
АНКЕТНО ПРОУЧВАНЕ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕТО НА 3D ПРИНТИРАНИТЕ СНЕМАЕМИ ПРОТЕЗНИ КОНСТРУКЦИИ

И. Джондрова¹, Д. Киров³, Р. Радев¹, М. Янкова², Н. Апостолов³

¹ Асистент, Катедра „Протетична Дентална Медицина“, ФДМ, МУ-София, България

² Главен асистент, Катедра „Протетична Дентална Медицина“, ФДМ, МУ-София, България

³ Доцент, Катедра „Протетична Дентална Медицина“, ФДМ, МУ-София, България

Въведение: Снемаемите протезни конструкции все още са основен лечебен метод, използван от лекарите по дентална медицина в България. Включването на адитивните технологии в изработването им се очаква да модернизира и рационализира производството, използваните материали и работния процес.

Цел: Целта на анкетното проучване е да се установи до колко лекарите по дентална медицина в България са запознати с адитивните технологии, както и дали прилагат тези методи в клиничната практика.

Материали и методи: В проведеното анонимно проучване, взеха участие 184 общопрактикуващи лекари и специалисти по Протетична дентална медицина. Анкетната карта включва 13 въпроса свързани с 3D принтирането в протезирането и се попълни писмено и онлайн.

Резултати: Анкетирани са общо 184 лекари по дентална медицина, от които 92 мъже (50%) и 92 жени (50%). 61% са с клиничен опит над 10 години, а 39% - под 10 години. Лекарите със специалност „Протетична дентална медицина“ са 10%, а общопрактикуващите 90%. Запознати с триизмерния печат са 94% от анкетираните с клиничен опит под 10 години, 83% - с опит над 10 години, 75% от специалистите и 88% от лекарите без специалност. Въпреки че, 80% от анкетираните смятат, че 3D принтирането става все по-популярно, само 37% са на мнение, че ще измести конвенционалните методи и е по-прецизно.

Заклучение: Според получените резултати, може да се твърди, че лекарите по дентална медицина в България са запознати с триизмерния печат, но по-голямата част от тях все още са скептични и не намират 3D принтирането за достатъчно добра алтернатива на конвенционалните методи.

Ключови думи: 3D принтирани протези, Адитивно производство, Анкетно проучване

SURVEY FOR THE APPLICATION OF 3D PRINTED REMOVABLE DENTURES

Dzhondrova I¹, Kirov D³, Radev R¹, Yankova M², Apostolov N³

¹ Assistant Professor, Department of Prosthetic Dental Medicine, FDM, MU-Sofia, Bulgaria

² Chief assistant professor, Department of Prosthetic Dental Medicine, FDM, MU-Sofia, Bulgaria

³ Associate Professor, Department of Prosthetic Dental Medicine, FDM, MU-Sofia, Bulgaria

Introduction: Removable dentures are still the primary treatment method used by dentists in Bulgaria. The introduction of additive technologies in the fabrication of dentures is expected to modernize and streamline the fabrication, the work process, and the materials used.

Purpose: The purpose of the survey is to determine how familiar the dentists in Bulgaria are with additive technologies, as well as whether they apply these methods in their clinical practice.

Materials and methods: The anonymous survey was conducted, and 184 general practitioners and specialists participated. The questionnaire includes 13 questions in writing and online form, which are related to 3D printing in prosthetics.

Results: A total of 184 practitioners were surveyed of which 92 (50%) were men and 92 (50%) were women. 61% of them have more than 10 years of clinical experience, and 39% have less than 10 years. Respondents who have attained a specialty in the field of Prosthetic dental medicine are 10% while the general practitioners are 90%. 94% of respondents with less than 10 years of clinical experience, 83% of those with more than 10 years of experience, 75% of the specialists and 88% of the non-specialists are familiar with three-dimensional printing. However, 80% of the respondents believe that 3D printing is becoming more popular, while only 37% believe that it will replace conventional methods and be more precise.

Conclusion: According to the obtained results, it can be claimed that Dentists in Bulgaria are familiar with 3D printing, but most of them are still skeptical and do not find 3D printing a good enough alternative to conventional methods.

Key words: 3D printed dentures, Additive manufacturing, Survey

Въведение

Въпреки развитието на съвременната превантивна дентална медицина и множеството иновации, голяма част от възрастното население страда от частично или цялостно обеззъбяване (1,2), а сменяемите протезни конструкции все още са основен лечебен метод, използван от лекарите по дентална медицина в България (3-5).

Развитието на новите технологии в денталната медицина в отговор за подобряването на качество на живот при пациентите със сменяеми протези стимулира и разработването на нови материали и методи (6-8). Представянето и включването на CAD/CAM (Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing) технологиите в рехабилитацията на пациенти със сменяеми протезни конструкции се очаква да преодолеят някои недостатъци, свързани с конвенционалните методи и да улеснят цялостния процес на тяхното производство – клинични и лабораторни етапи (9-11). Триизмерното принтиране има потенциала да модернизира и рационализира конвенционалните производствени технологии, използваните материали и работния процес (12). Неоспорими предимства са намаляването на клиничното и лабораторното време (13), контрол на качеството и намаляване влиянието на субективните фактори (14). Макар че се наблюдава все по-широко използване на Адитивните технологии в областта на денталната медицина, се отчитат и известни недостатъци на използваните материали и производствения процес (15).

Цел

Целта на анкетното проучване е да се установи до колко лекарите по дентална медицина в България са запознати с адитивните технологии за изработка на сменяеми протезни конструкции, както и дали прилагат тези методи в клиничната практика.

Методи

В проведеното предварителното анонимно проучване взеха участие 184 лекари по дентална медицина, от които 168 общопрактикуващи и 16 специалисти по Протетична дентална медицина. Анкетната карта включва 13 въпроса свързани с триизмерния печат в протезирането и беше попълнена както на хартиен носител, така и в електронна среда на дистанционен научен форум по дентална медицина.

Резултати

Анализът на събраните данни даде информация за познанията на денталните лекари за адитивните технологии, техните предимства и недостатъци.

Анкетираните са общо 184 лекари по дентална медицина, от които 92 мъже (50%) и 92 жени (50%) (фиг.1). Спрямо възраст се разделят на три основни групи – под 30 години, между 30 и 60 години и над 60 години. Най-голяма е групата 30-60 години - 75%, под 30 години - 15% и най-малко са анкетираните на възраст над 60 години – 10%.



Фигура 1. Разпределение на анкетираните по пол.

Спрямо клиничния опит лекарите по дентална медицина се разделят в две групи – с клиничен опит над и под 10 години. По-голям е относителният дял на лекарите с над 10 години клинична практика – 112 (61%), в сравнение с тези, които имат под 10 години опит – 72 (39%) (Фиг.2).



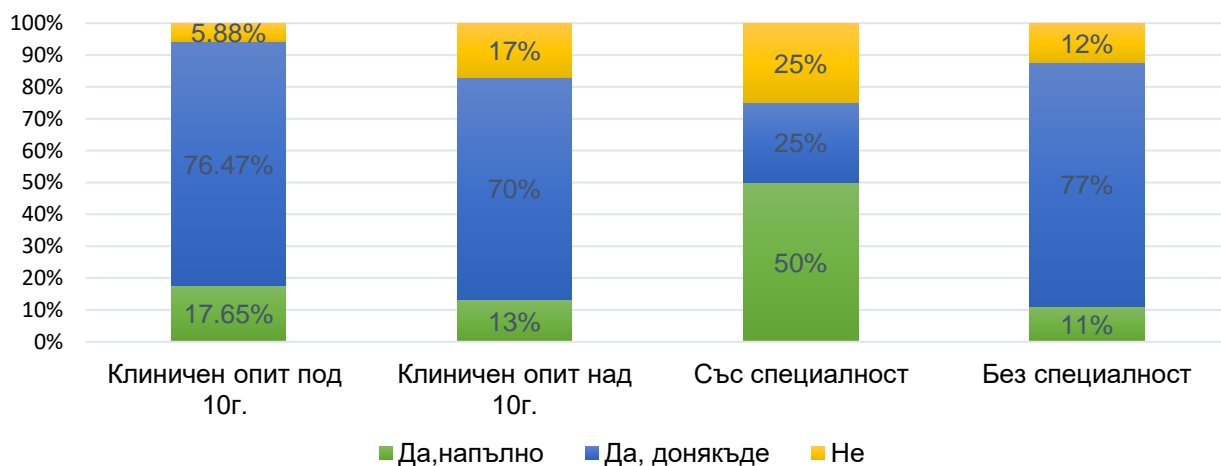
Фигура 2. Разпределение на анкетираните спрямо клиничен опит.

Лекарите по дентална медицина с придобита специалност Протетична дентална медицина, взели участие в анкетното проучване са 16 (10%), а общопрактикуващите – 168 (90%) (Фиг.3).



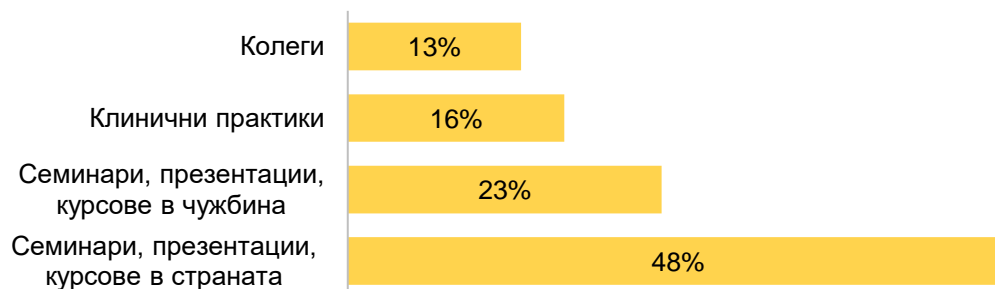
Фигура 3. Разпределение на анкетираните спрямо това дали имат специалност „Протетична дентална медицина.“

На фигура 4 са отразени относителните дялове на отговорите на анкетираните за това до колко са запознати с триизмерния печат (Въпрос №1). Запознати с триизмерния печат са общо 87% от анкетираните, 94% от анкетираните с клиничен опит под 10 години, 83% - с опит над 10 години, 75% от специалистите и 88% от лекарите без специалност.



Фигура 4. До колко са запознати анкетираните с триизмерния печат.

На въпрос №2 – „Освен от Университета, от кой друг източник сте получили информация за 3D принтирането в денталната медицина?“ 48% от анкетираните отговарят, че са запознати с триизмерния печат от семинари, презентации и курсове в страната, 23% от семинари, презентации и курсове в чужбина, 16% от клинични практики и 13% от колеги (Фиг.5).



Фигура 5. Източници на информация относно 3D принтирането за лекарите по дентална медицина.

На фигура 6 са отразени отговорите на въпроси № 3, 4 и 5.

На въпрос № 3 дали смятат, че триизмерния печат става все по-популярен 80% от анкетираните отговарят „да“, 14% отговарят с „не мога да преценя“, а 6% „не“.

Общо 39% от лекарите по дентална медицина не смятат, че триизмерния печат ще измести конвенционалните производствени методи, 37% са отговорили, че ще ги измести, а 24% не могат да преценят (Въпрос № 4).

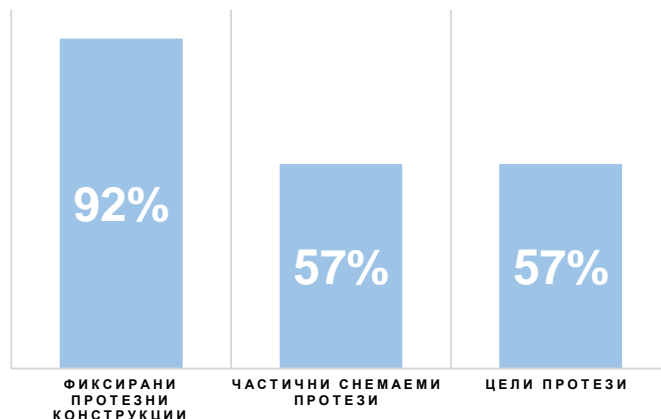
На въпроса дали смятат, че триизмерния печат е по-прецизен от конвенционалните методи за производство на протезни конструкции 40% отговарят с „не“, 37% с „да“ и 23% не могат да преценят (Въпрос № 5).



Фигура 6. Смятат ли анкетираните, че 3D принтирането става по-популярно, ще измести конвенционалните методи и е по-прецизно.

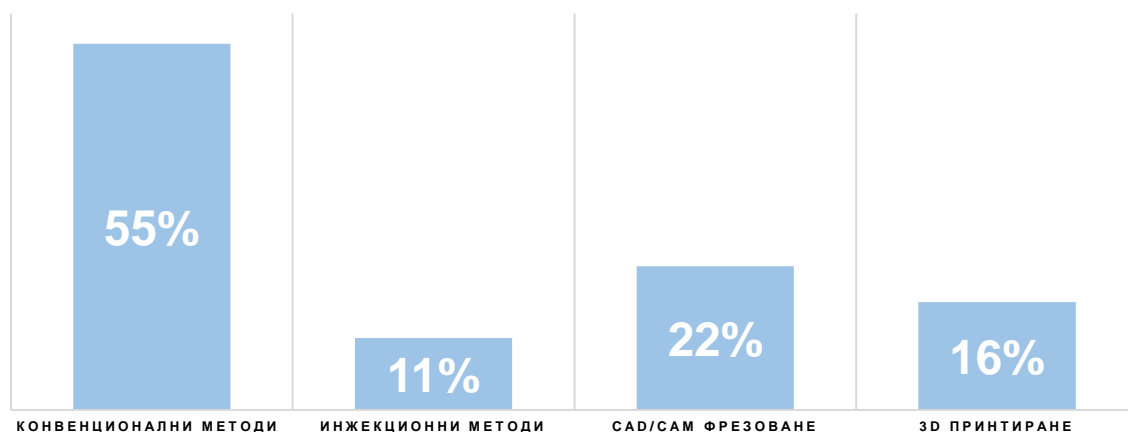
Въпрос № 6 показва за изработването на какви протезни конструкции се използва триизмерния печат според анкетираните (фиг.7).

Според 92% от отговорилите чрез триизмерния печат могат да се изработват фиксирани протезни конструкции, а според 57% частични сменяеми протези и цели протези.



Фигура 7. Какви протезни конструкции могат да се изработват с помощта на 3D принтирането.

Въпрос (№ 7) е свързан с предпочитанията на анкетираните към различните производствени технологии на сменяеми протезни конструкции. Най-голяма част от лекарите по дентална медицина (55%) предпочитат и използват конвенционалните методи за изработване, 22% използват CAD/CAM фрезовани сменяеми протези, 16% 3D принтирани и 11% предпочитат инжекционни методи (Фиг.8).



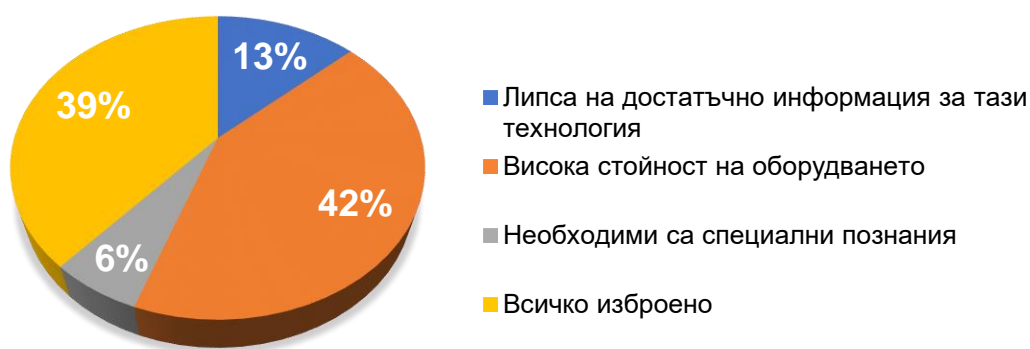
Фигура 8. Какви методи за изработка на сменяеми протезни конструкции предпочитат анкетираните.

Въпрос № 8 е свързан с насоките, които лекарите дават на пациентите относно хигиената на протезните конструкции. Най-голяма част от анкетираните (76%) съветват пациентите да използват таблетка за почистване, 54% са

отговорили „почистване с четка и сапун“, 33% „почистване с четка и паста“ и 3% са отговорили „друго“.

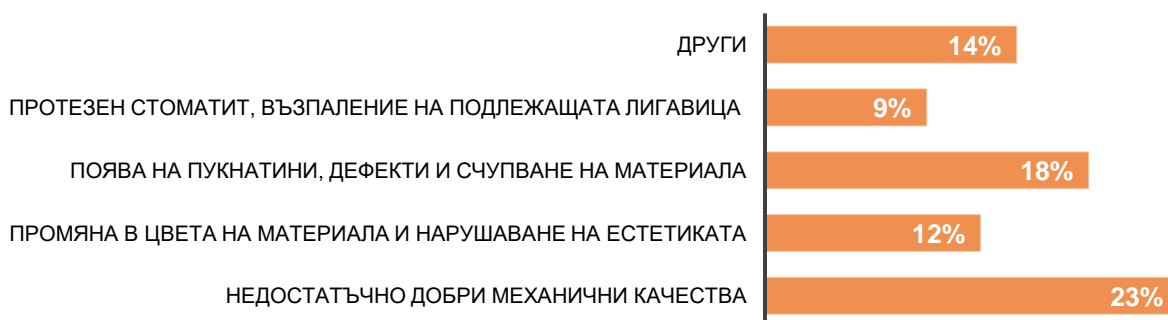
На въпроса „Колко често наблюдавате протезен стоматит във вашата практика?“ 69% са отговорили „рядко“, 24% - „често“ и 7% - „доста често“ (въпрос № 9).

Въпрос № 10 е свързан с причината анкетираните да не използват триизмерния печат в ежедневната си практика. Най-голям процент от тях отговарят, че това се дължи на високата стойност на оборудването (42%), 13% твърдят, че липсва достатъчно информация за технологията, 6% смятат, че са необходими специални познания, а 39% са съгласни и с трите отговора (фиг.9).



Фигура 9. Защо анкетираните не използват 3D принтирането за изработка на протезни конструкции.

Относно недостатъците на триизмерно принтираните протезни конструкции (въпрос № 11) най-голям процент лекари са отбелязали „Недостатъчно добри механични качества“ – 23%, 18% - „Поява на пукнатини, дефекти и счупване“, 14%- „Други“, 12% са отговорили „Промяна в цвета и нарушаване на естетиката“, а 9% - „Протезен стоматит и възпаление на подлежащата лигавица“ (Фиг.10).



Фигура 10. Недостатъци на триизмерно принтираните протезни конструкции.

Въпрос № 12 за предимствата на триизмерно принтираните протезни конструкции е насочен към анкетираните, които използват триизмерния печат в ежедневноста си практика. От анкетираните 24% отговарят, че причината е, че искат да използват последните технологии на пазара, 17% смятат, че тези конструкции са по-точни и по-рядко се наблюдават декубитуси, 14% са отговорили, че имат по-добри механични качества, 12% смятат, че имат по-добро задържане и стабилност, а 10% че имат по-добри естетични качества (Фиг.11).



Фигура 11. Предимства на триизмерно принтираните протезни конструкции.

Въпрос № 13 също е насочен към клиницистите, използващи 3D принтирани протезни конструкции и е свързан с най-често срещаните проблеми, с които са се сблъскали. На този въпрос 40% от тях отговарят, че това е отлепването на зъб/и от протезната база, 35% смятат, че е счупване на протезата или опорно-задръжни елементи и 25% са отговорили „друго“.

Обсъждане

Наред с безбройните приложения в масовото производство, адитивните технологии добиват популярност и в денталната медицина най-вече заради постоянно подобряващото се качество на принтираните обекти и редуциране на клиничното време (13,16).

Резултатите от анкетното проучване, в което взеха участие лекари по дентална медицина с клиничен опит под и над 10 години, както и специалисти и общопрактикуващи, показват, че лекарите по дентална медицина в България са запознати с триизмерния печат и то най-вече от научни форуми, включващи семинари, презентации и курсове.

Според 80% от анкетираните 3D принтирането става все по-популярно и използвано, а само 6% не са съгласни. Подобни резултати са получени и при анкетно проучване от Jawahar и Maragathavalli сред лекарите по дентална

медицина в Индия – 82% смятат, че 3D принтирането става все по-популярно, 14% не са съгласни, а 4% са отговорили с „може би“ (17).

Анкетно проучване на Suganna M. et. al сред лекари по дентална медицина в Саудитска Арабия показва, че 66% от анкетираниите смятат, че 3D принтирането е все по-използвано в денталната практика (18).

Според нашето изследване по-малък е процента на анкетираниите (37%), които смятат, че 3D принтирането ще измести конвенционалните методи за изработка на протезни конструкции в следващите 10 години и също толкова анкетирани смятат, че е по-прецизно.

Последните години адитивното производство започна да се превръща в алтернатива на конвенционалните методи за изработване на сменяеми протези, като най-често използваната технология е Стереолитографията (15)(19,20). Почти всички анкетирани (92%) считат, че 3D принтирането може да се използва за производство на фиксирани протезни конструкции, но само 57% смятат, че е възможно изработването и на сменяеми протези (частични и цели).

Предимствата и недостатъците на триизмерното принтиране на протезни конструкции са обект на интерес, а непрекъснатото въвеждане на нови материали изисква и нови изследвания на техните качества.

Alhallak отбелязва предимствата на Адитивната технология, които според него са по-малка загуба на материал, възможност за прецизна изработка на по-сложни обекти и по-ниска цена (21).

Според Russo производството на цели протези чрез Адитивни технологии е най-рентабилния вариант, в сравнение с конвенционалните методи и CAD/CAM фрезването. Като недостатък обаче отбелязва повишения брой клинични етапи (22).

Въпреки големите възможности на дигиталните технологии обаче редица автори са на мнение, че са нужни още изследвания, свързани с химичният състав, механичните и физичните свойства на материалите за принтиране, за да се докаже тяхната клинична ефективност (23-26).

Като основна причина, защо не използват 3D принтирането в практиките си, 42% от лекарите по дентална медицина са отговорили, че това е високата цена. Противно на тези резултати, при проучване на Revilla-León et al. към ADA (American Dental Association) за приложението на 3D принтирането в денталните практики 44% от анкетираниите отговарят, че едно от предимствата му е намалената производствена цена на продуктите. Резултатите от проведеното проучване оказват, че 17% от участниците притежават 3D принтер, а 67% от тях го използват от по-малко от 2 години. Най-често респондентите го ползват за изработката на диагностични модели (62%), оклузални сплентове (50%) и хирургични водачи (48%). Общо 36% от анкетираниите го използват за изработване на предварителни фиксирани протезни конструкции, а 29% за ортодонтски алайнери. Според 68% от анкетираниите главно предимство на 3D

принтирането е подобрената ефективност, 44% смятат, че е ниската производствена стойност, а 20% смятат, че е намаленото клинично време, подобрена комуникация с пациентите и по-добри резултати (27).

Според анкетиранияте лекари по дентална медицина в България, едно от основните предимства на триизмерно принтираните конструкции е, че са точни в сравнение с конвенционалните техники за изработване. Тези резултати се подкрепят и от Acharya A. et al., при чието изследване 87% смятат за главно предимство високата прецизност на 3D принтирането (28).

Заклучение:

Според получените резултати, може да се твърди, че лекарите по дентална медицина в България са запознати с триизмерния печат и считат, че технологията става все по-популярна, и използвана в денталните практики. Въпреки това по-голямата част от тях все още са скептични и не намират 3D принтирането за достатъчно добра алтернатива на конвенционалните методи за изработка на сменяеми протезни конструкции. Като главни недостатъци се отчитат високата стойност на оборудването и недостатъчно добрите механични качества на материалите за триизмерен печат. Основно предимство, освен намаленото клинично време е по-прецизната изработка на триизмерно принтираните обекти.

1. Lee DJ, Saponaro PC. Management of Edentulous Patients. Dent Clin North Am. 2019 Apr;63(2):249-261.
2. Goiato MC, Filho HG, Dos Santos DM, Barão VA, Júnior AC. Insertion and follow-up of complete dentures: a literature review. Gerodontology. 2011 Sep;28(3):197-204.
3. Kołciuk L, Godlewski T. Oral Health-Related Quality of Life of Patients Using Removable Dentures—Review of Literature. Dent. Med. Probl. 2015; 52:222–226.
4. Бонев Б. Дентално здраве и качество на живот на хората над 20-годишна възраст в Република България. Дисертация, София, 2013
5. Friel T, Waia S. Removable Partial Dentures for Older Adults. Prim Dent J. 2020 Sep;9(3):34-39.
6. Янкова М. Клинично и експериментално проучване на еластичните материали за подплатяване на цели протези. Дисертация, София 2018
7. Barraclough O, Gray D, Ali Z, Nattress B. Modern partial dentures - part 1: novel manufacturing techniques. Br Dent J. 2021 May;230(10):651-657.
8. Gray D, Barraclough O, Ali Z, Nattress B. Modern partial dentures - part 2: a review of novel metal-free materials and innovations in polymers. Br Dent J. 2021 Jun;230(12):813-818.
9. Janeva NM, Kovacevska G, Elencevski S, Panchevska S, Mijoska A, Lazarevska B. Advantages of CAD/CAM versus Conventional Complete

-
- Dentures - A Review. *Open Access Maced J Med Sci.* 2018 Aug 4;6(8):1498-1502.
10. Davidowitz, G, & Kotick, PG. (The use of CAD/CAM in dentistry. *Dental clinics of North America*, 2011, 55(3), 559–ix.
 11. Suganna, M, Kausher, H., Tarek Ahmed, S., Sultan Alharbi, H., Faraj Alsubaie, B., Ds, A., Haleem, S., Meer Rownaq Ali, A. B. Contemporary Evidence of CAD-CAM in Dentistry: A Systematic Review. 2022, *Cureus*, 14(11), e31687
 12. Celik, H. K., Koc, S., Kustarci, A., Caglayan, N., & Rennie, A. E. W. (2023). The state of additive manufacturing in dental research - A systematic scoping review of 2012-2022. *Heliyon*, 9(6), e17462.
 13. Huang G, Wu L, Hu J, Zhou X, He F, Wan L, Pan ST. Main Applications and Recent Research Progresses of Additive Manufacturing in Dentistry. *Biomed Res Int.* 2022 Feb 24;2022:5530188.
 14. Anadioti E, Musharbash L, Blatz MB, Papavasiliou G, Kamposiora P. 3D printed complete removable dental prostheses: a narrative review. *BMC Oral Health.* 2020 Nov 27;20(1):343.
 15. Alharbi, N., Wismeijer, D., & Osman, R. B. Additive Manufacturing Techniques in Prosthodontics: Where Do We Currently Stand? A Critical Review. *The International journal of prosthodontics*, 30(5), 474–484.
 16. Balhaddad, A. A., Garcia, I. M., Mokeem, L., Alsaahafi, R., Majeed-Saidan, A., Albagami, H. H., Khan, A. S., Ahmad, S., Collares, F. M., Della Bona, A., Melo, M. A. S. Three-dimensional (3D) printing in dental practice: Applications, areas of interest, and level of evidence. *Clinical Oral Investigations*, 2023, 27(6), 2465–2481.
 17. Abarna Jawahar, G Maragathavalli, Knowledge on Applications of 3D Printing in Dentistry among Dental Practitioners-A KAP Survey, *J Res Med Dent Sci*, 2021, 9 (2): 205-210.
 18. Suganna, M., Kausher, H., Rownaq Ali, A. B. M., Abed, M. M., Albishi, W. S., Al Hajji, F. A., & Sultan, N. A. (2022). Knowledge on Applications of 3D Design and Printing in Dentistry Among Dental Practitioners in Saudi Arabia: A Questionnaire-Based Survey. *Cureus*, 14(8), e28379.
 19. Gad, M. M., Fouda, S. M., Abualsaud, R., Alshahrani, F. A., Al-Thobity, A. M., Khan, S. Q., Akhtar, S., Ateeq, I. S., Helal, M. A., & Al-Harbi, F. A. (2022). Strength and Surface Properties of a 3D-Printed Denture Base Polymer. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 31(5), 412–418.
 20. Pagac, M., Hajnys, J., Ma, Q. P., Jancar, L., Jansa, J., Stefek, P., Mesicek, J. A Review of Vat Photopolymerization Technology: Materials, Applications, Challenges, and Future Trends of 3D Printing. *Polymers*, 2021, 13(4), 598.
 21. Alhallak, K., Hagi-Pavli, E., & Nankali, A. (2023). A review on clinical use of CAD/CAM and 3D printed dentures. *British dental journal*, 10.1038/s41415-022-5401-5. Advance online publication.
 22. Lo Russo, L., Salamini, A., Troiano, G., Guida, L. Digital dentures: A protocol based on intraoral scans. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 2021, 125(4), 597–602.
 23. Sulaiman T. A. Materials in digital dentistry-A review. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry*, 2020, 32(2), 171–181.
-

24. Alhallak, K. R., & Nankali, A. 3D Printing Technologies for Removable Dentures Manufacturing: A Review of Potentials and Challenges. *The European journal of prosthodontics and restorative dentistry*, 2022, 30(1), 14–19.
25. Goodacre, B. J., Goodacre, C. J. Additive Manufacturing for Complete Denture Fabrication: A Narrative Review. *Journal of prosthodontics: official journal of the American College of Prosthodontists*, 2022, 31(S1), 47–51.
26. Jockusch, J., & Özcan, M. Additive manufacturing of dental polymers: An overview on processes, materials and applications. *Dental materials journal*, 2020, 39(3), 345–354.
27. Revilla-León, M., Frazier, K., Costa, J. D., Haraszthy, V., Ioannidou, E., MacDonnell, W., Park, J., Tenuta, L. M., Eldridge, L., Vinh, R., & Kumar, P. Prevalence and applications of 3-dimensional printers in dental practice. *The Journal of the American Dental Association*, 2023, 154(4), 355-356.e2.
28. Acharya, A., Chodankar, R. N., Patil, R., Patil, A. G. Assessment of knowledge, awareness, and practices toward the use of 3D printing in dentistry among dental practitioners and dental technicians: A cross-sectional study. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 2023, 13(2), 253–258.