo bi poželjno da ta istraživanja uključuju veći broj sudionika te da se provede na što većem broju kongresa, seminara i događanja gdje se okuplja veći broj doktora dentalne medicine.

6. ZAKLJUČAK

Iz navedenih rezultata možemo donijeti sljedeće zaključke:

1. Među socio-demografskim i profesijskim karakteristikama višu razinu znanja o modernoj tehnologiji i umjetnoj inteligenciji pokazali su muškarci u odnosu na žene te doktori sa stupnjem obrazovanja dr. sc./mr. sc. dok godine radnog staža i radno mjesto nisu imali utjecaja;
2. Većina ispitanika ocijenila je svoje trenutno poznavanje i razumijevanje moderne tehnologije i umjetne inteligencije kao slabo i umjereno te je znala da se navedeno može koristiti u dentalnoj protetici i ortodontici;
3. Sudionici koji bi u budućnosti htjeli sudjelovati u dodatnoj edukaciji ili treningu za bolje razumijevanje i učinkovitije korištenje moderne tehnologije i umjetne inteligencije u svojoj kliničkoj praksi pokazali su bolje znanje o navedenom u odnosu na sudionike koji ne bi;
4. Većina ispitanika ne koristi modernu tehnologiju i umjetnu inteligenciju u svojoj kliničkoj praksi, a oni koji ih koriste najviše ih primjenjuju u protetici, oralnoj kirurgiji i ortodontici;
5. Većina sudionika kao glavne prepreke pri integraciji sustava umjetne inteligencije i moderne tehnologije u svojoj kliničkoj praksi navode troškove nabave i održavanja te financijsku prepreku.

7. REFERENCE

1. Xu Y, Liu X, Cao X, Huang C, Liu E, Qian S i ostali. Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research. *Innovations*. 2021;2:100179.
2. Basu K, Sinha R, Ong A, Basu T. Artificial intelligence: How is it changing medical sciences and its future? *Indian J Dermatol*. 2020;65:365–70.
3. Vodanović M, Subašić M, Milošević D, Savić Pavičin I. Artificial Intelligence in medicine and dentistry. *Acta Stomatol Croat*. 2023;5:70–84.
4. Davenport T, Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc J*. 2019;6:94–8.
5. Nuo X, Dawei Y, Kinji A, Chunxue B. Application of artificial intelligence in modern medicine. *Clin EHealth*. 2023;6:130–7.
6. Pothan A. Artificial intelligence and its increasing importance. U: Karthikeyan J, Su Hie T, Jin NY, urednici. *Learning outcomes of classroom research*. L ordine nuovo publication; 2021. str. 74–81.
7. Kalaimani G, Sivapathasundharam B, Chockalingam RM, Karthick P. Evaluation of knowledge, attitude, and practice (KAP) of artificial intelligence among dentists and dental students: A cross-sectional online survey. *Cureus*. 2023;15(9):e44656.
8. Thulasi MS, Sowjanya B, Sreenivasulu K, Kumar MR. Knowledge attitude and practices of dental students and dental practitioners towards artificial intelligence. *Int J Intell Syst Appl Eng*. 2022;10:248–53.
9. Yüzbaşıoğlu E. Attitudes and perceptions of dental students towards artificial intelligence. *J Dent Educ*. 2021;85:60–8.
10. Aboalshamat K. Perception and utilization of artificial intelligence (AI) among dental professionals in Saudi Arabia. *Open Dent J*. 2022;16.
11. Świtała M, Zakrzewski W, Rybak Z, Szymonowicz M, Dobrzyński M. The use of modern technologies by dentists in Poland: Questionnaire among Polish Dentists. *Healthc Basel Switz*. 2022;10:225.

12. Krishnaprakash G, Shenoy R, Mohammed I, Junaid J, Amanna S. Dentists' knowledge, attitude, and perception regarding robotics and artificial intelligence in oral health and preventive dentistry: A cross-sectional Study. *J Clin Diagn Res.* 2023;47–51.
13. Tran D, Nesbit M, Petridis H. Survey of UK dentists regarding the use of CAD/CAM technology. *Br Dent J.* 2016.;221:639–44.
14. Alzahrani AAH. Perceptions and attitudes of dental practitioners toward robotic dentistry and artificial intelligence in Saudi Arabia. *AIP Adv.* 2024;14:045126.
15. Croatia AI Strategy Report - European Commission [Internet]. [citirano 01. lipanj 2024.]. Dostupno na: https://ai-watch.ec.europa.eu/countries/croatia/croatia-ai-strategy-report_en
16. Hrvatski sabor [Internet]. 2023 [citirano 01. lipanj 2024.]. Izazovi umjetne inteligencije: regulacija, brzina razvoja tehnologija, prilagodba kurikula, uloga škola te (i)racionalni strahovi. Dostupno na: <http://www.sabor.hr/hr/press/priopcenja/izazovi-umjetne-inteligencije-regulacija-brzina-razvoja-tehnologija-prilagodba>
17. Hamd Z, Elshami W, Al Kawas S, Aljuaid H, Abuzaid MM. A closer look at the current knowledge and prospects of artificial intelligence integration in dentistry practice: A cross-sectional study. *Heliyon.* 2023;9:e17089.
18. Radwan HA, Alsharif AT, Alsharif MT, Aloufi MR, Alshammari BS. Digital technologies in dentistry in Saudi Arabia: Perceptions, practices and challenges. *Digit Health.* 2023;9:20552076231197095.
19. Bernauer SA, Zitzmann NU, Joda T. The Use and performance of artificial intelligence in prosthodontics: A systematic review. *Sensors.* 2021;21:6628.
20. van der Zande MM, Gorter RC, Aartman IHA, Wismeijer D. Adoption and use of digital technologies among general dental practitioners in the Netherlands. *PloS One.* 2015;10:e0120725.
21. Gilakjani AP. Factors contributing to teachers' use of computer technology in the classroom. *Univers J Educ Res.* 2013;1:262–7.

22. Dashti M, Londono J, Ghasemi S, Khurshid Z, Khosraviani F, Moghaddasi N, i ostali. Attitudes, knowledge, and perceptions of dentists and dental students toward artificial intelligence: a systematic review. *J Taibah Univ Med Sci.* 2024;19:327–37.
23. Essa DHAA. CAD/CAM in prosthodontics: A gate to the future. *Int J Appl Dent Sci.* 2019;5:394–7.
24. Ghița R, Stanciu A, Popescu S, Khaddour A, Mercut V, Monica S, i ostali. Applications of CAD/CAM technology in dentistry. *Romanian J Dent Res.* 2024;1:47–56.
25. Takeuchi Y, Koizumi H, Furuchi M, Sato Y, Ohkubo C, Matsumura H. Use of digital impression systems with intraoral scanners for fabricating restorations and fixed dental prostheses. *J Oral Sci.* 2018;60:1–7.
26. Pentapati KC, Siddiq H. Clinical applications of intraoral camera to increase patient compliance - current perspectives. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2019;11:267–78.
27. Rasteau S, Ernenwein D, Savoldelli C, Bouletreau P. Artificial intelligence for oral and maxillo-facial surgery: A narrative review. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2022;123:276–82.
28. Liu J, Zhang C, Shan Z. Application of Artificial Intelligence in Orthodontics: Current state and future perspectives. *Healthc Basel Switz.* 2023;11:2760.
29. Borzabadi FA, Eslampour OF. The relationship between the ICON index and aesthetic components of the iOTN index. *World J Orthod.* 2010;11:43–8.
30. Bromberg N, Brizuela M. Dental Cone Beam Computed Tomography. U: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [citirano 01. lipanj 2024.]. Dostupno na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK592390/>
31. Singh N, Pandey A, Tikku AP, Verma P, Singh BP. Attitude, perception and barriers of dental professionals towards artificial intelligence. *J Oral Biol Craniofacial Res.* 2023;13:584–8.
32. Nayyar N, Ojcius DM, Dugoni AA. The role of medicine and technology in shaping the future of oral health. *J Calif Dent Assoc.* 2020;48:127–30.

8. SAŽETAK

Cilj: Svrha ove studije bila je prikazati podatke o poznavanju i iskustvu primjene moderne tehnologije i umjetne inteligencije u kliničkoj praksi doktora dentalne medicine u Republici Hrvatskoj.

Materijali i metode: U presječno istraživanje bili su uključeni doktori dentalne medicine u Republici Hrvatskoj koji svoju djelatnost obavljaju u državnim i privatnim ordinacijama. Anketa je provedena u fizičkom i virtualnom obliku.

Rezultati: U istraživanju je sudjelovalo ukupno 200 ispitanika – općih stomatologa. Većina ispitanika ocijenila je svoje trenutno poznavanje i razumijevanje moderne tehnologije i umjetne inteligencije kao osnovno (36,5 %) i slabo (28,0 %). Većina ispitanika nije koristila sustave umjetne inteligencije u kliničkoj praksi (76,0 %), ali stomatološka protetika (13,0 %) i oralna kirurgija (10,0 %) izdvojile su se kao grane u kojima se najviše koriste. U dodatnoj edukaciji za bolje razumijevanje i učinkovitije korištenje umjetne inteligencije sudjelovalo bi 78,5 % ispitanika, a 71,0 % smatra da bi korištenjem moderne tehnologije i umjetne inteligencije mogli poboljšati kvalitetu tretmana koje pružaju pacijentima. Od svih grana dentalne medicine navedenih u upitniku, najviše ispitanika (72,0 %) smatra da se umjetna inteligencija može koristiti u dentalnoj protetici, u svrhu izrade dizajna restauracije. Glavne prepreke s kojima su se ispitanici susretali pri integraciji moderne tehnologije i umjetne inteligencije u kliničkoj praksi su troškovi nabave i održavanja (59,0 %) i financijska prepreka (58,0 %), a dostupnost obuke i edukacije 49,0 % smatra preprekom, dok je 25,0 % neutralno.

Zaključak: Premda je vidljiva zainteresiranost za edukacijom o modernoj tehnologiji i umjetnoj inteligenciji kako bi tretman pacijenata bio kvalitetniji, doktori dentalne medicine koji su sudjelovali u ovom istraživanju pokazali su nedovoljno znanje o navedenom. Financijska prepreka pokazala se glavnim razlogom nekorisćenja i manjka znanja o predmetu istraživanja.

Ključne riječi: dentalna medicina, moderna tehnologija, umjetna inteligencija, znanje, stomatolozi

9. SUMMARY

Diploma thesis title: Clinical use of modern technology and artificial intelligence in dental medicine

Objective: Presentation of data on the knowledge and experience of applying modern technology and artificial intelligence in the clinical practice of doctors of dental medicine in the Republic of Croatia.

Materials and methods: Doctors of dental medicine in the Republic of Croatia who work in state and private practices were included in this cross-sectional study. The survey has been conducted in physical and virtual form.

Results: A total of 200 respondents (general dentists) participated in the research. Current knowledge and understanding of modern technology and artificial intelligence were rated by most respondents as basic (36.5%) and weak (28.0%). AI systems in clinical practice are not used by the majority of respondents (76,0%), but dental prosthetics (13.0%) and oral surgery (10.0%) stood out as branches in which they are used the most. 78.3% of respondents would participate in additional education for a better understanding and more efficient use of artificial intelligence while 71.0% considered the use of modern technology and artificial intelligence as a way to improve the quality of treatment provided to patients. It is believed by most respondents (72.0%) that out of all branches of dental medicine mentioned in the questionnaire, AI can be used in dental prosthetics, for the purpose of creating a restoration design. The main obstacles encountered by respondents when integrating modern technology and artificial intelligence in clinical practice were acquisition and maintenance costs (59.0%) as well as financial obstacles (58.0%). The availability of training and education was considered an obstacle by 49.0%, although 25.0% of respondents were neutral.

Conclusion: Despite the fact there is a visible interest in education about modern technology and artificial intelligence in order to improve the quality of patient treatment, doctors of dental medicine who participated in this research showed insufficient knowledge about the aforementioned. The financial obstacle turned out to be the main reason for non-use and less knowledge about the subject of research.

Keywords: dental medicine, modern technology, artificial intelligence, knowledge, dentists