

Trójwymiarowa ocena wycisków pobranych masami alginatowymi w zależności od metody mieszania

Three-dimensional evaluation of alginate impressions depending on the mixing method

Julia Brulińska¹, Aleksandra Szczepanik¹, Dominika Domanowska¹, Marcin Szerszeń²

¹ Studenckie Koło Naukowe, Katedra Protetyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny
Students' Research Group, Department of Prosthetic Dentistry, Medical University of Warsaw

² Katedra Protetyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny
Department of Prosthetic Dentistry, Medical University of Warsaw
Head: prof. dr hab. n. med. Jolanta Kostrzewa-Janicka

HASŁA INDEKSOWE:

wyciski alginatowe, skanowanie trójwymiarowe, mieszalnik automatyczny

KEY WORDS:

alginate impression, three-dimensional scanning, automatic mixer

Streszczenie

Wprowadzenie. Podstawowymi materiałami wyciskowymi stosowanymi w gabinetach stomatologicznych są masy alginatowe. Metody mieszania, ręczna i zautomatyzowana, różnią się od siebie czasem przygotowania, co przekłada się na czas wiązania masy oraz potencjalnie na jakość połączenia rozpuszczalnych soli kwasu alginowego z wodą destylowaną, co może mieć wpływ na wymiary wycisku. Ze względu na dostępne na rynku urządzenia umożliwiające zautomatyzowanie procesów łączenia proszku i płynu, temat wpływu metody mieszania na zmianę wymiarów wycisków alginatowych pozostaje tematem aktualnym.

Cel pracy. Celem pracy była trójwymiarowa ocena wycisków pobranych masą alginatową w zależności od sposobu mieszania.

Materiały i metody. Wykonano 42 identyczne wyciski uzębionego modelu ćwiczeniowego, wykorzystując trzy masy alginatowe o różnej charakterystyce zastosowań, mieszane ręczne lub za pomocą mieszalnika automatycznego. Materiał badany podzielono ze względu na wykorzysta-

Summary

Introduction. The basic impression materials used in dental offices are alginate materials. Mixing methods, manual and automated, differ in manipulation time, which translates into the setting time of the mass and potentially the quality of the connection of soluble alginic acid salts with distilled water, which may affect the dimensions of the impression. Due to the devices available on the market that enable automation of the processes of combining powder and liquid, the impact of the mixing method on changing the dimensions of alginate impressions remains a current subject.

Aim of the study: The aim of the study was a three-dimensional assessment of impressions taken with alginate material depending on the mixing method.

Material and methods. 42 identical impressions of a dental training model were made using three alginate materials with different application characteristics, mixed manually or with an automatic mixer. The tested material was divided according to the alginate mass used

ną masę alginatową oraz sposób przygotowania masy. Wykorzystując skaner laboratoryjny wykonano serie skanów niezwłocznie po pobraniu wycisku oraz po 168 godzinach przechowywania. Otrzymane trójwymiarowe obrazy wyeksportowano w postaci plików DICOM i STL. Wykorzystując opcję superimpozycji oprogramowania graficznego obliczono odchylenia po 7 dniach od wykonania wycisku. Uzyskane w ten sposób dane ilościowe zostały poddane analizie statystycznej.

Wyniki. Średnia zmiana wymiarowa wszystkich wycisków po 7 dniach przechowywania wynosiła 0,04 mm z odchyleniem standardowym na poziomie 0,13 mm. Najmniejszą stabilnością wymiarową charakteryzowała się masa Hydrogum 5: $Mdn=0,06$ (min/max: -0,23/0,76) mieszana ręcznie. Największą stabilnością wymiarową charakteryzowała się masa Orthoprint mieszana ręcznie: $Mdn=0,01$ (min/max: -0,04/0,03). Różnice pomiędzy 6 grupami były istotne statystycznie (ANOVA Kruskall-Wallis $p=0,007107$).

Wnioski. Mieszalnik automatyczny znacząco przyspiesza pracę kliniczną, nie przekładając się przy tym na zmiany objętościowe masy alginatowej bez względu na jej rodzaj.

and the method of preparing the mass. Using a laboratory scanner, a series of scans were performed immediately after taking the impression and after 168 hours of storage. The obtained three-dimensional images were exported as DICOM and STL files. Using the superimposition option of the graphic software, deviations were calculated 7 days after the impression was made. The quantitative data obtained in this way was subjected to statistical analysis.

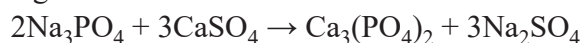
Results. The average dimensional change of all impressions after 7 days of storage was 0.04 mm with a standard deviation of 0.13 mm. Hydrogum 5 was characterized by the lowest dimensional stability: median = 0.06 (min/max: -0.23/0.76) mixed by hand. Orthoprint mass mixed manually was characterized by the highest dimensional stability: median = 0.01 (min/max: -0.04/0.03). The differences between the 6 groups were statistically significant (ANOVA Kruskall-Wallis $p=0.007107$).

Conclusions. The automatic mixer significantly speeds up clinical work without affecting the volume of the alginate mass, regardless of its type.

Wstęp

Masy alginatowe są hydrokoloidalnymi materiałami wykorzystywanymi do obrazowania tkanek jamy ustnej. Mimo obecnie postępującej cyfryzacji stomatologii, alginaty pozostają najczęściej wykorzystywanym materiałem wyciskowym. Wśród zalet stosowania wycisków z mas alginatowych wymienia się dokładność odbicia pola protetycznego, łatwość wprowadzenia i usunięcia z jamy ustnej, ułatwione oddzielanie od modelu gipsowego oraz łatwość przygotowania masy do procedury pobierania wycisku. Są to także masy akceptowalne w subiektywnych odczuciach zarówno dla pacjenta, jak i dla operatora.¹⁻³ Modele uzyskane na podstawie wycisków alginatowych używane są jako pomoce diagnostyczne, modele

wstępne przy planowaniu leczenia oraz modele robocze w procesie wykonywania uzupełnień protetycznych i aparatów ortodontycznych. Najczęściej występującymi składnikami mas alginatowych są: alginiany sodu, potasu lub amonu, ziemia okrzemkowa, siarczan wapnia, fosforany trójzasadowe, substancje zapachowe, smakowe i barwiące. Przy tworzeniu wycisków, wykorzystuje się proces żelifikacji, inaczej zdolność masy do przechodzenia z zolu w żel. Wprowadzenie proszku alginatowego do wody wyzwała nieodwracalną reakcję chemiczną alginianu sodu i siarczanu wapnia wg wzoru:⁴



Z uwagi na obecną w związanej masie alginatowej dużą zawartość wody występują zjawiska imbibicji i synerезy, inaczej pęcznienia

i kurczenia materiału poprzez chłonięcie lub odparowanie cieczy.⁵ Ze względu na zachodzące zmiany wymiarów przestrzennych, powszechnie uważa się, że modele gipsowe na podstawie wycisków alginatowych najlepiej jest odlewać jak najszybciej. Jednakże, w ciągu ostatnich lat modyfikowano skład mas alginatowych poprzez zmienianie proporcji składników masy lub dodawanie nowych środków, dzięki czemu wyeliminowano niektóre z wad, jak niska wytrzymałość mechaniczna, zbyt duża elastyczność i podatność na zmiany objętościowe.^{6,7}

Aktualnie można wyróżnić trzy metody mieszania masy alginatowej: ręczną, półautomatyczną oraz zautomatyzowaną. Najczęściej wykorzystywaną jest metoda ręczna, bazującą na prostym i tanim instrumentarium (w postaci elastycznej miski oraz szpatułki), która jednak niesie za sobą potencjalną utratę jakości masy wyciskowej wskutek działalności nieodświadczonego operatora. Metoda półautomatyczna wymaga wykorzystania mieszalnika mechanicznego (np. Alghamix II, Zhermack; Alginator, Dux Dental; AlgiMix, Vivid). Są to proste konstrukcyjnie urządzenia elektryczne zbudowane z podstawy z zaczepem dla elastycznej miski obracanej przez wirnik po naciśnięciu odpowiedniego przycisku lub sterownika nożnego. Przeciętnie prędkość obrotu miski w tego typu urządzeniach podawana jest przez producentów w zakresie 0-300 RPM (Revolution Per Minute – obrotów na minutę). Trzecia metoda mieszania – zautomatyzowana, wymaga wykorzystania w pełni automatycznych mieszalników do alginatu (np. MX-300, Zhermack; Alginate Mixer II, Cavex; AlgiPro, Vivid). Są to wolnostojące urządzenia o dużej mocy i prędkości mieszania proszku alginatowego z płynem. Mieszanie odbywa się w specjalnych dwuelementowych plastikowych kapsułach umieszczonych w mimośrodkowym uchwycie urządzenia uzyskując podwójny ruch obrotowy (tzw. planetarny). System sterowania

opiera się na wyborze odpowiedniego programu mieszania - często z preskrypcją dla danej masy wyciskowej. Duża prędkość obrotu kapsuły, podawana przez producentów około 2900-3600 RPM, przyspiesza proces mieszania i z założenia umożliwia otrzymanie maksymalnie homogennej masy wyciskowej bez pęcherzyków powietrza.⁸ Odpowiednie proporcje proszku alginatowego do wody destylowanej podczas mieszania wydają kluczowe do powstania pełnowartościowej masy wyciskowej o odpowiednich właściwościach fizyko-chemicznych, umożliwiając pobranie dokładnego wycisku, ale też jego wydłużone przetrzymywanie bez utraty jakości odwzorowania. W piśmiennictwie brakuje jednak informacji na temat wpływu procedury mieszania proszku i płynu oraz jakości wymieszania masy, co może wywierać potencjalny wpływ na stabilność wymiarową wycisków alginatowych.

Cel pracy

Celem pracy była trójwymiarowa ocena wycisków pobranych masą alginatową w zależności od sposobu mieszania.

Material i metoda

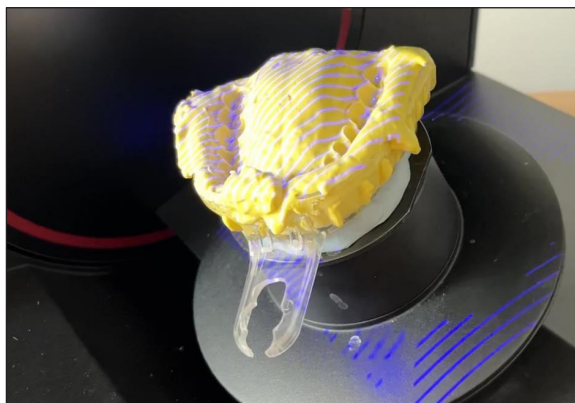
Do badań wykorzystano trzy różne masy alginatowe (Orthoprint, Neocolloid, Hydrogum 5; Zhermack SpA, Badia Polesine, Włochy). Wykorzystując narzędzie standaryzujące (NS-ASA) położenie modelu uzębienia względem łyżki wyciskowej, wykonano łącznie 42 identyczne wyciski uzębionego modelu ćwiczeniowego (ANA4, Frasco GmbH, Tettang, Germany). Narzędzie własnej konstrukcji zostało opracowane na podstawie artykulatora (Artykulator 5010, ASA Dental, Massarosa, Italia) poprzez zamontowanie w jego górnej części uzębionego standardowego modelu fantomowego (ANA-4, Frasco, Tettang, Germany), w dolnej części został zamontowany



Ryc. 1. NS-ASA – Narzędzie własnej konstrukcji na podstawie prostego artykulatora, standaryzujące położenie modelu uzębienia względem łyżki wyciskowej.

stolik okluzyjny, na którym wykonano silikonowy stelaż umożliwiający umieszczenie na nim łyżki wyciskowej tylko w jednym określonym położeniu (ryc. 1). Materiał badany podzielono ze względu na wykorzystaną masę alginatową oraz sposób przygotowania masy – ręczny lub z wykorzystaniem automatycznego mieszalnika do alginatów (Alginat Mixer MX-300; Zhermack SpA, Badia Polesine, Italy). Wyciski były pobierane masami alginatowymi na plastikowych łyżkach standardowych w rozmiarze L (Dentaline, Disposable Impression Tray; Falcon Medical Italia srl, Lucca, Włochy) przeznaczonych do uzębionego łuku górnego. Aby umożliwić podparcie sztyftu siecznego o stolik sieczny w narzędziu NS-ASA, dokonano modyfikacji uchwytów łyżek wyciskowych poprzez wywiercenie w nich przestrzeni na sztyft.

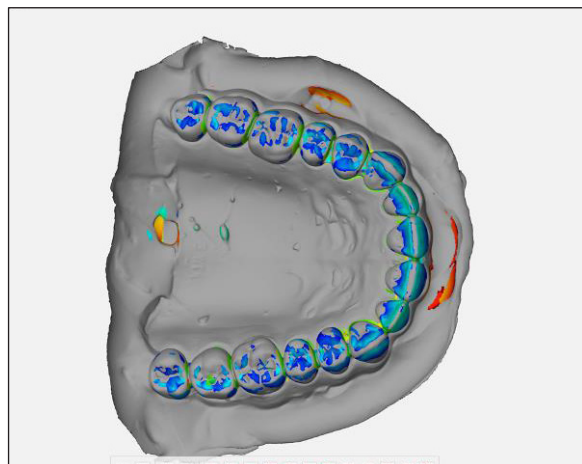
Masa alginatowa była przygotowywana poprzez mieszanie proszku z wodą destylowaną w zalecanym przez producenta stosunku kolejno dla masy Hydrogum 5 (21g/45ml), Orthoprint (27g/54ml), Neocolloid (27g/54ml). Pierwsza partia masy była otrzymana poprzez manualne mieszanie plastikową szpatułką w gumowej misce do tego przeznaczonej przez zalecany czas (<30 sekund) – mieszanie odbywało się przez niedoświadczoną osobę z ograniczoną umiejętnością mieszania masy alginatowej. W drugiej



Ryc. 2. Proces skanowania wycisku alginatowego przy pomocy skanera laboratoryjnego 3Shape E3.

partii wykorzystano urządzenie do mieszania mas alginatowych (MX-300 Alginate Mixer; Zhermack SpA, Badia Polesine, Włochy) przez określony w instrukcji urządzenia czas (Hydrogum 5- 6s, Neocolloid- 10s, Orthoprint- 10s). Po nałożeniu masy na łyżkę wyciskową, była ona umieszczana na silikonowym stelażu narzędzia NS-ASA, po czym model ćwiczeniowy zamontowany w górnej części NS-ASA był wciskany w masę alginatową do momentu zetknięcia sztyftu ze stolikiem siecznym NS-ASA. Czynności te były powtarzane w celu otrzymania identycznych wycisków każdą z mas i metod.

Po całkowitym związaniu masy alginatowej każdy wycisk był wyjmowany z narzędzia NS-ASA, płukany pod bieżącą wodą i nadawano mu numer porządkowy od 1 do 7 oraz literę H, N, O oraz dopisywano R, gdy był wykonywany ręczną metodą mieszania, uzyskując w ten sposób 6 grup roboczych. Następnie wykonano serię skanów niezwłocznie po uwolnieniu wycisków wykorzystując skaner laboratoryjny (E3, 3Shape, Copenhagen Denmark) (ryc.2). Założony protokół skanowania obejmował głównie impresje zębów. Trójwymiarowe obrazy były następnie eksportowane z natywnego oprogramowania (Dental Desktop, 3Shape, Copenhagen, Denmark) w postaci plików



Ryc. 3. Prezentacja mapy odchyień pomiędzy skanami kontrolnymi a skanami badanymi z zastosowaną opcją superimpozycji dwóch trójwymiarowych obrazów wycisków alginatowych.

DICOM a następnie konwertowane na pliki STL (ang. Standard Tessellation Language). Tak przygotowane trójwymiarowe obrazy stanowiły grupę kontrolną dla porównań zmienności wymiarowej. Po wykonaniu skanów wstępnych wszystkie wyciski były umieszczane w szczelnie zamkniętych torebkach z podwójnym zabezpieczeniem strunowym, tak aby unieвозмоwić wpływ warunków zewnętrznych, potencjalnie zmieniających wilgotność otoczenia. Materiał do badań był przechowywany w temperaturze pokojowej (+/-23°C). Identyczny protokół skanowania został ponowiony po 7

dniach przechowywania wycisków uzyskując skany stanowiące grupy badane. Wykorzystując opcję superimpozycji oprogramowania graficznego (GOM Inspect Suite, Carl Zeiss GOM Metrology GmbH, Braunschweig, Niemcy), obliczono odchylenia pomiędzy skanami kontrolnymi i skanami po 7 dniach od wykonania wycisku (ryc. 3) i eksportowano w postaci danych ilościowych (w milimetrach) zapisywanych w programie Microsoft Excel. Uzyskane w ten sposób dane zostały poddane analizie statystycznej (PQStat v.1.8.4.; PQStat Software, Poznań, Poland).

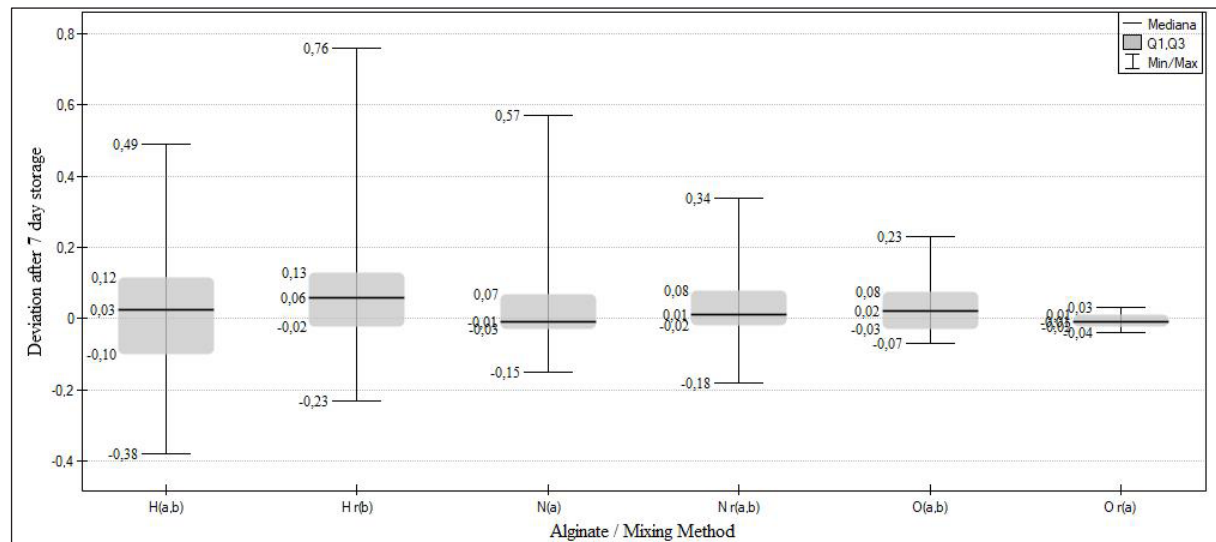
Wyniki

Na podstawie przeprowadzonego badania poddano analizie 840 punktów odchyień pomiędzy trójwymiarowymi obrazami tuż po pobraniu wycisków oraz po 7 dniach ich przechowywania – 140 dla każdej z grup, 20 dla każdego wycisku. Średnie odchylenie dla wszystkich badanych obrazów wyniosło 0,037 mm (SD±0,132). Największe średnie odchylenie odnotowano dla grupy Hr (Hydrogum 5, metoda ręczna) i wynosiło ono 0,071 mm (SD±0,153). Najmniejsze średnie odchylenie wynosiło -0,008 mm (SD±0,021) i uzyskano je dla grupy Or (Orthoprint, metoda ręczna). Analizowane dane poddano badaniu

T a b e l a 1. Wyniki testowania post-hoc Dunn-Bonferroni; kolorem czerwonym oznaczono istotne statystycznie różnice pomiędzy grupami (wartości p <0,05); litery A(a) lub B(b) wyznaczają jednorodność pomiędzy poszczególnymi grupami

POST-HOC (Dunn Bonferroni)						
Wartość p	H	H r	N	N r	O	O r
H		0,110818	1	1	1	1
H r	0,110818		0,029404	1	1	0,036553
N	1	0,029404		1	1	1
N r	1	1	1		1	0,509334
O	1	1	1	1		1
O r	1	0,036553	1	0,509334	1	
Jednorodne	H(a,b)	H r(b)	N(a)	N r(a,b)	O(a,b)	O r(a)
A	*		*	*	*	*
B	*	*		*	*	

Tabela 2. Graficzne zobrazowanie wyników w poszczególnych grupach w zależności od rodzaju masy alginatowej oraz metody mieszania, po 7 dniach od pobrania wycisków



jednowymiarowej normalności rozkładu testami Kołmogorova-Smirnova oraz Shapiro-Wilka uzyskując wartości $p < 0,000001$ w obu testach. Istotność statystyczną wyznaczono na $p = 0,05$. Postępowanie statystyczne oparto o test nieparametryczny ANOVA Kruskala-Wallisa uzyskując $p = 0,007107$ - odrzucając hipotezę zerową o braku różnic pomiędzy grupami oraz następnie testy post-hoc Dunn-Bonferroni opisujące istotne statystycznie różnice pomiędzy poszczególnymi grupami lub ich jednorodność (tab. 1). Ze względu na brak przesłanek do wykorzystania testów parametrycznych w tabeli 2 przedstawiono mediany, kwartyle (pierwszy i trzeci) oraz minimalne i maksymalne zanotowanych w badaniu wartości. Czas wymagany do całkowitego wymieszania proszku z płynem metodą ręczną wynosił około 30 sekund. Przy pomocy urządzenia automatyzującego ten proces był skrócony do 6-8 sekund.

Dyskusja

Masy alginatowe są wykorzystywane w stomatologicznych procedurach wyciskowych od ponad 50 lat. Materiał ten jest szeroko

rozpowszechniony na całym świecie i był on przedmiotem badań wielu autorów. Przez ostatnie dziesięciolecie skupiano się głównie nad modyfikacjami samego składu proszku alginatowego oraz warunków przechowywania samych wycisków, które umożliwiałyby odroczone odlewanie modeli na ich podstawie. Domieszki różnego rodzaju substancji umożliwiły przetrzymywanie wycisków alginatowych nawet kilkadziesiąt lub w niektórych przypadkach (tak jak w tzw. Extended pour alginates – Alginaty do odroczonego odlewania modeli), ponad 150 godzin od momentu pobrania wycisku bez znaczących zmian wymiarowych.⁹⁻¹³

Innym obszarem badań tego typu materiałów było przeciwdziałanie krzemicy (przewlekłej chorobie płuc spowodowanej wdychaniem respirabilnej krzemionki krystalicznej zawartej w proszku alginatowym), wśród personelu gabinetów stomatologicznych. Powlekanie włókien krzemionkowych środkami odpylającymi, takimi jak gliceryna, glikol, glikol polietylenowy i glikol polipropylenowy, było próbą zwiększenia gęstości włókien, co miało zmniejszyć zawieszanie partykuł krzemionki w powietrzu podczas przygotowywania masy. W tym celu do materiałów alginatowych dodawany jest

również sepiolit lub tetrafluoroetylen, który pomaga w utrzymaniu cząstek alginianu w swoistej sieci, która zapobiega przemieszczaniu się cząstek pyłu w otoczeniu podczas mieszania proszku z płynem.¹⁴⁻¹⁶

W ostatnich latach, środowisko naukowe skupiało się również nad potencjalnymi zakażeniami krzyżowymi spowodowanymi przez wyciski alginatowe. Wydaje się ta tematyka tym bardziej aktualna w obliczu nieodległej w czasie pandemii COVID-19 oraz potencjalnych zagrożeń zakaźnych związanych z wizytami stomatologicznymi.¹⁷ Zasadzenie przez mikroorganizmy wycisku alginatowego kontaktującego z płynami ustrojowymi pacjenta (ślina, krew) jest cechą niepożądaną, jednak niemożliwą do wyeliminowania, a potencjał zakaźny wycisku zwiększa się w przypadku nieumiejętnych lub niewystarczających procesów dekontaminacyjnych.^{9,18,19} Dodatkowo wykazano, iż nawet ogólnodostępne na rynku substancje predestynowane do dezynfekcji hydrokolidów zmieniają ich wymiary przestrzenne.^{20,21} Udokumentowano również przeniesienie na modele gipsowe mikroorganizmów z wycisków alginatowych.²² Podejmowano również próby inkorporacji substancji i cząstek dezynfekcyjnych do samej masy wyciskowej, jednak jak podają *Nallamuthu* i wsp. wraz z czasem upływającym od związania masy, ulegały znaczącym zmianom wagowym, a co za tym idzie również wymiarowym.⁹

Porównania trójwymiarowych obrazów wycisków alginatowych nie byłyby możliwe bez dostępu do nowoczesnych technologii opartych o metody CAD/CAM, takich jak optyczne skanowanie laboratoryjne czy opcje superimpozycji zaawansowanych programów graficznych - metodyka ta była z powodzeniem wykorzystywana w innych tego typu badaniach.²³⁻²⁶ Istnieją jednak alternatywne metody obrazowania trójwymiarowej struktury wycisków do porównań stabilności wymiarowej. *Lee* i wsp. w swojej pracy wykorzystali protokół

postępowania opierający się o wykonywanie tomografii komputerowej CBCT. Konkludują oni jednak, iż wyciski należy zeskanować w ciągu 24 godzin, w przeciwnym razie zmiany wymiarowe prowadzą do błędów przekraczających błąd pomiaru.²⁷

Wszystkie opisane powyżej badania miały na uwadze potencjalne zmiany wymiarowe wycisków, jednak pomijały różne możliwości łączenia proszku alginatowego z płynem. Autorzy obecnej pracy dotarli tylko do jednego artykułu, w którym opisana została metoda półautomatyczna mieszania mas alginatowych, w której brakuje jednak informacji na temat jej wpływu na zmiany wymiarowe.²⁸ Zwrócono jednak uwagę, iż przyspiesza ona znacząco procedurę przygotowania masy, co miało swoje potwierdzenie również w spostrzeżeniach autorów niniejszego badania. Udowodniony w aktualnym badaniu brak wpływu na wymiary przestrzenne wycisków alginatowych w zależności od metody mieszania, może przesądzać o tym, iż sam stosunek proszku do płynu jest elementem kluczowym w celu zachowania stabilności wymiarowej, wymaga to jednak dalszych dociekań i rewizji popartej odpowiednio zaplanowanymi projektami badań.

Wnioski

Mieszalnik automatyczny znacząco przyspiesza pracę kliniczną, nie przekładając się przy tym na zmiany objętościowe masy alginatowej bez względu na jej rodzaj.

Piśmiennictwo

1. *Nandini VV, Venkatesh KV, Nair KC*: Alginate impressions: A practical perspective. *J Conserv Dent* 2008; 11(1): 37-41.
2. *Petropoulos VC, Rashedi B*: Current concepts and techniques in complete denture final impression procedures. *J Prosthodont* 2003; 12: 280-287. doi: 10.1016/s1059-941x

- (03)00108-6.
- Hulme C, Yu G, Browne C, O'Dwyer J, Craddock H, Brown S, Gray J, Pavitt S, Fernandez C, Godfrey M, Dukanovic G, Brunton P, Hyde TP: Cost-effectiveness of silicone and alginate impressions for complete dentures. *J Dent* 2014; 42(8): 902-907. doi: 10.1016/j.jdent.2014.03.001
 - Cervino G, Fiorillo L, Herford AS, Laino L, Troiano G, Amoroso G, Crimi S, Matarese M, et al.: Alginate Materials and Dental Impression Technique: A Current State of the Art and Application to Dental Practice. *Mar Drugs* 2018; 17(1): 18. doi: 10.3390/md17010018.
 - Garg S, Mittal S, Bansal S, Kansal G: A Study on Imbibition and Syneresis in Four Commercially Available Irreversible Hydrocolloid (Alginate) Impression Materials. *Inter J Prosth Res Dent* 2012; 2: 1-4. doi: 10.5005/jp-journals-10019-1037.
 - Abdelraouf RM: Chemical analysis and microstructure examination of extended-pour alginate impression versus conventional one (characterization of dental extended-pour alginate). *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials* 2017; 67(10): 612-618. doi: 10.1080/00914037.2017.1362636.
 - Todd JA, Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC: Dimensional changes of extended-pour alginate impression materials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 143(4Suppl): S55-S63. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.06.016.
 - Alaghari S, Velagala S, Alla R.K, Av R: Advances in alginate impression materials: a review. *International Journal of Dental Materials* 2019; 1: 55-59. doi: 10.37983/IJDM.2019.1203
 - Nallamuthu NA, Braden M, Patel MP: Some aspects of the formulation of alginate dental impression materials—Setting characteristics and mechanical properties. *Dental Materials* 2012; 28(7): 756-762. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.03.012>
 - Farzin M, Panahandeh H: Effect of pouring time and storage temperature on dimensional stability of casts made from irreversible hydrocolloid. *J Dent (Tehran)* 2010; 7(4): 179-184.
 - Buchan S, Peggie RW: Role of ingredients in alginate impression compounds. *J Dent Res* 1966; 45: 1120-1129.
 - Szerszeń M, Surowiecki D, Tyrajski M: Wpływ warunków przechowywania wycisków wykonanych masą alginatową na ich wymiary przestrzenne. *Protet Stomatol* 2018; 68(4): 406-414. doi: 10.5114/ps/100516.
 - Sedda M, Casarotto A, Raustia A, Borracchini A: Effect of storage time on the accuracy of casts made from different irreversible hydrocolloids. *J Contemp Dent Pract* 2008; 9(4): 59-66.
 - Kaur G, Jain P, Uppal M, Sikka R: Alginate impression material: from then till now, *Heal Talk J Clin Dent* 2012; 05(2): 2.
 - Ardit M, Baroni T, Capacci F, Arcangeli G, Romanelli M, Zoleo A, Capella S, Belluso E, Gabellini P, Cioni R, Di Benedetto, F: Possible hazardous components in dental alginates: Physicochemical properties by a mineralogical and spectroscopic investigation. *Hygiene and Environmental Health Advances* 2023; 8, 100083. doi: 10.1016/j.heha.2023.100083
 - Barbieri PG, Somigliana A, Carradori G: Silicosi severa da terre di diatomee nella produzione di alginato ad uso odontoiatrico: uno studio necroscopico. *Med Lav* 2020; 111 (3): 222-231.
 - Sabharwal N, Arora A, Upadhyaya V, Sehgal MM, Nayak K, Katyul S, Dahiya M, Pratap C, Sharma R: Impression Disinfection and Its Effect on Dimensional Accuracy and Surface Detail in the Times of COVID-19: An In Vitro Study. *Cureus* 2024; 16(3): e55931. <https://doi.org/10.7759/cureus.55931>.
 - Sofou A, Larsen T, Fiehn NE, Owall B: Contamination level of alginate impressions

- arriving at a dental laboratory. *Clin Oral Investig* 2002; 6(3): 161-165. <https://doi.org/10.1007/s00784-002-0173-4>
19. *Rachwalska A, Loster JE*: Środki do dezynfekcji wycisków protetycznych i ocena ich skuteczności – przegląd piśmiennictwa. *Protet Stomatol* 2020; 70(4): 394-406. <https://doi.org/10.5114/ps/131245>
20. *Szerszeń M, Tyralski M, Surowiecki D, Poniewierski W, Górski B*: Influence of disinfecting agents on the spatial dimensions of alginate mass impressions. *Advances in Hygiene and Experimental Medicine* 2020; 74: 36-41. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.8553>.
21. *Kamińska A, Zwolak A, Szalewski L, Wójcik D, Sarna-Boś K, Borowicz J*: Czas dezynfekcji wycisków alginatowych a stabilność wymiarów liniowych modeli gipsowych. *Protet Stomatol* 2016; 66(1): 20-26. <https://doi.org/10.5604/1196051>
22. *Pakdin M, Soufiabadi S, Shahrakipour M*: Evaluation of Contamination Reduction on Gypsum Casts from Alginate Impressions Disinfected with Four Different Materials. *Global J Health Sci* 2016; 8(12): 127.
23. *Szerszeń M, Sochańska A, Ochał A, Wróbel-Bednarz K*: Three-dimensional evaluation of extended-pour alginate impressions depending on storage conditions. *Prosthodont* 2021; 71(2): 107-122. <https://doi.org/10.5114/ps/135628>
24. *Cesur MG, Omurlu IK, Ozer T*: Evaluation of digital model accuracy and time-dependent deformation of alginate impressions. *Niger J Clin Pract* 2017; 20(9): 1175-1181.
25. *Surowiecki D, Szerszeń M, Wróbel-Bednarz K, Walczyk A*: Compatibility of the digital design of prosthetic crowns with restorations made in the technology of selective laser sintering of metal powders. *Protet Stomatol* 2020; 70(2): 132-143.
26. *Kim SR, Lee WS, Kim WC, Kim HY, Kim JH*: Digitization of dental alginate impression: Three-dimensional evaluation of point cloud. *Dent Mater J* 2015; 34(6): 835-840.
27. *Lee SM, Hou Y, Cho JH, Hwang HS*: Dimensional accuracy of digital dental models from cone-beam computed tomography scans of alginate impressions according to time elapsed after the impressions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016; 149(2): 287-294.
28. *Frey G, Lu H, Powers J*: Effect of mixing methods on mechanical properties of alginate impression materials. *J Prosthodont* 2005; 14(4): 221-225.

Zaakceptowano do druku: 17.06.2024 r.

Adres autorów: 02-097 Warszawa, Binieckiego 6.

© Zarząd Główny PTS 2024.