

# Porównanie jakości kontroli okluzji z zastosowaniem kalki okluzyjnej oraz urządzenia T-scan, na podstawie piśmiennictwa

## Comparison of the quality of occlusion control with the use of occlusion paper and T-scan, based on the literature

*Marcin Czarnek, Aneta Wieczorek*

Katedra Protetyki Stomatologicznej, Instytut Stomatologii, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Małgorzata Pihut

---

---

### HASŁA INDEKSOWE:

T-scan, okluzja, diagnostyka

---

---

---

---

### KEY WORDS:

T-scan, occlusion, diagnostics

---

---

### Streszczenie

**Wprowadzenie.** W codziennej praktyce lekarza stomatologa najczęściej wykorzystywanym ułożeniem żuchwy w stosunku do szczęki jest maksymalne zaguzkowanie. Istnieje wiele metod kontroli okluzji podczas leczenia stomatologicznego. Do najczęściej stosowanych metod należy kontrola okluzji przy pomocy kalki okluzyjnej. Wydaje się, że jest to metoda subiektywna, obarczona dużym błędem. Drugim sposobem, coraz częściej wykorzystywanym w gabinetach stomatologicznych jest urządzenie T-scan (Tekscan Inc, Boston, MA, USA) służące do komputerowej analizy okluzji.

**Cel pracy.** Celem pracy było porównanie kontroli okluzji przy pomocy aparatu T-scan (Tekscan Inc, Boston, MA) z tradycyjną metodą z użyciem kalki okluzyjnej na podstawie przeglądu piśmiennictwa.

**Material i metody.** W odpowiedzi na zadany cel pracy dokonano przeglądu systematycznego baz medycznych PubMed oraz Scopus z okresu 2015-2020. Uzyskano 30 artykułów, a po ostatecznej selekcji pozostały 2 artykuły.

**Wyniki.** Na podstawie badań opisanych w wyselekcjonowanych artykułach, można stwierdzić, iż urządzenie T-scan jest cennym narzędziem, które pozwala na dokładną analizę rozłożenia sił

### Summary

**Introduction.** In the dentist's daily practice, the most frequently used position of the lower jaw in relation to the upper one is central occlusion. There are many ways to monitor occlusion during dental treatment. The most common method involves the use of an articulating paper. It seems that this is a subjective assessment with a large margin of error. The second method that is recently being adapted more frequently in dental offices, is the T-scan device (Tekscan Inc, Boston, MA, USA) for computerized analysis of occlusion.

**Aim of the study.** To compare occlusal registration using T-scan III (Tekscan Inc, Boston, MA) with traditional methods using occlusal paper, based on review of the literature.

**Material and methods.** PubMed and Scopus medical databases from the period 2015–2020 were systematically searched and eventually thirty articles were obtained, of which two articles remained after final selection.

**Results.** Based on the studies described in the selected articles, it can be concluded that the T-scan device is a valuable tool that allows performing a thorough analysis of the distribution of occlusive forces and the time of occlusion and disclusion of tooth contacts.

okluzyjnych oraz czasu okluzji i dyskluzji kontaktów zębowych.

**Wnioski.** Urządzenie T-scan wraz z tradycyjną metodą badania okluzji, taką jak kalka artykulatoryjna powinno być wykorzystywane w codziennej praktyce klinicznej, szczególnie przy protezycznej odbudowie rozległych braków zębowych oraz po leczeniu ortodontycznym. Pozwala ono przede wszystkim na ocenę poszczególnych kontaktów w całym procesie okluzji, od pierwszych kontaktów, przez maksymalne zaguzkowanie, aż po ostatni kontakt. Pomaga również w uniknięciu błędów w subiektywnej ocenie lekarza oraz pomaga kontrolować zmiany w kontaktach okluzyjnych zachodzące na przestrzeni czasu. Żadnej z tych informacji nie uzyska się stosując tradycyjne metody oceny okluzji.

**Conclusion.** T-scan device along with traditional methods of examining occlusions, such as articulating paper, should be used in everyday clinical practice, especially with extensive prosthetic restorations and after orthodontic treatment. It allows, first of all, evaluating individual contacts in the entire biting process, from the first contacts, through maximum intercuspation to the last contact. It also helps to avoid errors in the subjective judgment of the doctor and to control changes in occlusal contacts that occur over time. This information would not be available when traditional methods of examining and recording occlusions are used.

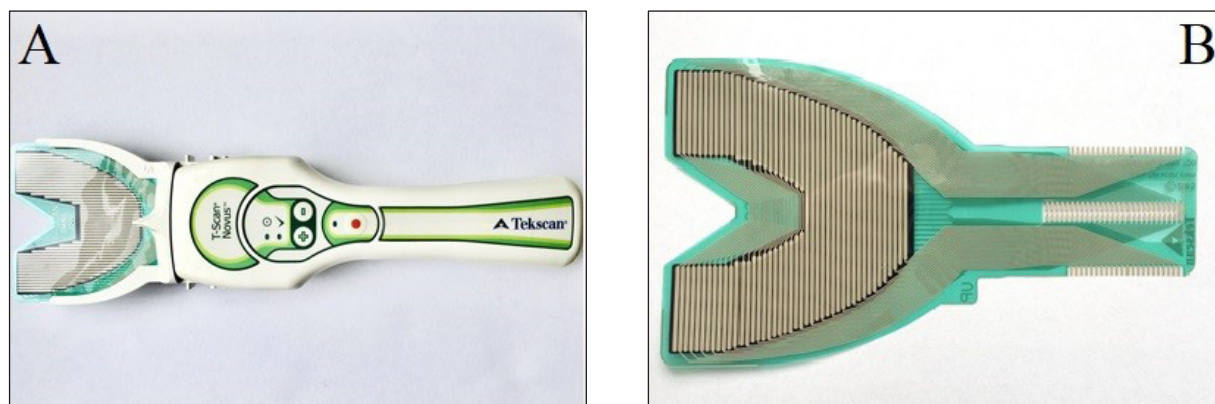
## Wprowadzenie

W codziennej praktyce lekarza stomatologa najczęściej wykorzystywanym ułożeniem żuchwy w stosunku do szczęki jest maksymalne zaguzkowanie (MZ). Charakteryzuje się ono równomiernym, jednoczesnym kontaktem wszystkich obecnych zębów, w zachowanej wysokości zwarciowej, przy jednoczesnym obustronnym skurczu mięśni przywodzących i cofających żuchwę.<sup>1</sup> Dodatkowo według Majewskiego żuchwa znajduje się wtedy w położeniu swobodnego zwarcia, przyjmowanego odruchowo, a jej środek jest zgodny z linią środkową ciała. Optymalne warunki zvarciowe uzyskiwane są dzięki prawidłowej konfiguracji kontaktów zębów przeciwstawnych.<sup>2</sup> Za normę określającą maksymalne zaguzkowanie przyjmuje się kontakty zębowe odpowiadające pierwszej klasie Angle'a.<sup>2</sup> Każdy ruch żuchwy rozpoczynający się w pozycji maksymalnej interkuspidacji, który kończy się kontaktem zębów nazywany jest ruchem pozacentralnym. Rozróżniamy trzy podstawowe ruchy pozacentralne żuchwy: protruzyjny, laterotruzyjny i retruzyjny.<sup>1</sup> W wyniku

różnych czynników genetycznych, jak i środowiskowych może dojść do zaburzeń zvarcia, które mogą skutkować uszkodzeniem tkanek zęba, przyzębia, jak również być przyczyną schorzeń w obrębie mięśni żucia i stawów skroniowo-żuchwowych. Z tego względu, w leczeniu stomatologicznym kluczowym zabiegiem jest precyzyjna analiza zvarcia, umożliwiająca eliminację nieprawidłowości, które mogą mieć szkodliwy wpływ na pracę wielu elementów układu stomatognatycznego (US).

Do przyczyn nieprawidłowej okluzji zaliczane są wady spowodowane zaburzeniami rozwojowymi, takimi jak: obstrukcja dróg oddechowych lub niewłaściwy rozwój tkanek miękkich, np. ankyloglossia.<sup>3</sup> Dodatkowo w okresie niemowlęcym i dziecięcym przyczynić się do nich mogą takie czynniki jak: brak karmienia dziecka piersią matki, oddychanie przez usta, brak żucia twardego pokarmu, nawyk ssania kciuka lub wargi. Wszystkie wyżej wymienione czynniki mogą skutkować zaburzeniami czynności mięśniowo-twarzowej.<sup>4</sup>

Dodatkowo przyczyną nieprawidłowej okluzji mogą być czynniki jatrogenne, jak zabiegi

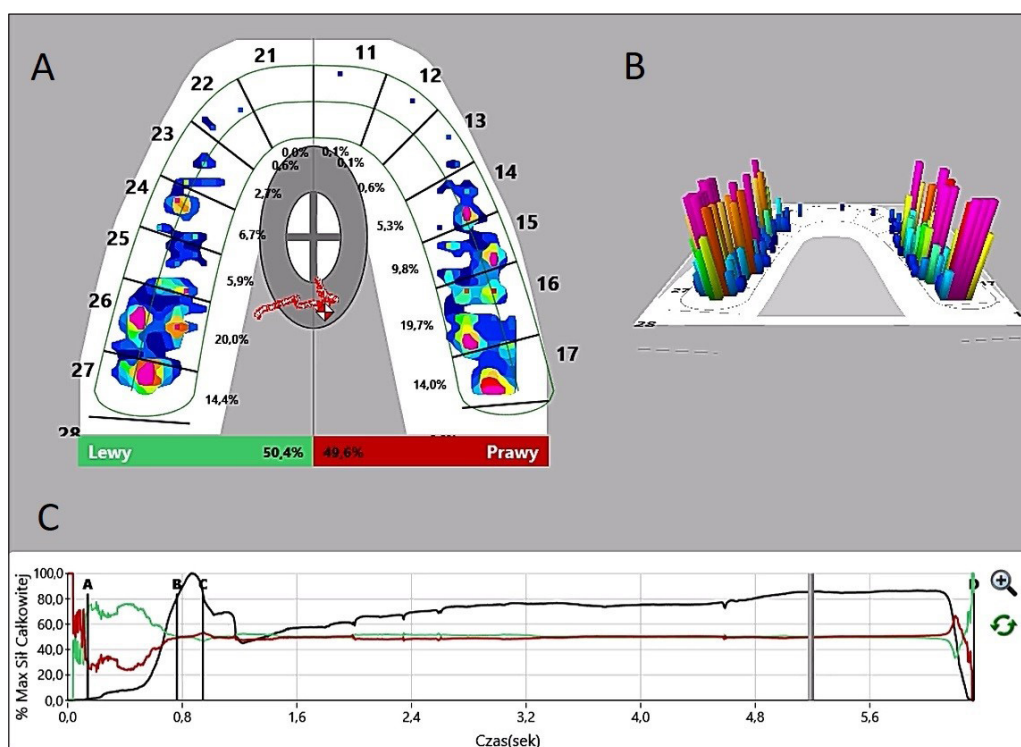


Ryc. 1. A – Urządzenie T-scan (rękojeść typu Novus, B – Czujnik rejestrujący kontakty okluzyjne.

operacyjne w okolicy twarzowo-szczękowej, np. niewłaściwe zaopatrzenie po urazach<sup>5</sup> lub nieprawidłowo przeprowadzane operacje ortognatyczne, w których, niezmiernie trudno przewidzieć jak okluzja zostanie utrzymana po okresie gojenia się kości, szczególnie kiedy operacja ta przeprowadzana jest przed leczeniem ortodontycznym.<sup>6,7</sup> Kolejną przyczyną mogą być nieprawidłowo odtworzone kontakty okluzyjne zarówno w leczeniu zachowawczym, jak i protetycznym.<sup>8</sup> Częstym problem spotykanym w praktyce stomatologa są powikłania okluzyjne po leczeniu ortodontycznym.<sup>9-12</sup> W tych przypadkach, w wyniku przeciążeń okluzyjnych może dojść do następowych, licznych nieprawidłowości w obrębie US, takich jak klinowe ubytki niepróchnicowego pochodzenia w obrębie szyjek koron klinicznych.<sup>13</sup> Te mogą mieć również wpływ na odłamanie guzków, czy pęknięcia szkliwa zębów. Dodatkowo u pacjentów, u których zostały zastosowane implantoprotezy, w wyniku ich przeciążenia może dojść do utraty poziomu kości, czy też powstania kieszeni pionowej przy implancie.<sup>14</sup> Udowodniono również, że zaburzenia okluzji mogą prowadzić do rozwoju lub zwiększenia intensywności chorób stawu skroniowo-żuchwowego.<sup>15</sup>

Aby zapobiec jatrogennemu powstawaniu nieprawidłowej okluzji w rekonstrukcjach

protetycznych stosuje się kontrolę okluzji, posiłkując się kalką artykulacyjną lub urządzeniem T-scan (Tekscan Inc, Boston, MA, USA) służącym do komputerowej analizy okluzji (ryc. 1A). Posiada ono czujnik rejestrujący kontakty okluzyjne (ryc. 1B), moduł przenoszący sygnały do komputera oraz oprogramowanie, tworzące grafiki rozłożenia siły kontaktów okluzyjnych, które można odczytywać w programie na ekranie komputera (ryc. 2). Obecnie najnowszą dostępną na rynku wersją urządzenia jest T-Scan<sup>®</sup> Novus<sup>™</sup>. Czujniki rejestrujące posiadają aktywne punkty odczytu, które nazywa się „senselemi” lub „elementami odczytu”. Sensele są uporządkowane na czujniku w wiersze i kolumny.<sup>16</sup> Każdy sensel można obejrzeć na ekranie komputera, jako osobny kwadrat, wybierając tryb obrazu 2-D. System T-scan stosowany jest zarówno do analizy zwarcia u osób z uzębieniem własnym, jak również u pacjentów, użytkujących uzupełnienia ruchome i stałe. U pacjentów uzębionych możliwe jest określenie lokalizacji przedwczesnych kontaktów i węzłów urazowych, których obecność skutkuje uszkodzeniem tkanek zęba i przyzębia. Grubość czujnika rejestrującego kontakty okluzyjne, która wynosi około 100  $\mu\text{m}$ , jest około 4-12 razy większa od fizjologicznej ruchomości pionowej zębów wynoszącej 8-28  $\mu\text{m}$ . Podatność ta może spowodować



Ryc. 2. Przykładowy wynik badania urządzeniem T-scan: A – widok rozłożenia sił okluzyjnych w konkretnym czasie w rzucie 2D; B – widok rozłożenia sił okluzyjnych w konkretnym czasie w rzucie 3D; C – wykres przedstawiający okluzję i dyskluzję w zależności od czasu.

dużą zmienność ułożenia zęba podczas kontroli okluzji. Dlatego zalecane jest trzykrotne powtórzenie badania dla jednego wyniku.<sup>17</sup>

Badanie przeprowadzone z użyciem urządzenia T-scan pozwala na uzyskanie szeregu różnych informacji, a każda z nich może być wykorzystana do analizy innego aspektu diagnozy oraz leczenia US. Po wykonaniu badania z wykorzystaniem urządzenia T-scan otrzymuje się następujące obrazy:

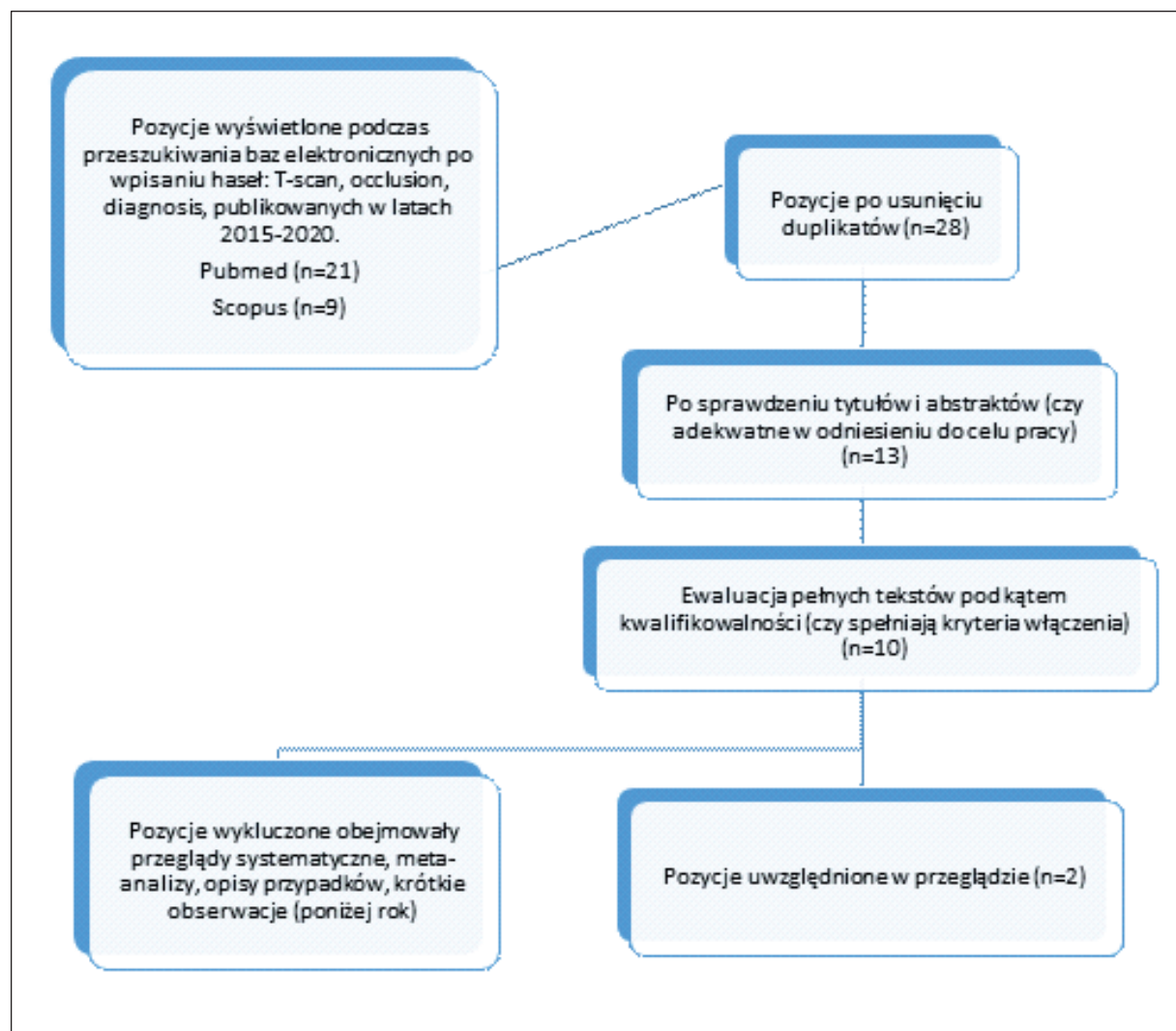
1. Obraz 2D przedstawiający różne rozłożenie sił okluzyjnych, reprezentowanych przez gamę kolorów od niebieskiego (najsłabsza) do czerwonego (najmocniejsza) (ryc. 2A). Dodatkowo na obrazie widoczna jest dystrybucja udziału procentowego kontaktów strony prawej i lewej oraz poszczególnych zębów w okluzji.
2. Obraz 3D, w którym kontakty okluzyjne przedstawione są w postaci trójwymiarowych

kolumn, których wielkość odpowiada sile nacisku na danego zęba w łuku, a kolorystycznie odpowiadających skali barwnej wielkości sił zgryzowych (ryc. 2B).

3. Trajektorię centrum sił, przedstawiającą zmianę centrum siły, która liczona jest na podstawie sumy punktów z rozłożenia kontaktów zębowych w rzucie na płaszczyznę horizontalną.
4. Wykres prezentujący siłę nacisku całego łuku lub pojedynczego zęba w czasie (ryc. 2C).

## Cel pracy

Celem pracy było porównanie kontroli okluzji przy pomocy aparatu T-scan (Tekscan Inc, Boston, MA) z tradycyjną metodą z użyciem kalki okluzyjnej na podstawie przeglądu piśmiennictwa.



Ryc. 3. Diagram przepływu wyszukiwanej i selekcjonowanej literatury.

## Material i metody

W celu odpowiedzi na zadany cel pracy dokonano przeglądu piśmiennictwa baz medycznych PubMed oraz Scopus. Kryterium włączenia do analizy danego artykułu w niniejszym przeglądzie piśmiennictwa były hasła: T-scan, occlusion, diagnosis. Okres publikacji zawężono do lat 2015-2020 (ryc. 3). Z bazy Pubmed uzyskano 21 artykułów, natomiast z bazy Scopus 9. Po usunięciu duplikatów (n=2) uzyskano 28 artykułów. Po przeanalizowaniu tytułów i abstraktów artykułów

wyselekcjonowano 13 artykułów. Po ewaluacji pełnych tekstów pod kątem zadanych kryteriów uzyskano 10 artykułów. Po przeczytaniu pełnych tekstów wyselekcjonowano 2 artykuły prezentujące istotne informacje w prezentowanym temacie. Kryteria wykluczenia obejmowały przeglądy systematyczne, meta-analizy, opisy przypadków, krótkie obserwacje (poniżej roku). Dodatkowo dokonano przeglądu uzupełniając hasłami: occlusion time oraz disclusion time. Otrzymano, po wykluczeniu artykułów nieanglojęzycznych, 3 artykuły, które nie spełniały warunków włączenia do przeglądu.

## Wyniki

Lekarz w codziennej praktyce bardzo często spotyka się z koniecznością kontroli powierzchni i siły kontaktów okluzyjnych u pacjenta. Wykorzystuje się do tego woski, folie i kalki artykulacyjne oraz kalki w spray'u.<sup>18</sup> Mimo że obecnie powstało wiele cyfrowych narzędzi do kontroli okluzji, to wciąż najczęściej spotykaną metodą kontrolą jest ocena wzrokowa z wykorzystaniem kalki artykulacyjnej.<sup>19</sup> Korzystając z wyżej wymienionych narzędzi niemożliwym jest wykonanie porównań wyników wykonywanych w różnym czasie, przez różnych lekarzy, u różnych pacjentów. Co więcej nie jest również możliwym rzetelna ocena okluzji przez tego samego lekarza, u tego samego pacjenta, w różnym odstępie czasowym.<sup>20,21</sup> Dodatkowo niektóre badania prezentują, że częstym problemem w badaniu przy użyciu kalki jest to, że powierzchnia zębów jest zanieczyszczona śliną, co powoduje że jest ona śliska, a przez to może dojść do złego oznaczenia miejsca kontaktu zębów.<sup>22-25</sup> Oprogramowanie urządzenia T-scan (Tekscan Inc, Boston, MA) generuje nagranie obrazu rzeczywistego z przebiegu rejestracji okluzji, co umożliwi ocenę zarówno dynamicznej jak i statycznej okluzji. Możliwym jest również dokładna ocena zmiany warunków okluzyjnych na przestrzeni czasu, przez różnych lekarzy, co jest jedną z głównych zalet urządzenia T-scan.<sup>26</sup>

Wielkość powierzchni okluzyjnej (PO) wraz z siłą żucia są kluczowymi czynnikami wpływającymi na wydajność żucia u osób z pełnym uzębieniem.<sup>27-32</sup> W badaniu *Ayuso-Montero* i wsp.<sup>33</sup> wyselekcjonowali z 31 ochotników z naturalnym uzębieniem. Kryteriami wyłączenia z badania były zastosowane protezy stałe i/ lub ruchome, wady zgryzu oraz aktualnie prowadzone leczenie ortodontyczne. U każdej z tych osób zarejestrowano okluzję przy pomocy: urządzenia T-scan (v.9; Tekscan Inc., Boston,

MA), skanera (Trios 3 shape; 3shape A/S, Copenhagen, Denmark) oraz masy do rejestracji okluzji Occlufast Rock (Zhermack, Badia Polesine, Italy). Rejestrat uzyskany w trakcie rejestracji zwarcia został zeskanowany celem analizy i porównania z pozostałymi wynikami. Dane o wielkości powierzchni okluzyjnej uzyskane z urządzenia T-scan, skanera oraz z obrazu skanu rejestratu zostały porównane z wykorzystaniem oprogramowania ImageJ. Najwyższa wartość powierzchni okluzyjnej została uzyskana przy pomiarze T-scanem podczas maksymalnej siły zagryzienia, najniższa w rejestracji skanerem 3D przy kontaktach międzyzębowych na poziomie 0-100µm. Autorzy zwracają uwagę w swoim badaniu, że mimo iż urządzenie T-scan nie zostało zaprojektowane z myślą o ocenie powierzchni okluzyjnej, to obrazy które powstają w programie mogą być do tego wykorzystane. Ponadto mogą być one porównywane na przestrzeni czasu i zmian zachodzących w uzębieniu pacjentów, również w celach naukowych. Ze względu na grubość kalki okluzyjnej badanie jest najbardziej wiarygodne kiedy pacjent podczas badania nagryza na folię z maksymalną siłą. Klinicznie ocena podczas maksymalnej siły zgryzu jest rekomendowana, aby uzyskać właściwą, końcową jakość leczenia i zminimalizować nieprawidłowe kontakty okluzyjne, które mogły powstać podczas leczenia ortodontycznego czy protetycznego.<sup>34,35</sup>

Wykorzystując oprogramowanie urządzenia T-scan możemy dodatkowo zaobserwować miejsce: pierwszego kontaktu okluzyjnego, czy ostatniego kontaktu podczas maksymalnej okluzji oraz jaka jest charakterystyka maksymalnego zaguzkowania. Kalka artykulacyjna nie daje nam niestety informacji, czy odbicie na zębach jest kwestią chwilowego kontaktu, czy też jego ciągłego charakteru.<sup>36</sup> Mimo iż było już przeprowadzonych wiele badań opisujących działanie urządzenia T-scan oraz kalki okluzyjnej pojedynczo, jak i porównując między sobą wyniki uzyskane podczas analizy,

nigdy wyniki tych badań nie zostały porównane cyfrowo z dokładną lokalizacją kontaktów okluzyjnych, oznaczanych przez te narzędzia.<sup>37,38</sup> Jest to niemożliwe, nie posiadając cyfrowych wyników kontroli z obydwu tych narzędzi. W badaniu *Prado* i wsp.<sup>39</sup> wykorzystana została metoda cyfrowego wyrównania, w których użyto punktów referencyjnych, aby stworzyć korelacje pomiędzy fizycznymi modelami a dynamicznymi danymi pozyskanymi z badania T-scanem. W badaniu wykorzystane zostały modele gipsowe szczęki i żuchwy jedynastu zdrowych, uzębionych pacjentów, które zostały zamontowane przez jednego technika dentystycznego do artykulatora. W pierwszej kolejności modele te zostały zeskanowane przy użyciu skanera ATOS Compact Scan. Następnie stworzone zostały specjalne urządzenia pomocnicze aby oznaczyć punkty referencyjne na folii T-scanu uzyskane podczas maksymalnego zaguzkowania. W dalszej kolejności, celem zaznaczenia punktów kontaktów na modelach wykorzystana została kalka artykulacyjna o grubości 8  $\mu\text{m}$ . Tak przygotowane modele zostały ponownie zeskanowane, tym razem skanerem Go!SCAN 3D. Po zarejestrowaniu, z wykorzystaniem urządzenia T-scan, kontaktów międzyzębowych w maksymalnym zaguzkowaniu wykorzystując zadane wcześniej punkty referencyjne porównane zostały, przy użyciu odpowiedniego oprogramowania, obrazy z obydwu rejestracji. Ważnym jest jednak podkreślenie, że kalka dawała obraz wszystkich kontaktów zębów, natomiast z rejestracji T-scanem wykorzystany został jedynie obraz maksymalnego zaguzkowania. Dokładność tej metody została sprawdzona poprzez ilościowe porównanie liczby kontaktów odnalezionych przez T-scan i kalkę artykulacyjną. T-scan odnalazł średnio 79,02% kontaktów oznaczonych przez kalkę artykulacyjną. We wnioskach pracy autorzy rekomendują, aby w celu osiągnięcia najlepszych możliwych rezultatów w badaniu okluzji, wykorzystywać w swojej praktyce

obydwa narzędzia: kalkę artykulacyjną celem lokalizacji kontaktów okluzyjnych oraz urządzenie T-scan, aby określić dynamikę tych kontaktów podczas okluzji.<sup>39</sup>

## Dyskusja

Urządzenie T-scan jest cennym narzędziem, który pozwala na dokładną analizę rozłożenia sił okluzyjnych oraz czasu okluzji i dyskluzji kontaktów zębowych. Dlatego wraz z tradycyjnymi metodami badania okluzji, takimi jak kalka artykulacyjna powinien być wykorzystywany w codziennej praktyce klinicznej, szczególnie przy rozległych odbudowach protetycznych oraz po leczeniu ortodontycznym. Pozwala ono przede wszystkim na ocenę poszczególnych kontaktów w całym procesie okluzji, od pierwszych kontaktów, przez maksymalne zaguzkowanie aż po ostatni kontakt. Pomaga również w uniknięciu błędów w subiektywnej ocenie lekarza oraz pomaga kontrolować zmiany w kontaktach okluzyjnych zachodzące na przestrzeni czasu. Żadnej z tych informacji nie uzyskamy, stosując tradycyjne metody badania, kontroli i rejestracji okluzji.

Czas okluzji i dyskluzji, który uzyskujemy podczas badania urządzeniem T-scan, a którego nie jesteśmy w stanie skontrolować kalką artykulacyjną jest bardzo istotnym elementem dynamiki kontaktów międzyzębowych. Wydłużenie któregośkolwiek z tych czasów może skutkować negatywnymi objawami ze strony US oraz zaburzeniem wzorca żucia. W badaniu *Kerstein* i wsp. dowodzą, że u osób z takimi objawami, po wykonaniu odpowiednich korekt celem skrócenia czasu dyskluzji (poniżej 0,5 sekundy), nastąpiła szybka poprawa stanu zdrowia i zmniejszenia dolegliwości, takich jak ból głowy, twarzy, uszu, zmniejszenie częstości zgrzytania czy redukcję bruksizmu.<sup>40</sup>

Należy zwrócić również uwagę na wady urządzenia T-scan. Główną z nich jest grubość

sensora, która wynosi 100 mikrometrów, w przeciwieństwie do kalki artykulacyjnej, której grubość, tej najczęściej wykorzystywanej do kontroli okluzji, wynosi 80 mikrometrów. Grubość sensora ma również wpływ na sposób w jaki pacjent doprowadza własne zęby do maksymalnej okluzji pokonując grubość kalki, co może skutkować powstawaniem mocniejszych kontaktów na zębach trzonowych, a mniejszych na zębach siecznych. Należy zwrócić uwagę również na wysoką cenę urządzenia wraz z oprogramowaniem, która wynosi około 11 tysięcy dolarów. Podsumowując, w celu osiągnięcia możliwie najlepszych rezultatów leczniczych, wskazane jest wykorzystanie kalki artykulacyjnej celem lokalizacji kontaktów okluzyjnych oraz urządzenia T-scan w celu określenia dynamiki tych kontaktów podczas okluzji.

## Piśmiennictwo

1. Okeson JP: Leczenie dysfunkcji skroniowo-żuchowych i zaburzeń zwarcia. Czelej; 2018.
2. Majewski SW: Gnatofizjologia stomatologiczna. Normy okluzji i funkcje układu stomatognatycznego. PZWL; 2007.
3. Rapeepattana S, Thearomtree A, Suntornlohanakul S: Etiology of Malocclusion and Dominant Orthodontic Problems in Mixed Dentition: A Cross-sectional Study in a Group of Thai Children Aged 8-9 Year. J Int Soc Prev Community Dent 2019; 5;9:383-389.
4. D'Onofrio L: Oral dysfunction as a cause of malocclusion Orthod Craniofac Res 2019; 22, Suppl 1: 43-48.
5. Kim SY, Choi YH, Kim YK: Postoperative Malocclusion After Maxillofacial Fracture Management: A Retrospective Case Study Maxillofac Plast Reconstr Surg 2018; 15, 40: 27.
6. Olubanwo Agbaje J, Van de Castele E, Salem AS, Anumendem D, Shaheen E, Sun Y, Politis C: Assessment of occlusion with the T-Scan system in patients undergoing orthognathic surgery. Sci Rep 2017; 13; 7: 5356.
7. Kwon TG, Han MD: Current status of surgery first approach (part II): precautions and complications. Maxillofac Plast Reconstr Surg 2019; 3, 41: 23.
8. Kimmel SS: Rationale and technique for achieving occlusal harmony. NY State Dent J 2009; 75: 39-43.
9. Aubrey RB: Occlusal objectives in orthodontic treatment. Am J Orthod 1978; 74: 162-175.
10. Christensen GJ: Abnormal occlusal conditions: a forgotten part of dentistry. J Am Dent Assoc 1995; 126: 1667-1668.
11. Dawson P: Functional occlusion: from TMJ to smile design. Elsevier-Health Sci Div 2006.
12. Wieczorek A, Loster J: Activity of the masticatory muscles and occlusal contacts in young adults with and without orthodontic treatment. BMC Oral Health 2015; 6: 15.
13. Haralur SB, Alqahtani AS, AlMazni MS, Alqahtani MK: Association of Non-Carious Cervical Lesions with Oral Hygiene Habits and Dynamic Occlusal Parameters. Diagnostics (Basel) 2019; 12, 9: 43.
14. Buduru S, Mesaros A, Talmaceanu D, Baru O, Ghiurca R, Cosgarea R: Occlusion in the digital era: a report on 3 cases. Med Pharm Rep 2019; 92(Suppl No 3): S78-S84.
15. Lila-Krasniqi Z, Shala K, Krasniqi TP, Bicaj T, Ahmedi E, Dula L, Dragusha AT, Guguvceviski L: Differences Between Subjective Balanced Occlusion and Measurements Reported With T-Scan III. Open Access Maced J Med Sci 2017; 8, 5: 667-672.
16. Tekscan Inc.: T-scan 9.1 User Manual 2015.
17. Ruttitivapanich N, Tansalarak R, Palasuk J, Pumklin J: Correlation of Bite Force Interpretation in Maximal Intercuspal Position among Patient, Clinician, and T-Scan III System. Eur J Dent 2019; 13: 330-334.
18. Sharma A, Rahul GR, Poduval ST, Shetty K, Gupta B, Rajora V: History of materials used



- for recording static and dynamic occlusal contact marks: A literature review. *J Clin Exp Dent* 2013; 5: 48-53.
19. *Koos B, Godt A, Schille C, Göz G*: Precision of an instrumentation-based method of analyzing occlusion and its resulting distribution of forces in the dental arch. *J Orofac Orthop* 2010; 71: 403-410.
20. *Qadeer S, Kerstein R, Kim R, Huh JB, Shin SW*: Relationship between articulation paper mark size and percentage of force measured with computerized occlusal analysis. *J Adv Prosthodont* 2012; 4: 7-12.
21. *Wang C, Yin X*: Occlusal risk factors associated with temporomandibular disorders in young adults with normal occlusions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Rad* 2012; 114: 419-423.
22. *Millstein P, Maya A*: An evaluation of occlusal contact marking indicators *J Am Dent Assoc* 2001; 132: 1280-1286.
23. *Brizuela-Velasco A, Álvarez-Arenal A, Ellakuria-Echevarria J, Río-Highsmith J, Santamaria-Arrieta G, Martín-Blanco N*: Influence of articulating paper thickness on occlusal contacts registration: A preliminary report. *Int J Prosthodont* 2015; 28: 360-362.
24. *Leite G, Motta S*: Evaluation of the occlusal contact area with different widths of articulating papers. Abstract 26th Annual Scientific Meeting EAOJ, Paris 2016.
25. *Saraçoğlu A, Özpınar B*: In vivo and in vitro evaluation of occlusal indicator sensitivity. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 522-526.
26. *Baldini A, Nota A, Cozza P*: The association between occlusion time and temporomandibular disorders. *J Electromyogr Kinesiol* 2015; 25: 151-154.
27. *Van der Bilt A, Olthoff LW, Bosman F, Oosterhaven SP*: The effect of missing post-canine teeth on chewing performance in man. *Arch Oral Biol* 1993; 38: 423-429.
28. *Flores-Orozco EI, Rovira-Lastra B, Willaert E, Péraire M, Martinez-Gomis J*: Relationship between jaw movement and masticatory performance in adults with natural dentition. *Acta Odontol Scand* 2016; 74: 103-107.
29. *Hatch JP, Shinkai RS, Sakai S, Rugh JD, Paunovich ED*: Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Arch Oral Biol* 2001; 46: 641-648.
30. *Owens S, Buschang PH, Throckmorton GS, Palmer L, English J*: Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 121: 602-609.
31. *Lujan-Climent M, Martinez-Gomis J, Palau S, Ayuso-Montero R, Salsench J, Péraire M*: Influence of static and dynamic occlusal characteristics and muscle force on masticatory performance in dentate adults. *Eur J Oral Sci* 2008; 116: 229-236.
32. *Lepley CR, Throckmorton GS, Ceen RF, Buschang PH*: Relative contributions of occlusion, maximum bite force, and chewing cycle kinematics to masticatory performance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 139: 606-613.
33. *Ayuso-Montero R, Mariano-Hernandez Y, Khoury-Ribas L, Rovira-Lastra B, Willaert E, Martinez-Gomis J*: Reliability and Validity of T-scan and 3D Intraoral Scanning for Measuring the Occlusal Contact Area. *J Prosthodont* 2020; 29: 19-25.
34. *Qadeer S, Yang L, Sarinnaphakorn L, Kerstein RB*: Comparison of closure occlusal force parameteres in post-orthodontic and non-orthodontic subjects using T-scan R\_III DMD occlusal analysis. *Cranio* 2016; 34: 395-401.
35. *Qadeer S, Abbas AA, Sarinnaphakorn L, et al.*: Comparison of excursive occlusal force parameters in post-orthodontic and non-orthodontic subjects using T-Scan R\_III. *Cranio* 2018; 36: 11-18.
36. *Kerstein RB*: History of the T-scan system development from 1984 to the present day, *Handbook of Research on Computerized*

- Occlusal Analysis Technology Applications in Dental Medicine 2014; 1: 1-35.
37. *Sharma A, Rahul GR, Poduval ST, Shetty K, Gupta B, Rajora V*: History of materials used for recording static and dynamic occlusal contact marks: A literature review. *J Clin Exp Dent* 2013; 1; 5: 48-53.
38. *Koos B, Godt A, Schille C, Göz G*: Precision of an instrumentation-based method of analyzing occlusion and its resulting distribution of forces in the dental arch *J Orofac Orthop* 2010; 71: 403-410.
39. *Prado I, Iturrate M, Minguez R, Solaberrieta E*: Evaluation of the Accuracy of a System to Align Occlusal Dynamic Data on 3D Digital Casts. *Biomed Res Int* 2018; 6, 2018: 8079089.
40. *Kerstein R, Radke J*: Average chewing pattern improvements following Disclusion Time reduction. *Cranio* 2017; 35: 135-151.

Zaakceptowano do druku: 14.12.2020 r.

Adres autorów: 31-155 Kraków, ul. Montelupich 4.

© Zarząd Główny PTS 2020.