



Martina Žigante¹, Vaska Vandevska-Radunović², Stjepan Špalj³

Protocols and Trends in Maintaining the Stability of Orthodontic Treatment Outcomes in Croatia over 10 Years: A Repeated Cross - Sectional Study

Protokoli i trendovi u održavanju stabilnosti ishoda ortodontskog liječenja u Hrvatskoj tijekom 10 godina: ponovljena presječna studija

¹ Department of Orthodontics, Faculty of Dental Medicine, University of Rijeka, Croatia
Sveučilište u Rijeci, Fakultet dentalne medicine, Katedra za ortodonciju, Hrvatska

² Department of Orthodontics, Institute of Clinical Dentistry, University of Oslo, Norway
Sveučilište u Oslu, Institut za kliničku dentalnu medicinu, Zavod za ortodonciju, Norveška

³ Department of Orthodontics, Faculty of Dental Medicine, University of Rijeka, Croatia; Department of Dental Medicine, Faculty of Dental Medicine and Health, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Croatia
Sveučilište u Rijeci, Fakultet dentalne medicine, Katedra za ortodonciju, Hrvatska; Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo, Katedra za dentalnu medicinu, Osijek, Hrvatska

Abstract

Objectives: The aim was to analyze current orthodontic retention protocols in Croatia and their trend over a 10-year period. **Subjects and Methods:** In a repeated cross-sectional survey, questionnaires were distributed to 150 orthodontists in Croatia in 2013 and 185 of them in 2023 (representing 69% and 85% of practicing orthodontists with response rates of 61% and 75%). **Results:** Significant changes in retainer types across different malocclusions and treatment protocols were observed over a 10-year period. There was an increase in the use of VFR and a decrease in acrylic retention plates in both jaws ($p \leq 0.001$). Over the decade, the use of only fixed retention in the mandible declined from 20% to 7% ($p = 0.007$), and the combination of fixed and removable retention in the maxilla dropped from 29% to 17% ($p \leq 0.033$). Increased use of removable retainers was noted in cases involving rotations, open bites, and extractions. Conversely, fixed-removable retainers were more frequently used in spacing cases ($p \leq 0.001$). There was a trend toward fewer check-ups ($p = 0.001$) and toward increased patient self-monitoring ($p = 0.021$). Personal experience as the primary reason for choosing a retention protocol increased from 39% to 62% ($p < 0.001$). Additionally, the use of written information on retention rose from 39% to 69% ($p < 0.001$). **Conclusion:** Retention practices in Croatia have evolved over the past decade, characterized by increased use of VFRs, more frequent implementation of dual retention in the mandible, and greater provision of written retention information. Additionally, follow-up protocols have shifted toward fewer scheduled visits, with increased emphasis on patient self-monitoring.

Received: January 16, 2026

Accepted: April 27, 2026

Address for correspondence

Martina Žigante, DMD, PhD
University of Rijeka, Faculty of Dental
Medicine
Department of Orthodontics
Kresimirova 40, HR-Rijeka 51000,
Croatia
Phone: +38551345638
martina.zigante@fdmri.uniri.hr

MeSH Terms: Orthodontics; Fixed
Orthodontic Appliances; Removable
Orthodontic Appliances

Author Keywords: Clinical protocols;
Orthodontic retainers; Treatment
outcomes

Martina Žigante; 0000-0002-8357-4047
Vaska Vandevska-Radunović; 0000-0002-4098-5161

Stjepan Špalj; 0000-0003-4836-3903

Introduction

Orthodontic treatment plays a pivotal role in correcting malocclusions and achieving optimal dental aesthetics and function. However, orthodontic patients often present with additional dental anomalies that may further complicate treatment planning and long-term stability (1). Furthermore, given the dynamic nature of the dentoalveolar complex, the stability of orthodontic outcomes remains a significant challenge, especially in the long term. Post-treatment changes could be perceived as treatment failure, resulting in patient

Uvod

Ortodontska terapija ključna je u liječenju malokluzija i u postizanju optimalne dentalne estetike i funkcije. No ortodontski pacijenti često imaju dodatne dentalne anomalije koje mogu otežati planiranje liječenja i dugoročnu stabilnost (1). Nadalje, s obzirom na dinamičnu prirodu dentoalveolar-noga kompleksa, stabilnost ortodontskih ishoda ostaje velik izazov, osobito dugoročno. Promjene nakon liječenja mogu se percipirati kao neuspjeh terapije i rezultirati nezadovoljstvom pacijenata (2). Stabilnost ortodontskih ishoda varira

dissatisfaction (2). The reported stability of orthodontic outcomes varies depending on the follow-up period. Long-term stability in terms of acceptable alignment ranges from 30% to 50% after 10 years, but drops to only 10% after 20 years (3). Post-treatment changes include both a natural tendency of teeth to relapse toward their original positions before active treatment, as well as movement caused by normal maturational changes (4). The problem arises from the fact that orthodontic relapse and maturational post-treatment changes are difficult to distinguish (4). Consequently, both phenomena highlight the importance of the retention phase, which aims to preserve treatment results and ensure long-term occlusal stability, and emphasize the need to inform patients about the post-treatment process and possible changes. Despite the widespread clinical use of various retention appliances and protocols, there is a considerable debate regarding the ideal type of retainer, the duration of the retention period, and patient compliance associated with retainers (5). No consensus exists on the best retention appliance or protocol, and their choice seems to be influenced by clinical experience, practice setting, patient age, and malocclusion-related and treatment-related factors such as occlusal outcomes and the type of orthodontic movement performed (6,7).

Advancements in materials, digital technologies, and the understanding of craniofacial growth and maturation—including the development and validation of cephalometric analyses for assessing facial growth patterns (8)—have further underscored the need for research and evidence-based protocols to optimize retention strategies (5,9,10). Various authors examined their national retention strategies and protocols (11-16). Despite geographic differences, the studies on national retention protocols show similarities. It seems that there is a universal increase in vacuum-formed retainers (VFRs), now dominant in most countries, and a clear shift away from Hawley/acrylic plates. Fixed retention with a bonded canine-to-canine retainer is the most frequent option in the mandible, often prescribed for indefinite or lifetime duration. Multiple countries emphasize the need for national guidelines. A significant variability in terms of retention protocols remains in the duration of follow-up, wear protocols, and monitoring strategies (11-16).

The primary aim of this study were to analyze current orthodontic retention protocols in Croatia and how they changed over a 10-year period, with an emphasis on the provision of written instructions and the type of retainer appliances. The secondary aim was to compare Croatian and other national contemporary retention protocols. The hypothesis was that there is a trend toward greater use of written information for patients, greater use of VFRs, and longer follow-up, especially in crowded non-extraction cases, influenced by years of experience.

Materials and Methods

In a repeated cross-sectional, analytical, hypothesis-driven survey, questionnaires were distributed by e-mail or in person to 150 orthodontists in Croatia in 2013, and 185 of them in 2023 (representing 69% and 85% of practicing or-

ovisno o razdoblju praćenja. Dugoročna stabilnost, kad je riječ o prihvatljivom poravnanju zuba, kreće se od 30 % do 50 % poslije 10 godina, ali pada na samo 10 % poslije 20 godina (3).

Promjene nakon liječenja uključuju prirodnu tendenciju zuba da se vrate u početne položaje prije aktivnog liječenja i pomake prouzročene normalnim sazrijevanjem (4). Problem nastaje zbog činjenice da je uzajamno teško razlikovati ortodontski recidiv i poslijeterapijske promjene povezane sa sazrijevanjem (4). Posljedično, oba fenomena pokazuju važnost retencijske faze čija je svrha očuvati rezultat liječenja i osiguravati dugoročnu stabilnost okluzije te ističu potrebu informiranja pacijenata o poslijeterapijskom procesu i mogućim promjenama.

Unatoč širokoj kliničkoj primjeni različitih retencijskih naprava i protokola, vodi se značajna rasprava o idealnoj vrsti retencijske naprave, trajanju retencijskoga razdoblja i suradnji pacijenata u vezi s retencijskim napravama (5). Ne postoji konsenzus o najboljoj retencijskoj napravi ili protokolu, a njihov odabir, čini se, ovisi o kliničkom iskustvu, radnom okruženju, dobi pacijenta te čimbenicima povezanim s malokluzijom i liječenjem, kao što su okluzijski ishodi i vrsta provedenoga ortodontskog pomaka (6, 7).

Napredak u materijalima, digitalnim tehnologijama i razumijevanju kraniofacijalnoga rasta i sazrijevanja, uključujući razvoj i validaciju cefalometrijskih analiza za procjenu obrazaca rasta lica (8), dodatno su istaknuli potrebu za istraživanjima i protokolima temeljenima na dokazima radi optimizacije retencijskih strategija (5, 9, 10). Različiti autori analizirali su nacionalne retencijske strategije i protokole (11 – 16). Unatoč geografskim razlikama, sve su te studije slične. Čini se da se univerzalno povećava uporaba vakuumom formiranih retencijskih udloga (VFR) koje su sada dominantne u većini zemalja, te je jasan odmak od Hawleyevih akrilatnih retencijskih ploča. Fiksna žičana retencija od očnjaka do očnjaka najčešća je opcija u donjoj čeljusti, često propisana na neodređeno vrijeme ili doživotno. U više zemalja ističe se potreba za nacionalnim smjernicama. Značajna varijabilnost i dalje postoji u trajanju praćenja, protokolima nošenja i strategijama monitoringa (11 – 16).

Primarni ishodi ovog istraživanja bili su analizirati aktualne ortodontske retencijske protokole u Hrvatskoj i način njihove promjene u razdoblju od 10 godina, s naglaskom na pisane upute i vrstu retencijske naprave. Sekundarni cilj bio je usporediti hrvatske i druge suvremene nacionalne retencijske protokole. Hipoteza je bila da postoji trend prema većoj uporabi pisanih informacija za pacijente, većoj uporabi VFR-a i duljem praćenju, osobito u slučajevima terapije za zbijenost bez ekstrakcija, pod utjecajem duljine radnog iskustva.

Materijal i metode

U ponovljenom presječnom istraživanju, vođenom analitičkom hipotezom, 150 ortodonata u Hrvatskoj dobilo je upitnike e-poštom ili su im predani osobno 2013. godine i zatim njih 185 u 2023. godini (što je 69 %, odnosno 85 % ak-

thodontists, respectively). A list of orthodontic specialists was provided by the Croatian Dental Chamber, but numerous e-mail addresses were not available (many more in 2013). For non-respondents, a reminder e-mail was sent. The survey received valid responses from 92 orthodontists in 2013 and 138 orthodontists in 2023, resulting in response rates of 61% and 75%, respectively. The same questionnaire was used, consisting of 14 questions, allowing for either single or multiple answer choices (16). The questionnaire is shown in Table 1. The questionnaire was pilot-tested on 10 specialists and postgraduate students to assess item clarity and comprehensibility.

The Fisher and χ^2 tests were used to compare frequencies between years, while the Mann-Whitney test was used for scalar variables. The Z-test for proportions was used after the χ^2 test with Bonferroni correction. No adjustments were made for sample size differences, as the statistical tests account for unequal sample sizes. The relation between two scalar variables was checked by Spearman correlation. Effect size was quantified by Cramer V for Fisher or χ^2 test, and r for Mann-Whitney test, and Spearman correlation. For the Mann-Whitney test, the following formula was used: $r = Z/\sqrt{N}$. Cohen's criteria were used for interpretation: V or r < 0.3 small, 0.3–0.5 medium, > 0.5 large. Commercial statistical software was used (IBM SPSS, IBM Co., Armonk, US).

Results

The ages of practicing orthodontists ranged from 27 to 75 in 2013 and from 33 to 73 in 2023 and differed between groups (median 39 in 2013 and 46 in 2023). Years of experience also differed (median 7 in 2013 and 14 in 2023). The majority of orthodontists obtained their specialist degree in the Croatian capital Zagreb (80/92; 87% in 2013 and 129/138; 94% in 2023). They worked with patients median 5 days in both years.

Main differences in retention protocols are presented in Tables 1-5.

Information on retention was most often provided verbally, but there was an increase in written information on

tivnih ortodonata). Popis specijalista ortodontije dostavila je Hrvatska komora dentalne medicine, no mnoge e-adrese nisu bile dostupne (znatno više 2013. godine). Neodazvanim ispitanicima poslan je podsjetnik e-poštom. Za istraživanje su prikupljeni valjani odgovori od 92 ortodonta 2013. godine i od 138 ortodonata 2023. godine, uz stope odaziva od 61 %, odnosno 75 %. Korišten je isti upitnik koji se sastojao od 14 pitanja, s mogućnošću odabira jednoga ili više odgovora (16). Upitnik se nalazi u tablici 1. Pilot-ispitivanje upitnika provedeno je na uzorku od 10 specijalista i poslijediplomskih studenata kako bi se procijenile jasnoća i razumljivost pitanja.

Za usporedbu učestalosti između godina korišteni su Fisherov test i χ^2 test, a za kontinuirane varijable Mann-Whitneyjev test. Z-test za proporcije primijenjen je nakon χ^2 testa uz Bonferronijevu korekciju. Nisu provedene prilagodbe za razlike u veličini uzorka jer korišteni statistički testovi uzimaju u obzir nejednake veličine uzoraka. Odnos između dviju kontinuiranih varijabli ispitan je Spearmanovom korelacijom. Veličina učinka kvantificirana je Cramerovim V za Fisherov ili χ^2 test, te koeficijentom r za Mann-Whitneyjev test i Spearmanovu korelaciju. Za Mann-Whitneyjev test korištena je formula: $r = Z/\sqrt{N}$. Za interpretaciju su primijenjeni Cohenovi kriteriji: V ili r < 0,3 mali učinak, 0,3 – 0,5 srednji, > 0,5 veliki. Korišten je komercijalni statistički softver (IBM SPSS, IBM Co., Armonk, SAD).

Rezultati

Dob aktivnih ortodonata bila je između 27 i 75 godina 2013. godine, te od 33 do 73 godine 2023., uz razlike između skupina (medijan 39 u 2013. i 46 u 2023.). Radno iskustvo također se razlikovalo (medijan 7 u 2013. i 14 u 2023.). Većina ispitanika završila je specijalizaciju iz ortodontije u glavnome gradu Hrvatske, Zagrebu (80/92; 87 % u 2013. i 129/138; 94 % u 2023.). Specijalisti ortodontije radili su s pacijentima 5 dana (medijan) u oba razdoblja.

Glavne razlike u retencijskim protokolima prikazane su u tablicama od 1. do 5.

Informacije o retenciji najčešće su se dobivale usmeno, no zabilježen je porast pisanih informacija o retenciji na kraju or-

Table 1 Comparison of sex and information on retention procedures between time intervals

Tablica 1. Usporedba spola i informacija o retencijskim postupcima između vremenskih intervala

Variable / year • Varijabla / godina	2013	2023	p
Female sex • Ženski spol	70 (76%)	98 (71%)	0.450
Verbal information at the beginning of ortho treatment about retention • Usmene informacije o retenciji na početku ortodontske terapije	87 (95%)	121 (88%)	0.109
Written info • Pisane informacije	30 (33%)	44 (32%)	1.000
Retention type info • Informacije o vrsti retencijske naprave	53 (58%)	89 (65%)	0.333
Retention duration info • Informacije o trajanju retencije	54 (59%)	79 (57%)	0.892
Verbal information at the end of ortho treatment about retention • Usmene informacije o retenciji na kraju ortodontske terapije	88 (96%)	131 (95%)	1.000
Written info • Pisane informacije	36 (39%)	95 (69%)	<0.001
Info on caution and problems • Informacije o oprezi i problemima	67 (73%)	104 (75%)	0.758
Info on interdental brush • Informacije o interdentalnim četkicama	45 (49%)	52 (38%)	0.103
Info on tooth pick • Informacije o zubnim čačalicama	14 (15%)	23 (17%)	0.856
Info on floss • Informacije o zubnom koncu	30 (33%)	41 (30%)	0.664
Info on electric brush • Informacije o električnim četkicama	15 (16%)	33 (24%)	0.187

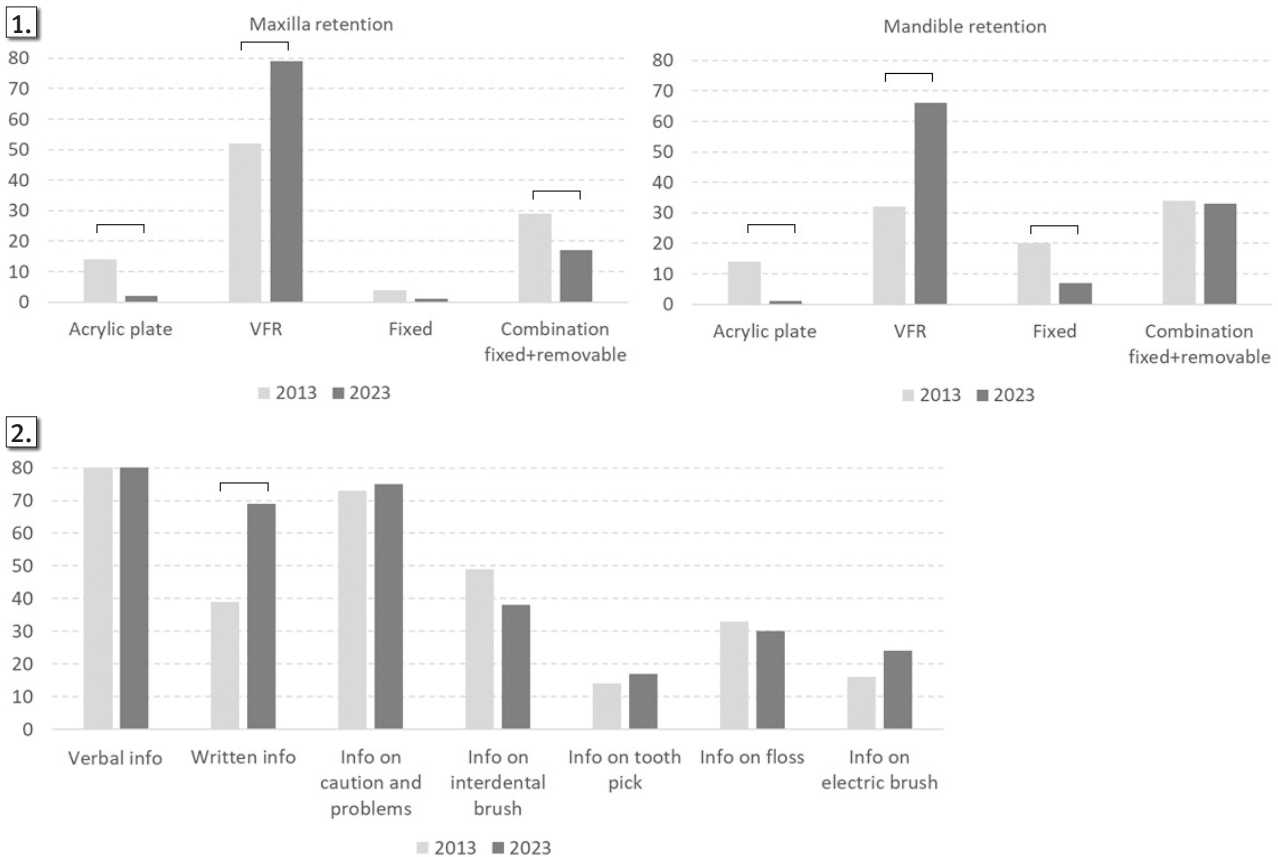


Figure 1 Comparison of information given at the start of retention in 2013 and 2023. Bars present percentages. Horizontal lines connect appliances that differ in frequency of usage between time intervals.

Slika 1. Usporedba informacija danih na početku retencijske faze 2013. i 2023. godine; stupci prikazuju postotke; vodoravne linije povezuju naprave koje se razlikuju u učestalosti uporabe između vremenskih intervala

Figure 2 Changes in usage of retention appliances. Bars present percentages.

Slika 2. Promjene u uporabi retencijskih naprava; stupci pokazuju postotke

Table 2 Comparison of retention appliances and monitoring between years
Tablica 2. Usporedba retencijskih naprava i praćenja između 2013. i 2023.

Variable / year • Varijable / godina	2013	2023	p
Maxilla acrylic plate retention • Maksila – retencija akrilatnom pločom	13 (14%)	3 (2%)	0.001
Maxilla VFR • Maksila VFR	48 (52%)	109 (79%)	<0.001
Maxilla only fixed • Maksila samo fiksna retencija	4 (4%)	2 (1%)	0.221
Maxilla combination fixed+removable • Maksila kombinacija fiksna + mobilna retencija	27 (29%)	23 (17%)	0.033
Mandible acrylic plate retention • Mandibula – retencija akrilatnom pločom	13 (14%)	2 (1%)	<0.001
Mandible VFR • Mandibula VFR	29 (32%)	91 (66%)	<0.001
Mandible only fixed • Mandibula samo fiksna retencija	18 (20%)	10 (7%)	0.007
Mandible combination fixed+removable • Mandibula kombinacija fiksna + mobilna retencija	31 (34%)	45 (33%)	0.878
Retention >3 years – orthodontist monitor • Retencija >3 godine – praćenje ortodonta	74 (80%)	104 (75%)	0.423
Retention >3 years – dentist monitor • Retencija >3 godine – praćenje doktora dentalne medicine	2 (1%)	10 (7%)	0.130
Retention >3 years – patient monitor • Retencija >3 godine – samopraćenje pacijenta	16 (17%)	43 (31%)	0.021
Check-ups in retention fixed appliance during first year (≥3) • Kontrolni pregledi u retenciji s fiksnom retencijom tijekom prve godine (≥3)	74 (80%)	80 (58%)	<0.001
Check-ups in retention removable appliance during first year (≥3) • Kontrolni pregledi u retenciji s mobilnom retencijom tijekom prve godine (≥3)	82 (89%)	91 (66%)	<0.001
Check-ups retention after first year (≥2) • Kontrolni pregledi u retenciji nakon prve godine (≥2)	50 (54%)	43 (31%)	0.001
Class II div 1 check-up retention maxilla ≥3y • Klasa II/1 kontrolni pregledi u retenciji maksila ≥3y	69 (75%)	94 (68%)	0.301
Class II div 1 check-up retention mandible ≥3y • Klasa II/1 kontrolni pregledi u retenciji mandibula ≥3y	71 (77%)	92 (67%)	0.103

Table 3 Comparison of reasons for choosing retention protocol and changes in protocols between years
Tablica 3. Usporedba razloga za odabir retencijskog protokola i promjena u protokolima između 2013. i 2023.

Variable / year • Varijabla / godina	2013	2023	p
Retention choice - malocclusion • Odabir retencije - malokluzija	70 (76%)	100 (73%)	0.646
Retention choice – treatment outcome • Odabir retencije – ishod terapije	54 (59%)	84 (61%)	0.784
Retention choice – oral hygiene • Odabir retencije – oralna higijena	31 (34%)	70 (51%)	0.014
Retention choice – periodontal health • Odabir retencije – zdravlje parodonta	25 (27%)	67 (49%)	0.002
Retention choice – patient's wish and motivation • Odabir retencije – želje i motivacija pacijenta	40 (44%)	49 (36%)	0.269
Retention choice – age/completion of growth • Odabir retencije – dob/završetak rasta	37 (40%)	62 (45%)	0.500
Retention choice – myofunctional status • Odabir retencije – miofunkcionalni status	28 (30%)	41 (30%)	1.000
Retention choice - tooth morphology • Odabir retencije – morfologija zuba	4 (4%)	13 (9%)	0.200
Retention choice – wisdom teeth • Odabir retencije – treći kutnjaci	14 (15%)	13 (9%)	0.212
Retention choice – info from residency • Odabir retencije – informacije sa specijalizacije	24 (26%)	36 (26%)	1.000
Retention choice – experience • Odabir retencije – iskustvo	36 (39%)	85 (62%)	<0.001
Retention choice – literature • Odabir retencije – literatura	5 (5%)	24 (17%)	0.008
Retention choice – courses • Odabir retencije – tečajevi	19 (21%)	21 (15%)	0.293
Retention choice - colleagues • Odabir retencije – kolege	6 (7%)	18 (13%)	0.128
Changes made in any kind of retention protocol • Promjene u retencijskom protokolu	50 (54%)	14 (65%)	0.101
Change in appliance type • Promjene vrste retencijske naprave	25 (27%)	24 (17%)	0.100
Change in retention period • Promjene retencijskog razdoblja	24 (26%)	34 (32%)	0.877

Table 4 Comparison of practices of manufacturing retainers between years
Tablica 4. Usporedba praksi u izradi retencijskih naprava između 2013. i 2023.

Variable / year • Varijabla / godina	2013	2023	p
Removable retainers manufactures orthodontist • Mobilne retencijske naprave – izrađuje ortodont	10 (11%)	23 (17%)	0.253
Removable retainers manufactures assistant • Mobilne retencijske naprave – izrađuje asistent	6 (7%)	25 (18%)	0.017
Removable retainers manufactures lab technician • Mobilne retencijske naprave – izrađuje dentalni tehničar	76 (83%)	102 (74%)	0.148
Fixed retainers manufactures orthodontist • Fiksna retencija – izrađuje ortodont	47 (96%)	121 (88%)	0.166
Fixed retainers manufactures assistant • Fiksna retencija – izrađuje asistent	1 (3%)	2 (1%)	0.467
Fixed retainers manufactures lab technician • Fiksna retencija – izrađuje dentalni tehničar	1 (3%)	6 (4%)	1.000
General guidelines on retention required • Potreba za općim smjernicama o retenciji	79 (86%)	122 (84%)	0.686

retention at the end of orthodontic treatment from 2013 to 2023, with a small effect size (39% vs. 69%; $p < 0.001$; $V = 0.294$; Table 1; Figure 1). Information on treatment duration, appliance type, caution, and problems were most frequently included, similar in both years.

VFR was the most commonly used retention appliance. There was an increase in usage of VFR and a decrease in acrylic retention plates in both jaws with a small to medium effect size ($p \leq 0.001$; $V = 0.230 - 0.338$; Figure 2). Over a ten-year period, the sole use of fixed retention in the mandible decreased from 20% to 7% ($p = 0.007$); ($v = 0.185$), while a combination of fixed and removable retention in the maxilla fell from 29% to 17% ($p = 0.033$); ($v = 0.151$).

The differences between more- and less- experienced orthodontists were present in 2013 but not in 2023. Acrylic plates were used more frequently by practitioners with ≥ 15 years of experience compared with those with less experience, both in the maxilla (8/24; 33% vs. 5/68; 7%; $p = 0.004$; $V = 0.328$) and in the mandible (9/24; 38% vs. 4/68; 6%; $p = 0.036$; $V = 0.224$). Conversely, VFR was used less frequently by more experienced orthodontists in both the maxilla (8/24;

ortodontskog liječenja od 2013. do 2023., uz malu snagu učinka (39 % prema 69 %; $p < 0,001$; $V = 0,294$; tablica 1., slika 1.). Najčešće su bile informacije o trajanju liječenja, vrsti naprave, oprezu i mogućim problemima, slično u oba razdoblja.

VFR je bio najčešće korištena retencijska naprava. Zabilježen je porast njegove uporabe i smanjenje korištenja akrilatnih retencijskih ploča u obje čeljusti, uz malu do srednju snagu učinka ($p \leq 0,001$; $V = 0,230 - 0,338$; slika 2.). Tijekom 10 godina uporaba samo fiksne retencije u donjoj čeljusti smanjila se s 20 % na 7 % ($p = 0,007$; $V = 0,185$), a kombinacije fiksne i mobilne retencije u gornjoj čeljusti s 29 % na 17 % ($p \leq 0,033$; $V = 0,151$).

Razlike između iskusnijih i manje iskusnih ortodontata bile su uočene 2013. godine, ali ne i 2023. Akrilatnim pločama češće su se koristili specijalisti ortodoncije s ≥ 15 godina iskustva u usporedbi s onima s manje iskustva, i u gornjoj čeljusti (8/24; 33 % prema 5/68; 7 %; $p = 0,004$; $V = 0,328$) i u donjoj čeljusti (9/24; 38 % prema 4/68; 6 %; $p = 0,036$; $V = 0,224$). Suprotno tomu, VFR su rjeđe odabirali iskusniji ortodonti i za gornju čeljust (8/24; 33 % prema 40/68; 59 %; $p = 0,036$; $V = 0,224$) i za donju čeljust (3/24; 13 % prema

Table 5 Comparison of retainer type used in specific malocclusions and treatment protocols between time intervals
Tablica 5. Usporedba vrste retencijskih naprava korištenih za specifične malokluzije i terapijske protokole između vremenskih intervala

Jaw/year/situation/retainer/significance • Čeljust/godina/situacija/naprava/značajnost	maxilla • maksila			mandible • mandibula		
	2013	2023	p	2013	2023	p
Extraction • Ekstrakcija	8 (9%)	11 (8%)	1.000	17 (19%)	16 (12%)	0.179
Fixed retainer • Fiksna retencija						
Removable • Mobilna retencija	33 (36%)	69 (50%)	0.042	30 (33%)	58 (42%)	0.168
Combination • Kombinacija	51 (55%)	58 (42%)	0.059	45 (49%)	60 (44%)	0.422
Spacing • Rastresitost						
Fixed • Fiksna retencija	23 (25%)	18 (13%)	0.023	32 (35%)	19 (14%)	<0.001
Removable • Mobilna retencija	25 (27%)	29 (21%)	0.341	20 (22%)	26 (19%)	0.616
Combination • Kombinacija	44 (48%)	97 (70%)	0.001	40 (44%)	92 (67%)	<0.001
Frontal expansion • Prednje širenje						
Fixed • Fiksna retencija	5 (5%)	10 (7%)	0.786	16 (17%)	13 (9%)	0.104
Removable • Mobilna retencija	54 (59%)	75 (54%)	0.588	40 (44%)	64 (46%)	0.687
Combined • Kombinacija	33 (36%)	55 (40%)	0.581	36 (39%)	58 (42%)	0.683
Lateral expansion • Lateralno širenje						
Fixed • Fiksna retencija	1 (1%)	7 (5%)	0.149	8 (9%)	13 (9%)	1.000
Removable • Mobilna retencija	60 (65%)	91 (66%)	1.000	55 (60%)	77 (56%)	0.588
Combined • Kombinacija	31 (34%)	41 (30%)	0.563	29 (32%)	45 (33%)	0.886
Impacted canine • Impaktirani očnjak						
Fixed • Fiksna retencija	15 (16%)	13 (9%)	0.150	24 (26%)	15 (11%)	0.004
Removable • Mobilna retencija	44 (48%)	73 (53%)	0.502	41 (45%)	67 (49%)	0.591
Combined • Kombinacija	33 (36%)	53 (38%)	0.781	27 (29%)	54 (39%)	0.159
Rotated teeth • Rotirani zubi						
Fixed • Fiksna retencija	20 (22%)	14 (10%)	0.022	31 (34%)	14 (10%)	<0.001
Removable • Mobilna retencija	19 (21%)	54 (39%)	0.004	15 (16%)	44 (32%)	0.009
Combined • Kombinacija	53 (58%)	71 (51%)	0.418	46 (50%)	73 (53%)	0.668
Open bite • Otvoreni zagriz						
Fixed • Fiksna retencija	18 (20%)	22 (16%)	0.483	27 (29%)	24 (17%)	0.036
Removable • Mobilna retencija	31 (34%)	56 (41%)	0.332	23 (25%)	55 (40%)	0.023
Combined • Kombinacija	43 (47%)	66 (48%)	0.893	42 (46%)	61 (44%)	0.893

33% vs. 40/68; 59%; $p=0.036$; $V=0.224$) and the mandible (3/24; 13% vs. 26/68; 38%; $p=0.022$; $V=0.243$). Additionally, more experienced practitioners used a combination of fixed and removable retainers less often than their less experienced counterparts (4/24; 17% vs. 27/68; 40%; $p=0.047$; $V=0.214$). When comparing 2023 to 2013, check-ups were less frequent with a small effect size ($p<0.001$; $V=0.231-0.263$; Table 2). In 2023, orthodontists scheduled fewer check-ups in the first retention year with both removable (median 3 times vs. 4; $p<0.001$; $r=0.380$) and fixed retainer (3 vs. 4; $p<0.001$; $r=0.339$), and after the first year (2 vs. 3; $p<0.001$; $r=0.243$). Follow-up of Class II division 1 was similar (median 4 years). After three years of retention, the orthodontist is primarily responsible for monitoring patients; however, a trend toward increased patient self-monitoring is present, with a small effect size (from 17% to 31%; $p=0.021$; $V=0.154$).

The orthodontist's years of experience or weekly work with patients were not associated with the duration of retention or the number of check-ups during the first and subsequent years. The findings were identical in both research periods. In 2023, orthodontic specialists with ≥ 15 years of experience were less likely to follow patients for more than 3 years (1/68; 2% vs. 9/70; 13%; $p=0.017$; $V=0.220$) than less experienced orthodontists. In 2013, the difference was not statistically significant. [Table 2, Table 3, Table 4.]

26/68; 38 %; $p = 0,022$; $V = 0,243$). Dodatno, iskusniji ortodonti rjeđe su se koristili kombinacijom fiksnih i mobilnih retencijskih naprava u odnosu prema manje iskusnima (4/24; 17 % prema 27/68; 40 %; $p = 0,047$; $V = 0,214$).

Usporedbom 2023. i 2013. godine, kontrolni pregledi u retenciji bili su rjeđi 2023., uz malu snagu učinka ($p \leq 0,001$; $V = 0,231 - 0,263$; tablica 2.). U 2023. ortodonti su planirali manji broj kontrolnih pregleda tijekom prve godine retencije i za mobilne retencijske naprave (medijan 3 puta prema 4; $p < 0,001$; $r = 0,380$) i za fiksne (3 prema 4; $p < 0,001$; $r = 0,339$), te poslije prve godine (2 prema 3; $p < 0,001$; $r = 0,243$). Praćenje klase II/1 bilo je slično (medijan 4 godine). Poslije tri godine retencije ortodont je i dalje primarno odgovoran za praćenje pacijenata; ali uočeno je povećanje samokontrole pacijenata, uz malu snagu učinka (s 17 % na 31 %; $p = 0,021$; $V = 0,154$).

Godine iskustva ortodonata ili broj dana rada s pacijentima na tjedan nisu bili povezani s trajanjem retencije, ni s brojem kontrolnih pregleda tijekom prve i sljedećih godina. Rezultati su bili jednaki u oba istraživačka razdoblja. U 2023. godini specijalisti ortodoncije s ≥ 15 godina iskustva rjeđe su pratili pacijente dulje od 3 godine u usporedbi s onima manje iskusnima (1/68; 2 % prema 9/70; 13 %; $p = 0,017$; $V = 0,220$). U 2013. godini ta razlika nije bila statistički značajna [tablice 2., 3. i 4.].

Malocclusion type was the most frequently reported reason for the decision on retention protocol in both years. An increase in oral hygiene and periodontal health, as factors in choosing retention protocol, was observed with a small effect size ($p \leq 0.014$; $V = 0.168-0.214$; Table 3). Personal experience increased as a primary reason from 39 to 62% ($p < 0.001$; $V = 0.220$), and literature as a source of information from 5 to 17% ($p = 0.008$; $V = 0.176$).

Orthodontic experience influenced the decision to consider wisdom teeth when choosing a retention protocol and when changing appliance type in 2013, but not in 2023. In 2013, orthodontic specialists with ≥ 15 years of experience more often changed the type of appliance than less experienced orthodontists (13/24; 54% vs 12/68; 18%; $p = 0.001$; $V = 0.360$), and protocol was more often influenced by wisdom teeth (7/24; 29% vs. 7/68; 10%; $p = 0.044$; $V = 0.231$). Orthodontic experience influenced two reasons to select the retention protocol in 2023, but not in 2013. Knowledge acquired at residency was less influential in more experienced orthodontists compared to less experienced (7/68; 10% vs. 29/70; 41%; $p < 0.001$; $V = 0.354$), while personal experience was more often in orthodontic specialists with ≥ 15 years of experience compared to less experienced (49/68; 72% vs. 36/70; 51%; $p = 0.015$; $V = 0.212$).

Removable retainers were most often manufactured by lab technicians and fixed directly by orthodontists in both periods (Table 4). There was an increase in the frequency of removable retainers made by dental assistants in 2023 compared to 2013 (18% vs. 7%; $p = 0.017$; $V = 0.166$).

Orthodontic experience influenced practices of manufacturing retainers in 2023, but not in 2013. In 2023, orthodontic specialists with ≥ 15 years of experience more often used retainers made by dental assistants than less experienced specialists (20/68; 80% vs 5/70; 70%; $p = 0.001$; $V = 0.289$), and less often by lab technicians (43/68; 63% vs. 59/70; 84%; $p = 0.006$; $V = 0.240$). In addition, 6/68 (9%) of more experienced orthodontists and none of the less experienced used fixed retainers made by a lab technician ($p = 0.013$; $V = 0.216$).

When looking at a specific type of malocclusion and its treatment, the preferred retention protocols remained the same in both jaws – removable retainers for expansion and canine impaction, while a combination of fixed and removable retainers for spacing, teeth rotations, open bite, and extraction cases (Table 5). A trend of a decrease in usage of fixed retainers (especially in spacing, rotations, canine impaction, and open bite) was seen with a small effect size ($p \leq 0.036$; $V = 0.141-0.291$). An increase in the usage of removable retainers in rotations, open bite, and extraction cases was seen ($p \leq 0.023$; $V = 0.154-0.194$). In spacing cases, an increase in the use of fixed-removable retainers was observed ($p \leq 0.001$; $V = 0.230$).

The majority of orthodontists reported a need for general guidelines on retention in both periods (Table 4).

Tip malokluzije bio je uglavnom najčešći razlog za odabir retencijskog protokola u oba razdoblja. Zabilježen je porast važnosti oralne higijene i parodontnoga zdravlja kao čimbenika pri odabiru retencijskog protokola, uz malu snagu učinka ($p \leq 0,014$; $V = 0,168 - 0,214$; tablica 3.). Osobno iskustvo, kao primarni razlog za odabir retencijskog protokola, porastao je s 39 % na 62 % ($p < 0,001$; $V = 0,220$), a uporaba literature kao izvora informacija povećala se s 5 % na 17 % ($p = 0,008$; $V = 0,176$).

Ortodontsko iskustvo utjecalo je 2013. godine na odluku o uzimanju u obzir umnjaka pri odabiru retencijskoga protokola te na promjenu vrste retencijske naprave, ali ne i 2023. U 2013. specijalisti s ≥ 15 godina iskustva češće su mijenjali vrstu naprave nego manje iskusni (13/24; 54 % prema 12/68; 18 %; $p = 0,001$; $V = 0,360$), a protokol je češće bio pod utjecajem umnjaka (7/24; 29 % prema 7/68; 10 %; $p = 0,044$; $V = 0,231$). Ortodontsko iskustvo utjecalo je na dva razloga odabira retencijskoga protokola u 2023. godini ali ne i u 2013. Znanje stečeno tijekom specijalizacije manje je utjecalo na rad iskusnijih liječnika u usporedbi s manje iskusnima (7/68; 10 % prema 29/70; 41 %; $p < 0,001$; $V = 0,354$), a osobno iskustvo češće je bilo kod specijalista ortodontije s ≥ 15 godina iskustva nego kod manje iskusnih (49/68; 72 % prema 36/70; 51 %; $p = 0,015$; $V = 0,212$).

Mobilne retencijske naprave najčešće su izrađivali dentalni tehničari, a fiksne su izravno postavljali ortodonti u oba razdoblja (tablica 4.). U 2023. godini zabilježen je porast učestalosti dentalnih asistenata u izradi mobilnih retencijskih naprava (VFR) u odnosu na 2013. godinu (18 % prema 7 %; $p = 0,017$; $V = 0,166$).

Ortodontsko iskustvo utjecalo je na praksu pri izradi retencijskih naprava u 2023., ali ne i u 2013. godini. U 2023. specijalisti ortodontije s ≥ 15 godina iskustva češće su se koristili retencijskim napravama koje su izradili dentalni asistenti nego manje iskusni specijalisti (20/68; 80 % prema 5/70; 70 %; $p = 0,001$; $V = 0,289$), a rjeđe retencijskim napravama koje su izradili dentalni tehničari (43/68; 63 % prema 59/70; 84 %; $p = 0,006$; $V = 0,240$). Također se 6/68 (9 %) iskusnijih ortodontata, a ni jedan manje iskusni, koristilo fiksnim retencijskim napravama koje je izradio dentalni tehničar ($p = 0,013$; $V = 0,216$).

Promatrajući specifične vrste malokluzija i njihovo liječenje, preferirani retencijski protokoli ostali su isti za obje čeljusti – mobilne retencijske naprave za ekspanziju i impaktirane ocnjake, a kombinacija fiksnih i mobilnih retencijskih naprava koristila se u slučaju rastresitosti, rotacije zuba, otvorenog zagrizi i ekstrakcijskih slučajeva (tablica 5.). Uočen je trend smanjenja uporabe fiksnih retencijskih naprava (osobito u slučaju rastresitosti, rotacija, impaktiranih ocnjaka i otvorenog zagrizi) uz malu snagu učinka ($p \leq 0,036$; $V = 0,141 - 0,291$). Zabilježen je porast uporabe mobilnih retencijskih naprava kad je riječ o rotacijama, otvorenom zagrizu i ekstrakcijskim slučajevima ($p \leq 0,023$; $V = 0,154 - 0,194$). U slučaju rastresitosti uočen je porast u kombiniranju fiksnih i mobilnih retencijskih naprava ($p \leq 0,001$; $V = 0,230$).

Većina ortodontata u oba razdoblja istaknula je da su potrebne opće smjernice za retenciju.

Discussion

Our repeated cross-sectional study identified several changes in orthodontic retention practices in Croatia over the last decade. These changes were mainly related to the selection of retention appliances and a decrease in the number of retention check-ups. In particular, an increase in the use of vacuum-formed retainers (VFRs) and a decrease in the use of acrylic retention plates were observed, with VFRs becoming the most commonly used retention appliance, which is similar to other national surveys on retention protocols (12,17,18). Additionally, the number of retention check-ups decreased between 2013 and 2023, although orthodontists remained primarily responsible for monitoring retention after treatment.

Although verbal information about retention remained the most common manner of communication, the proportion of orthodontists providing written instructions increased over the 10-year period. During long-term retention, written information is highly beneficial because monitoring decreases while patient autonomy increases.

Also, the use of only fixed retention in the mandible decreased, as did the use of a combination of fixed and removable retention in the maxilla. Dual retention in Croatia is more common in the mandible than in the maxilla. This contrasts with results from Scandinavian countries, where clinicians preferred a fixed retainer in the mandible and dual retention (fixed + VRF) in the maxilla (17).

A shift from removable plate retainers toward VFRs and fixed retention for both dental arches is also present among US orthodontists (19).

The change in Croatian protocols and differences from the Scandinavian protocol could be attributed to differences in national public health policies. In Croatia, orthodontic treatment is largely financed by the Croatian Health Insurance Fund, which has an exclusive monopoly on public health insurance. Over the past decade, the cost of materials, laboratory services, and overall treatment expenses has increased, while reimbursement per treatment did not follow to the same extent. As a result, orthodontists may prefer appliances that are faster and easier to produce (20, 21).

Furthermore, Croatia has a limited number of dental technicians specializing in orthodontic appliances, and for the amount that is reimbursed by the health insurance the production of acrylic retention plates may therefore be less cost-effective (20). This may also explain the observed increase in the fabrication of removable retainers by dental assistants within orthodontic offices. In-office production enables immediate delivery of retainers after appliance removal and reduces dependence on external laboratories.

In-office removable retainers have gained popularity in recent years and they seem to be more reliable for orthodontic offices, especially due to digital technology evolution, improvement of photopolymerizable resin, and possibilities of direct 3D printing of retainers (10, 22). The transition to fully digital workflows is being progressively implemented in orthodontic practice, and more affordable equipment and simplified production may further increase the use of digitally

Rasprava

Naše ponovljeno presječno istraživanje identificiralo je nekoliko promjena u ortodontskoj retencijskoj praksi u Hrvatskoj tijekom posljednjeg desetljeća. Te su promjene uglavnom bile povezane s odabirom retencijskih naprava i smanjenjem broja kontrolnih pregleda tijekom retencijske faze. Posebno je uočen porast uporabe VFR-a i sve rjeđi odabir akrilatnih retencijskih ploča, pri čemu je VFR postao najčešće korištena retencijska naprava, što je u skladu s drugim nacionalnim istraživanjima o retencijskim protokolima (12, 17, 18). Također se smanjio broj kontrolnih pregleda tijekom retencije između 2013. i 2023. godine, iako su ortodonti ostali primarno odgovorni za praćenje retencije nakon završetka liječenja.

Iako su usmene informacije o retenciji ostale najčešći način komunikacije, udio ortodonata koji daju pisane upute povećao se tijekom desetogodišnjeg razdoblja. Pisane informacije mogu biti osobito korisne kad je riječ o dugotrajnoj retenciji kada kontrolni pregledi postaju rjeđi, a povećava se odgovornost pacijenata.

Također se smanjila uporaba isključivo fiksne retencije u donjoj čeljusti te kombinacije fiksne i mobilne retencije u gornjoj čeljusti. Dvostruka retencija u Hrvatskoj češća je u donjoj čeljusti nego u gornjoj. To je suprotno rezultatima u skandinavskim zemljama gdje se preferira fiksna retencija u donjoj čeljusti i dvostruka retencija (fiksna retencijska žica + VFR) u gornjoj čeljusti (17). Pomak od mobilnih pločastih retencijskih naprava prema VFR-u i fiksnoj retenciji u obje čeljusti uočen je i među ortodontima u Sjedinjenim Američkim Državama (19).

Promjena hrvatskih protokola i razlike u odnosu prema skandinavskim protokolima mogu se pripisati razlikama u nacionalnim javnozdravstvenim politikama. U Hrvatskoj ortodontsko liječenje u velikoj mjeri financira Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje koji ima isključivi monopol na javno zdravstveno osiguranje. Tijekom proteklog desetljeća porasli su troškovi materijala, laboratorijskih usluga i ukupni troškovi liječenja, no naknada po terapiji nije u jednakoj mjeri pratila to povećanje. Kao rezultat toga, ortodonti mogu preferirati naprave koje su brže i jednostavnije za izradu (20, 21). Nadalje, Hrvatska ima ograničen broj dentalnih tehničara specijaliziranih za ortodontske naprave, a s obzirom na iznos koji odobrava zdravstveno osiguranje, izrada akrilatnih retencijskih ploča može biti manje isplativa (20). To također može objasniti uočeni porast broja mobilnih retencijskih naprava koje izrađuju dentalni asistenti unutar ortodontskih ordinacija. Izrada u ordinaciji omogućuje neposrednu predaju retencijskih naprava nakon uklanjanja naprave i smanjuje ovisnost o vanjskim dentalnim laboratorijima.

Mobilne retencijske naprave izrađene unutar ordinacije stekle su popularnost posljednjih godina i čini se da su pouzdanije, osobito zbog razvoja digitalnih tehnologija, poboljšanja fotopolimerizirajućih smola i mogućnosti izravnoga 3D printanja (10, 22). Prijelaz na potpuno digitalne radne protokole postupno se uvodi u ortodontsku praksu, a pristupačnija oprema i pojednostavljena proizvodnja mogu dodatno povećati uporabu digitalno izrađenih retencijskih naprava. Ipak, prema trenutačnim dokazima i dalje se ističe da su potreb-

manufactured retainers. Nevertheless, current evidence still highlights the need for further research regarding the safety and long-term durability of directly printed retainers in intra-oral conditions (23). In addition, available evidence suggests that patients may prefer VFR over acrylic retainers (24).

The number of retention check-ups has also decreased when comparing 2023 to 2013. Notably, this phenomenon was unrelated to the orthodontists' experience. The reason may be that retention monitoring is not standardized and is not additionally financed by the Croatian Health Insurance Fund. Public orthodontic offices often operate under high patient loads, with many patients in active orthodontic treatment and others in observation phases or at first visits. Also, because of the long waiting lists for orthodontic treatment covered by the Croatian Health Insurance Fund, there is ongoing pressure on orthodontic offices to reduce waiting lists for first orthodontic visits. Additionally, during the research period, the COVID-19 pandemic and restrictions imposed a sustained impact on dental and orthodontic offices. Lockdowns, self-isolation of both doctors and patients, and strict guidelines regarding dental or orthodontic office organization inevitably led to disruptions in regular and urgent retention check-ups (25) (e.g., loss or breakage of retainers), and part of the retention follow-ups probably dropped out in those years.

Although orthodontists remain primarily responsible for monitoring retention even after three years of retention, our results indicate a gradual trend of increase in patients' self-monitoring. Written instructions may therefore become increasingly important in supporting patient adherence to retention protocols (26). In parallel, emerging smartphone-based technologies for remote patient monitoring, such as Dental Monitoring® (DM, Dental Monitoring, Paris, France), may facilitate retention follow-up and reduce the need for in-office visits while maintaining treatment supervision (27,28).

In choosing a retention protocol, malocclusion type and personal clinical experience were the most frequently reported influencing factors. However, oral hygiene, periodontal health, and scientific literature as an information source became more frequently reported considerations over the 10-year period. Despite increasing awareness of evidence-based clinical practice, the use of scientific literature as a primary source of information remains limited among Croatian orthodontists (less than one-fifth), compared to the orthodontists in the United States (less than one-third) (29). Experience seems to be the main argument in the choice of the retention protocol in Scandinavia as well (16).

When analyzing a specific type of malocclusion, the retention protocols of choice remained the same in both jaws – VFRs for expansion and canine impaction, while a combination of fixed retainer + VFR for spacing, teeth rotations, open bite and extraction cases probably due to their higher tendency to relapse. However, a trend toward an overall decrease in the use of fixed retainers for spacing, rotations, canine impaction, and open bite, with an increase in the use of VFRs for rotations, open bite, and extraction cases, was noted. In spacing cases, an increase in the use of combined fixed

na daljnja istraživanja o sigurnosti i dugotrajnoj izdržljivosti izravno printanih retencijskih naprava u intraoralnim uvjetima (23). Dodatno, dostupni dokazi upućuju na to da pacijenti mogu preferirati VFR u odnosu na akrilatne retencijske naprave (24).

Broj kontrolnih pregleda tijekom retencijske faze također se smanjio u usporedbi 2023. i 2013. godine. Značajno je da taj fenomen nije bio povezan s iskustvom ortodontata. Razlog za to može biti činjenica da praćenje retencije nije standardizirano, niti ga dodatno financira Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje. Javne ortodontske ordinacije često su preopterećene i imaju velik broj pacijenata u aktivnoj ortodontskoj terapiji, ali i onih u fazi praćenja ili na prvim pregledima. Također, zbog dugih lista čekanja za ortodontsko liječenje koje financira Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje, postoji stalni pritisak na ortodontske ordinacije da smanje liste čekanja za prvi pregled.

Dodatno, tijekom razdoblja istraživanja, pandemija bolesti COVID-19 i uvedena ograničenja dugotrajno su utjecala na dentalne i ortodontske ordinacije. Epidemiološka ograničenja, samoizolacija liječnika i pacijenata te stroge smjernice vezane uz organizaciju rada dentalnih i ortodontskih ordinacija neizbježno su rezultirali poremećajima u redovitim i hitnim kontrolnim pregledima tijekom retencije (25) (npr., gubitak ili puknuće retencijskih naprava), pri čemu je tada vjerojatno izostao dio kontrolnih pregleda.

Iako ortodonti i poslije tri godine ostaju primarno odgovorni za praćenje retencije, naši rezultati upozoravaju na postupni trend povećanja samokontrole pacijenata. Zato pisane upute mogu postati sve važnije u potpori suradljivosti pacijenata pri provođenju retencijskih protokola (26). Paralelno s time, nove tehnologije temeljene na pametnim telefonima za daljinsko praćenje pacijenata, poput Dental Monitoring® (DM, Dental Monitoring, Pariz, Francuska), mogu olakšati praćenje retencije i smanjiti potrebu za dolascima u ordinaciju, uz istodobno očuvanje kontrole nad terapijom (27, 28).

Pri odabiru retencijskog protokola, tip malokluzije i osobno kliničko iskustvo bili su najčešći čimbenici koji su utjecali na odluku. No oralna higijena, parodontno zdravlje i znanstvena literatura kao izvor informacija postali su češće razmatrani čimbenici tijekom desetogodišnjeg razdoblja. Unatoč sve većoj svijesti o kliničkoj praksi utemeljenoj na dokazima, uporaba znanstvene literature kao primarnoga izvora informacija i dalje je ograničena među hrvatskim ortodontima (manje od jedne petine), u usporedbi s ortodontima u Sjedinjenim Američkim Državama (manje od jedne trećine) (29). Čini se da je iskustvo glavni argument pri odabiru retencijskog protokola i u skandinavskim zemljama (16).

U analizi specifičnih vrsta malokluzija, odabrani retencijski protokoli ostali su isti za obje čeljusti – VFR za ekspanziju i impaktirane očnjake, a kombinacija fiksne retencije + VFR-a koristila se u slučaju rastresitosti, rotacije zuba, otvorenog zagrizi i ekstrakcijskih slučajeva, vjerojatno zbog njihove veće sklonosti recidivu. No uočen je trend općeg smanjenja uporabe fiksne retencije u slučaju rastresitosti, rotacija, impaktiranih očnjaka i otvorenog zagrizi, uz istodobno povećanje korištenja VFR-a kod rotacija, otvorenog zagrizi i ekstrakcijskih slučajeva. U slučaju rastresitosti zabilježen je

+ VFR was present. However, other national practices are more in favor of the use of fixed (bonded) retainers, especially in the mandible (7,13-16,30,31), despite their high failure rate, which increases over time in long-term follow-up (32).

Even though our findings showed some evident trends and tendencies, such as a shift towards the use of VFRs instead of acrylic plates, other findings, despite this tendency, were not as standardized. The reason behind this is probably personal experience as a primary reason in the selection of retention protocol, and lack of clinical standardized guidelines, which was shown in our results.

Effective communication skills are essential for patient cooperation during both active treatment and retention and, ultimately, for patient satisfaction with treatment outcome. Providing patients with information is a key component of treatment management, since a thorough understanding of retention significance, procedures, and potential outcomes is important for both patients and clinicians. However, little is known about communication and information on retention in orthodontics. It is recommended that verbal information given to patients should always be supported by written or visual information (33). It seems that the method of information provision affects information retention, whereas the use of visuals in information provision can affect patients' understanding of the need for retention and possible side effects in the event of poor patient cooperation (34). Our study showed that verbal information for retention remains predominant, even though there has been an increase in written information. However, it seems that written information should be equipped with more visual information (34).

There are no official guidelines on retention. However, differences in other national surveys imply a need for them, and studies like this can help establish such guidelines. Most orthodontists agree on the need for standardization and general guidelines for retention, and this was the case in both periods and is similar across most studies (30,31,35).

Clinical implications of the observed changes in orthodontic retention practices in Croatia suggest a growing preference for retention appliances that allow full-arch coverage and easier production in response to relapse risk. This shift may reflect clinicians' attempts to balance cost-effectiveness, patient comfort, and ease of retainer production and maintenance. The decline in the use of fixed retainers indicates heightened awareness of potential drawbacks associated with fixed retention, such as plaque accumulation, periodontal complications, and bond failures. The increased use of combined fixed-removable retention, particularly in spacing cases, highlights a more individualized, risk-based approach aimed at enhancing long-term stability. Changes in follow-up frequency and the substantial increase in the provision of written retention instructions have direct implications for patient compliance and long-term treatment success. Written information can improve patient understanding, reinforce verbal instructions, and promote adherence to retention protocols, thereby potentially reducing relapse rates. Collectively, these findings underscore the need for clinicians to regularly reassess their retention strategies, considering both evolving evidence and patient-related factors.

porast uporabe kombinacije fiksna retencija + VFR. Ipak, druge nacionalne prakse više favoriziraju uporabu fiksnih (žičano-kompozitnih) retencijskih naprava, osobito u donjoj čeljusti (7, 13 – 16, 30, 31) unatoč njihovoj visokoj stopi neuspjeha koja se povećava u dugoročnom praćenju (32).

Iako su naši nalazi pokazali određene jasne trendove i tendencije, poput pomaka prema uporabi VFR-a umjesto akrilatnih retencijskih ploča, drugi rezultati, unatoč toj tendenciji, nisu bili jednako standardizirani. Razlog za to vjerojatno je u činjenici da je osobno iskustvo primarni čimbenik u odabiru retencijskog protokola, kao i u nedostatku standardiziranih kliničkih smjernica, što su potvrdili naši rezultati.

Učinkovite komunikacijske vještine ključne su za suradnju pacijenata tijekom aktivnog liječenja i retencijske faze te, u konačnici, za njihovo zadovoljstvo ishodom terapije. Informiranje pacijenata ključna je komponenta u provođenju terapije, zato što je temeljito razumijevanje važnosti retencije, postupaka i mogućih ishoda važno i za pacijente i za kliničare. No o komunikaciji i informiranju o retenciji u ortodonciji zna se razmjerno malo. Preporučuje se da se usmene informacije dane pacijentima uvijek potkrijepe pisanim ili vizualnim materijalima (33). Čini se da način pružanja informacija utječe na njihovo pamćenje, a uporaba vizualnih prikaza može utjecati na razumijevanje potrebe za retencijom i mogućih nuspojava u slučaju loše suradnje pacijenata (34). Naše istraživanje pokazalo je da i dalje prevladava usmena komunikacija o retenciji, iako je zabilježen porast pisanih informacija. Ipak, čini se da bi pisane informacije trebalo dodatno obogatiti vizualnim sadržajem (34).

Nema službenih smjernica za retenciju, no rezultati drugih nacionalnih istraživanja i njihove razlike također upućuju na to da su potrebne, a ovakve studije mogu poslužiti kao temelj za njihovo oblikovanje. Većina ortodonata slaže se da je potrebna standardizacija i opće smjernice za retenciju, što je potvrđeno u oba istraživačka razdoblja i u skladu je s većinom drugih studija (30, 31, 35).

Kliničke implikacije uočenih promjena u ortodontskoj retencijskoj praksi u Hrvatskoj pokazuju sve veću sklonost prema retencijskim napravama koje omogućuju prekrivanje cijeloga zubnog luka i jednostavniju izradu kao odgovor na rizik od relapsa. Taj pomak može odražavati nastojanja kliničara da usklade isplativost, udobnost pacijenata te jednostavnost izrade i održavanja retencijskih naprava. Rjeđa uporaba fiksne retencije pokazuje da raste svijest o njezinim mogućim nedostacima, kao što su nakupljanje plaka, parodontne komplikacije i neuspjesi u retenciji (odljepljivanje). Češće korištenje kombinirane fiksno-mobilne retencije, osobito u slučaju rastresitosti, ističe individualiziraniji pristup na temelju procjene rizika sa svrhom da se postigne dugoročna stabilnost. Promjene u učestalosti kontrolnih pregleda i značajan porast pisanih uputa o retenciji izravno utječu na suradnju pacijenata i dugoročni uspjeh liječenja. Pisane informacije mogu poboljšati razumijevanje pacijenata, pojačati usmene upute i potaknuti da se poštuju retencijski protokoli, čime se potencijalno smanjuje stopa recidiva. Sveukupno, ti rezultati pokazuju da kliničari trebaju redovito preispitivati svoje retencijske strategije i uzimati u obzir i nove dokaze i čimbenike povezane s pacijentima.

Investigating trends in orthodontic retention practices is essential because retention remains one of the least standardized phases of orthodontic treatment, with limited high-level evidence guiding retention appliance selection and duration. Clinical decisions are often based on personal experience, tradition, or local practice rather than universally accepted guidelines. Monitoring trends helps identify how clinicians adapt to emerging evidence, new materials, technological advances, and changing patient expectations. The strengths of our study are the good response rate among orthodontists and the repeated survey that shows a 10-year trend in orthodontic retention practices in Croatia.

The relatively unchanged number of orthodontists in Croatia between 2013 and 2023 can be explained by structural characteristics of the healthcare system. The demand for orthodontic specialists has remained relatively stable, partly due to demographic decline—particularly among younger cohorts—which has limited growth in orthodontic treatment needs and contributed to workforce stability. Furthermore, orthodontic care is predominantly delivered through small private practices operating within the framework of the Croatian Health Insurance Fund. This structure results in low turnover and limited entry opportunities, thereby reinforcing the stability in the number of practicing orthodontists.

Since this was a repeated cross-sectional study, not a cohort one, we did not include the same sample of orthodontic specialists. Part of the sample from the previous research dropped out, while new orthodontic specialists were added to the current research. The limitations of this study are that survey data reflects personal preferences rather than clinical outcomes and effectiveness and that the first survey included more of the younger orthodontists with less experience, while the repeated survey included more of the older orthodontists with more experience. Possible shortcomings include response bias related to the age structure of respondents across the two research periods and social desirability bias. In 2013, there was less response from older participants, probably because they used e-mail less than younger participants. Social desirability bias is related to self-reported data, in which participants may be more inclined to give socially acceptable answers. The generalizability of our study is limited to the surveyed population of Croatian orthodontists. However, it cannot be generalized to other countries, because of the differences in programs, education and healthcare system.

Further research should focus on investigating how new retention practices affect posttreatment changes and stability, as well as protocols for retention wear (24h, 12h, daily, gradual decrease of wear time).

Conclusions

Retention practices in Croatia have changed over the past decade, with increased use of VFRs, more frequent provision of written retention instructions, and follow-up protocols

Istraživanje trendova u ortodontskoj retencijskoj praksi iznimno je važno jer retencija ostaje jedna od najmanje standardiziranih faza ortodontskog liječenja, uz ograničene dokaze visoke razine koji usmjeravaju odabir retencijskih naprava i trajanje retencije. Kliničke odluke često se temelje na osobnom iskustvu, tradiciji ili lokalnoj praksi, a ne na univerzalno prihvaćenim smjernicama. Praćenje trendova pomaže u prepoznavanju načina na koji se kliničari prilagođavaju novim dokazima, novim materijalima, tehnološkom napretku i promjenjivim očekivanjima pacijenata. Zato je snaga našeg istraživanja u dobroj stopi odaziva ortodonata i ponovljenom istraživanju koje prikazuje desetogodišnji trend u ortodontskoj retencijskoj praksi u Hrvatskoj.

Razmjerno nepromijenjen broj specijalista ortodoncije u Hrvatskoj između 2013. i 2023. godine može se objasniti strukturnim obilježjima zdravstvenog sustava. Potražnja za specijalistima ortodoncije ostala je razmjerno stabilna, djelomično zbog demografskog pada, osobito među mlađim dobnim skupinama, što je ograničilo porast potrebe za ortodontskim liječenjem i pridonijelo stabilnosti radne snage. Nadalje, ortodontska skrb u najvećoj se mjeri pruža u malim privatnim ordinacijama koje djeluju na temelju ugovora s Hrvatskim zavodom za zdravstveno osiguranje. Takva struktura rezultira malom fluktuacijom i ograničenim mogućnostima ulaska novih specijalista, čime se dodatno održava stabilnost broja aktivnih ortodonata.

Budući da je riječ o ponovljenom presječnom istraživanju, a ne o kohortnom, u istraživanje nije bio uključen isti uzorak ortodontskih specijalista. Dio ispitanika iz prethodnog istraživanja više nije sudjelovao, pa su u kasnije istraživanje uključeni novi specijalisti. Ograničenja ove studije uključuju činjenicu da podatci iz upitnika pokazuju osobne preferencije, a ne kliničke ishode i učinkovitost, kao i to da je prvo istraživanje obuhvaćalo veći udio mlađih ortodonata s manje iskustva, a ponovljeno istraživanje više starijih ortodonata s većim iskustvom. Mogući nedostaci uključuju pristranost odgovora povezanih s dobnom strukturom ispitanika u dvama razdobljima istraživanja te pristranost društveno poželjnih odgovora. U 2013. godini odaziv starijih ispitanika bio je manji, vjerojatno zato što su se rjeđe koristili elektroničkom poštom u usporedbi s mlađima. Pristranost društvene poželjnosti odnosi se na samoprijavljene podatke, pri čemu su ispitanici skloniji davati odgovore koje smatraju društveno prihvatljivima. Opća primjenjivost rezultata dobivenih u ovoj studiji ograničena je na ispitanu populaciju hrvatskih ortodonata te se ne može izravno preslikati na druge zemlje zbog razlika u programima specijalizacije, obrazovanja i zdravstvenog sustava.

Daljnja istraživanja trebala bi se usmjeriti na ispitivanje utjecaja novih retencijskih praksi, na posljediterapijske promjene i stabilnost te na protokole o nošenju retencijskih naprava (24 sata, 12 sati, svaki dan, postupno smanjenje vremena nošenja).

Zaključak

Retencijska praksa u Hrvatskoj promijenila se tijekom posljednjeg desetljeća – povećana je uporaba VFR-a, češće su pisane upute o retenciji te je učinjen pomak u protokolima

shifting toward fewer scheduled visits. The reported trends reflect clinical retention practices rather than outcome superiority. The increased use of VFRs suggests that clinicians favor easily fabricated, cost-effective, and esthetic retention options. However, this trend implies monitoring of long-term stability and patient education on wear compliance, since VFR success is highly compliance-dependent.

Acknowledgement: Funded by the European Union Next Generation EU University of Rijeka grant (No. uniri-iz-25-57).

The views and opinions expressed are solely those of the authors and do not necessarily reflect the official stance of the European Union or the European Commission. Neither the European Union nor the European Commission can be held accountable for them.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Author's contribution: V.V.R., S.Š. - Conceptualization; V.V.R., S.Š. - Methodology; S.Š., M.Ž. - Formal analysis; V.V.R., S.Š., M.Ž. - Investigation; S.Š. - Data curation; M.Ž. - Writing—original draft; S.Š., V.V.R., M.Ž. - Writing—review & editing; V.V.R., S.Š. - Supervision. All authors have read and agreed on the published version of the manuscript.

praćenja retencije prema manjem broju planiranih kontrolnih pregleda. Uočeni trendovi odražavaju kliničku praksu retencije, a ne nužno superiornost pojedinih metoda. Povećana uporaba VFR-a upućuje na to da kliničari preferiraju retencijske opcije koje su jednostavne za izradu, isplative i estetski prihvatljive. Međutim, ovaj trend podrazumijeva i potrebu za praćenjem dugoročne stabilnosti i edukaciju pacijenata o pravilnom nošenju, zato što uspješnost VFR-a uvelike ovisi o suradnji pacijenata.

Zahvale: Financirano sredstvima Europske unije – NextGenerationEU, Sveučilište u Rijeci (br. uniri-iz-25-57).

Izneseni stavovi i mišljenje samo su autorova i ne odražavaju nužno službena stajališta Europske unije ili Europske komisije. Ni Europska unija ni Europska komisija ne mogu se smatrati odgovornima za njih.

Sukob interesa: Autori nisu bili u sukobu interesa.

Doprinos autora: V. V. R., S. Š. – konceptualizacija, metodologija i supervizija; S. Š., M. Ž. – formalna analiza; V. V. R., S. Š., M. Ž. – istraživanje, pisanje teksta, revizija i uređivanje; S. Š. – obrada podataka; M. Ž. – izvorni nacrt. Svi autori pročitali su tekst i odobrili objavljenu verziju.

Sažetak

Cilj: Analizirati aktualne ortodontske retencijske protokole u Hrvatskoj i njihov trend tijekom 10 godina. **Ispitanici i metode:** U ponovljenom presječnom istraživanju upitnike je 2013. godine dobilo 150 specijalista ortodontije u Hrvatskoj i 185 u 2023. godini (što je 69 % i 85 % aktivnih specijalista ortodontije, uz stope odaziva od 61 % i 75 %). **Rezultati:** Tijekom 10 godina uočene su značajne promjene u vrstama retencijskih naprava između različitih malokluzija i terapijskih protokola. Zabilježen je porast uporabe vakuumski formiranih retencijskih naprava (VFR-a) i smanjenje korištenja akrilnatih retencijskih ploča u obje čeljusti ($p \leq 0,001$). Tijekom desetljeća uporaba samo fiksne retencije u donjoj čeljusti smanjila se s 20 % na 7 % ($p = 0,007$), a kombinacija fiksne i mobilne retencije u gornjoj čeljusti smanjila se s 29 % na 17 % ($p \leq 0,033$). Povećana je uporaba mobilnih retencijskih naprava u slučaju rotacija, otvorenog zagrizi i ekstrakcija. Suprotno tomu, kombinacija fiksno-mobilne retencije češće je korištena u slučaju rastesitosti ($p \leq 0,001$). Uočen je trend smanjenja broja kontrolnih pregleda u retenciji ($p = 0,001$) te povećanje samokontrole pacijenata ($p = 0,021$). Osobno iskustvo, kao glavni razlog pri odabiru retencijskog protokola, povećalo se s 39 % na 62 % ($p < 0,001$). Uporaba pisanih informacija o retenciji također je povećana s 39 % na 69 % ($p < 0,001$). **Zaključak:** Retencijska praksa u Hrvatskoj razvijala se tijekom proteklog desetljeća i obilježena je povećanom uporabom VFR-a, češćom primjenom dvostruke retencije u donjoj čeljusti i većom dostupnošću pisanih informacija o retenciji. Također, protokoli praćenja pomaknuli su se prema manjem broju dogovorenih kontrolnih pregleda, a povećan je naglasak na samokontrolu pacijenata.

Zaprimljen: 16. siječnja 2026.

Prihvaćen: 27. travnja 2026.

Adresa za dopisivanje

Martina Žigante, DMD, PhD
Katedra za ortodontiju
Fakultet dentalne medicine Sveučilišta u Rijeci
Krešimirova 40, HR-Rijeka 51 000,
Hrvatska
tel: +38551345638
martina.zigante@fdmri.uniri.hr

MeSH pojmovi: ortodontija; fiksne ortodontske naprave; mobilne ortodontske naprave

Autorske ključne riječi: klinički protokoli, ortodontske retencijske naprave, ishodi liječenja

References

- Drenski Balija N, Aurer B, Meštrović S, Lapter Varga M. Prevalence of dental anomalies in orthodontic patients. *Acta stomatol Croat.* 2022;56:61-8.
- Ren Y, Boxum C, Sandham A. Patients' perceptions, treatment need, and complexity of orthodontic re-treatment. *Eur J Orthod.* 2009;31:189-95.
- Yu Y, Sun J, Lai W, Wu T, Koshy S, Shi Z. Interventions for managing relapse of the lower front teeth after orthodontic treatment. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;6:1-20.
- Thilander B. Orthodontic relapse versus natural development. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117:562-3.
- Al-Moghrabi D, Littlewood S, Fleming P. Orthodontic retention protocols: an evidence-based overview. *Br Dent J.* 2021;230:770-6.
- Littlewood SJ, Kandasamy S, Huang G. Retention and relapse in clinical practice. *Aust Dent J.* 2017;62(Suppl 1):51-57.
- Almuzian M, Mheissen S, Khan H, Alharbi F, Alzoubi EE, Wertheimer MB. The common retention practices among orthodontists from different countries. *Turk J Orthod.* 2024;37:22-29.
- Parčina Amžić I, Šimunović L, Lapter Varga M. Reliability of Zareb 82 MOD cephalometric assessment in determining the facial growth pattern. *Acta stomatol Croat.* 2025;59:36-43.
- Beretta M, Mangano A, Gianolio A, Negrini S, Canova FF, Cirulli N. A fully digital workflow for PEEK fixed retainers. *J Clin Orthod.* 2021;55:249-53.
- Marsh K, Weissheimer A, Yin K, Chamberlain-Umanoff A, Tong H, Sameshima GT. Three-dimensional assessment of virtual bracket removal for orthodontic retainers: A prospective clinical study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2021;160:302-11.
- Popović Z, Trinajstić Zrinski M, Spalj S. Orthodontist clinical experience and clinical situation significantly influence the retention protocol—a survey from Croatia. *Acta Clin Croat.* 2020;59:3-9.
- Andriekute A, Vasiliauskas A, Sidlauskas A. A survey of protocols and trends in orthodontic retention. *Prog Orthod.* 2017;18:31.
- Meade MJ, Dreyer CW. A survey of retention and retainer practices of orthodontists in Australia. *Aust Orthod J.* 2019;35:174-183.
- Padmosa J, Meib L, Wouters C, Renkema AM. Orthodontic retention procedures in New Zealand: A survey to benefit clinical practice guideline development. *J World Fed Orthod.* 2019;8:24-30.
- Radha SR, Singaraju GS, Mandava P, Ganugapanta VR, Bapireddy H, Pilli LN. A Survey of retention practices and protocols followed among orthodontists in India. *J Pharm Bioallied Sci.* 2021;13(Suppl 1):S149-S156.
- Vandevska-Radunovic V, Espeland L, Stenvik A. Retention: type, duration and need for common guidelines. A survey of Norwegian orthodontists. *Orthodontics (Chic.)* 2013;14:110-7.
- Hamran T, Čirgić E, Aiyar A, Vandevska-Radunovic V. Survey on retention procedures and use of thermoplastic retainers among orthodontists in Norway, Sweden, and Denmark. *J World Fed Orthod.* 2022;11:114-9.

18. Meade M, Millett D. Retention protocols and use of vacuum-formed retainers among specialist orthodontists. *J Orthod.* 2013;40:318-25.
19. Pratt MC, Kluemper GT, Hartsfield JK Jr, Fardo D, Nash DA. Evaluation of retention protocols among members of the American Association of Orthodontists in the United States. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140:520-6.
20. Gardner GD, Dunn WJ, Taloumis L. Wear comparison of thermo-plastic materials used for orthodontic retainers. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2003;124:294-7.
21. Meade M, Millett D. Vacuum-formed retainers: an overview. *Dental Update.* 2015; 42:24-34.
22. Cousley RR. Introducing 3D printing in your orthodontic practice. *J Orthod.* 2020; 47:265-72.
23. Tsoukala E, Lyros I, Tsolakis AI, Maroulakos MP, Tsolakis IA. Direct 3D-printed orthodontic retainers. A systematic review. *Children (Basel).* 2023;10:676.
24. Moda LB, Bastos RTDRM, Flores-Mir C, Normando D. Patients' perception of orthodontic retainers: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2024;46(1):cjad068.
25. Littlewood SJ, Dalci O, Dolce C, Holliday LS, Naraghi S. Orthodontic retention: what's on the horizon? *Br Dent J.* 2021;230:760-4.
26. Littlewood SJ. Responsibilities and retention. *APOS Trends Orthod.* 2017;7:211-4.
27. Sangalli L, Savoldi F, Dalessandri D, Visconti L, Massetti F, Bonetti S. Remote digital monitoring during the retention phase of orthodontic treatment: A prospective feasibility study. *Korean J Orthod.* 2022;52:123-30.
28. Sangalli L, Alessandri-Bonetti A, Dalessandri D. Effectiveness of dental monitoring system in orthodontics: A systematic review. *J Orthod.* 2024;51:28-40.
29. Madhavji A, Araujo EA, Kim KB, Buschang PH. Attitudes, awareness, and barriers toward evidence-based practice in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:309-16.e2.
30. Renkema AM, Sips E, Bronkhorst E, et al. A survey on orthodontic retention Procedures in the Netherlands. *Eur J Orthod.* 2009;31:432-7.
31. Lai CS, Grosse JM, Renkema AM, et al. Orthodontic retention procedures in Switzerland. *Swiss Dent J.* 2014;124:655-61.
32. Aye ST, Liu S, Byrne E, El-Angbawi A. The prevalence of the failure of fixed orthodontic bonded retainers: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2023 Nov 30;45:645-61. Erratum in: *Eur J Orthod.* 2024;46(2):cjae007.
33. Thomson AM, Cunningham SJ, Hunt NP. A comparison of information retention at an initial orthodontic consultation. *Eur J Orthod* 2001;23:169-78.
34. Patel JH, Moles DR, Cunningham SJ. Factors affecting information retention in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(4 Suppl):S61-7.
35. Padmos JAD, Fudalej PS, Renkema AM. Epidemiologic study of orthodontic retention procedures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018;153:496-504.