



# Odporność na cykliczne zmęczenie wybranych endodontycznych narzędzi maszynowych w świetle piśmiennictwa

## Resistance to cyclic fatigue of selected endodontic machine tools – review of the literature

Martyna Piekielny<sup>1</sup>, Marcin Jarmołowicz<sup>2</sup>, Maciej Dobrzyński<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Artident Klinika Stomatologii Estetycznej i Ortodoncji, ul. Kard. S. Wyszyńskiego 144c/146a, 50-307 Wrocław

<sup>2</sup> Centrum Stomatologii Vita-Dent, ul. Powstańców Śląskich 58a/u3, 53-333 Wrocław

<sup>3</sup> Katedra i Zakład Stomatologii Zachowawczej i Dziecięcej, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, ul. Krakowska 26, 50-425 Wrocław, tel. +48 71 784 03 78, e-mail: maciejdobrzyński@op.pl

### Wprowadzenie

Wraz z potrzebą zwiększenia efektywności i precyzji leczenia endodontycznego w skomplikowanej anatomii kanałów korzeniowych, powstały różne narzędzia znacznie usprawniające pracę. Jednymi z najbardziej rewolucyjnych narzędzi w nowoczesnej endodoncji są maszynowe narzędzia niklowo-tytanowe używane do opracowywania kanałów korzeniowych, mające na celu między innymi poprawienie efektów leczenia, ułatwienie procedur czy zwiększenie bezpieczeństwa pracy [1, 2].

W artykule zwrócono uwagę na aspekt bezpieczeństwa pracy poprzez porównanie niektórych narzędzi maszynowych

wykonanych ze stopów niklowo-tytanowych obecnie dostępnych na rynku w aspekcie odporności na cykliczne zmęczenie materiału.

Pojęcie tzw. cyklicznego zmęczenia może doprowadzić do złamania lub rozkręcenia się narzędzia, na które mają wpływ: czas pracy, siła, z jaką pracuje, jak również krzywizna kanału [1]. Krzywizna kanału ma także istotny wpływ na wytrzymałość narzędzia. Zagięcie w części koronowej będzie skutkowało występowaniem większych naprężeń w szerszej, bardziej wytrzymałej części narzędzia. W przypadku zagięcia w części wierzchołkowej, wytrzymałość narzędzia jest odpowiednio niższa. W zagiętych kanałach korzeniowych kluczową była kwestia cyklicznego zmęczenia narzędzia oraz chęci wielokrotnego jego użycia do opracowania

### Streszczenie

Narzędzia Ni-Ti, zarówno rotacyjne, jak i recyprokalne, znacznie usprawniły poszerzanie kanałów korzeniowych, odkąd tylko pojawiły się na rynku. Równocześnie z przyspieszeniem czasu pracy lekarza wystąpił problem łamania się narzędzi w kanałach zagiętych, w których narzędzia maszynowe niekiedy ulegały złamaniu łatwiej niż narzędzia ręczne. Skłoniło to producentów i praktyków do wykonywania testów odporności wiertel endodontycznych na działanie różnych czynników mechanicznych, które mogą wpływać na podatność narzędzi do łamania się. W związku z pojawieniem się na rynku w ostatnich latach licznych nowości w dziedzinie wiertel maszynowych do opracowywania kanałów korzeniowych, dokonano przeglądu wybranych narzędzi wykonanych ze stopów NiTi oraz porównano je pod kątem wytrzymałości na zmęczenie cykliczne. Wykorzystano dane biomechaniczne do sformułowania wniosków dotyczących zmęczenia cyklicznego endodontycznych wiertel maszynowych. Ocenie zostały poddane czynniki takie jak: rozmiar wg ISO, rodzaj stopu Ni-Ti, z jakiego zostało stworzone narzędzie, giętkość i pamięć kształtu oraz rodzaj ruchu, jaki wykonuje.

**Słowa kluczowe:** wytrzymałość na cykliczne zmęczenie, cykliczne zmęczenie, narzędzia maszynowe, stopy NiTi

Ni-Ti tools, both rotational and reciprocal, have significantly improved root canal widening since they appeared on the market. Simultaneously with the acceleration of dentist' work, the problem of breaking tools in bent channels appeared, in which sometimes machine tools broke more easily than hand tools. This prompted manufacturers and practitioners to test endodontic drills for resistance to various mechanical factors that may affect tool breakability. Due to the appearance on the market of many new products in the field of machine drills in recent years, a review of selected NiTi machine endodontic drills available on the market for the development of root canals and their comparison in terms of resistance to cyclic fatigue was carried out. Biomechanical data were used to formulate conclusions about the cyclic fatigue of machine drills. The following factors were assessed: ISO size, type of Ni-Ti alloy from which the tool was created, flexibility and shape memory as well as the type of movement it makes.

**Key words:** resistance to cyclic fatigue, cyclic fatigue, NiTi tools, NiTi alloys

### Abstract

144

otrzymano / received:

24.02.2020

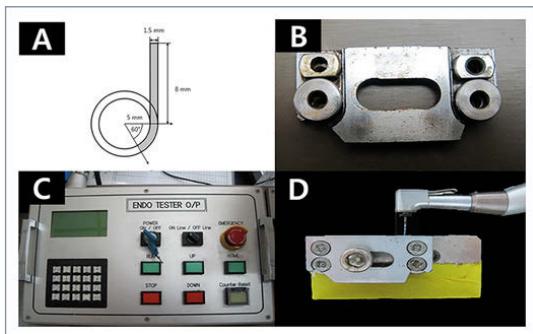
poprawiono / corrected:

18.03.2020

zaakceptowano / accepted:

09.04.2020

kilku kanałów w tym samym zębie przy większym obciążeniu narzędzia. Z taką sytuacją mamy do czynienia przede wszystkim podczas opracowywania kanałów w zębach trzonowych.



**Fot. 1** Schemat systemu kanałowego o określonej krzywiznie (A). Doświadczalny model sztucznego kanału korzeniowego (B). Urządzenie Endo Tester® (C). Maszynowo narzędzie NiTi pracujące ruchem dziobiącym w sztucznym kanale (D). Źródło: [4].

## Technika badania cyklicznego zmęczenia narzędzi maszynowych w warunkach *in vitro*

Według standaryzacji badania używa się testera cyklicznego zmęczenia (Denbotix®, Bucheon, Korea). Badany instrument endodontyczny montowany jest na kątnicy ze sterownym momentem obrotowym (Aseptic®, Woodinville, USA), która posiada rękojeść redukcyjną (20:1) i jest obracany z zalecaną przez producenta prędkością. Wewnątrz sztucznego kanału (o średnicy 1,5 mm, krzywiznie 60° i promieniu 5 mm) wykonuje się ruch dziobiący (6 mm przy 0,5 cykli na sekundę).

Przed rozpoczęciem badania sztuczne kanały wypełnia się lubrykantem, najczęściej preparatem RC (Premier Dental Products®, Norristown, USA) w celu zmniejszenia tarcia i rozproszenia wytworzonego ciepła. Kiedy instrument złamie się w kanale, następuje zmiana momentu obrotowego wykrywana przez czujnik wewnętrzny, który zatrzymuje silnik i rejestruje czas, jaki upłynął do tego momentu [3, 4].

## Charakterystyka endodontycznych wiertel maszynowych

Narzędzia NiTi w porównaniu z ręcznymi narzędziami stalowymi wykazują większą wytrzymałość na cykliczne zmęczenie dzięki swojej elastyczności, jednakże musimy pamiętać, że nawet w prostych i wstępnie przygotowanych kanałach wiertła te mogą ulec rozkręceniu, a w najgorszym przypadku złamaniu [1].

Producenci, aby zwiększyć wytrzymałość narzędzi maszynowych, poddają je obróbce mechanicznej, cieplnej, elektropolewowaniu czy obróbce elektrodrążeniowej [2]. Wiertła endodontyczne z fazą austeniczną mają właściwości superelastyczne i są zalecane do stosowania w kanałach prostych lub lekko zakrzywionych, podczas gdy instrumenty składające się z martenzytu mają wysoką elastyczność wraz z zwiększoną odpornością na

cykliczne zmęczenie i zaleca się ich stosowanie podczas przygotowywania kanałów o skomplikowanych krzywiznach [2].

Stopy NiTi wykorzystywane do produkcji narzędzi endodontycznych możemy podzielić na konwencjonalne, M-wire, R-phase i CM-wire. Różnice pomiędzy tymi stopami wynikają przede wszystkim z fazy, w jakiej znajduje się stop lub z możliwości przejścia pomiędzy austenitem a martenzytem. Stopy M-wire cechują się dużą elastycznością, zaś CM-wire pamięcią kształtu. Przykładami narzędzi M-wire są wiertła Protaper Next®, Reciproc® czy Wave One®, zaś CM-wire wiertło V-taper 2H®. Aktualnie bardziej pożądanym stopem NiTi jest CM-wire, właśnie ze względu na pamięć kształtu [2, 5]. W przypadku stopów CM-wire zalecane jest jednokrotne użycie pilnika [2]. Cykliczne zmęczenie rozpoczyna się od mikropęknięć, które pojawiają się na powierzchni wiertła, z czasem pogłębiając się i doprowadzając do całkowitego jego pęknięcia [3].

Analizując inne badania dotyczące cyklicznego zmęczenia różnych narzędzi maszynowych wykonanych ze stopu NiTi, można wywnioskować, że oprócz tego, która faza – austeniczna czy martenzytowa – dominuje w stopie, to znaczenie mają również: rozmiar narzędzia oraz rodzaj ruchu pracującego. Doświadczenia wykazały, że im większy rozmiar narzędzia wg ISO, tym mniejsza jest jego odporność na cykliczne zmęczenie oraz większą wytrzymałością cechują się wiertła recypokalne niż rotacyjne [6, 7].

## Podsumowanie

W zależności od rodzaju, rozmiaru i stopnia zakrzywienia kanału korzeniowego, do jego opracowania należy dobrać odpowiedni system endodontycznych narzędzi maszynowych NiTi. Wybór odpowiedniego systemu, jak i rodzaju ruchów może umożliwić bezpieczne leczenie, zmniejszając ryzyko cyklicznego zmęczenia narzędzia. Cykliczne zmęczenie narzędzia może doprowadzić do jego rozkręcenia, a w najgorszym wypadku złamania w kanale korzeniowym i uniemożliwić dalsze leczenie.

## Literatura

1. B.S. Chong: *HARTY Endodoncja w praktyce klinicznej*, Elsevier Urban&Partner, Wrocław 2013.
2. S. Tabassum, K. Zafar, F. Umer: *Nickel-titanium rotary file systems: What's New?*, Eur. Endod. J., 4, 2019, 111-117.
3. G. Gambarini, G. Miccoli, M. Seracchiani, A. Morese, L. Piasecki, G. Gaimari, D. Di Nardo, L. Testarelli: *Fatigue resistance of new and used nickel-titanium rotary instruments: a Comparative Study*, Clin. Ter., 2018, 169(3), e96-e10.
4. S.W. Chang, K.S. Shim, Y.C. Kim, K.K. Jee, Q. Zhu, H. Perinpanayagam, K.Y. Kum: *Cyclic fatigue resistance, torsional resistance, and metallurgical characteristics of V taper 2 and V taper 2H rotary NiTi files*, Scanning, 38, 2016, 564-570.
5. C.R.E. Bueno, M.T.S. Cury, A.M.V. Vasques, G. Sivieri-Araújo, R.C. Jacinto, J.E. Gomes-Fiho, L.T.A. Cintra, E. Dezan-Júnior: *Cyclic fatigue resistance of novel Genius and Edgefile nickel-titanium reciprocating instruments*, Braz. Oral Res., 33, 2019, e028.
6. E. Pedullà, N.M. Grande, G. Plotino, G. Gambarini, E. Rapisarda: *Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments*, J. Endod., 39, 2013, 258-261.
7. S.J. Whipple, T.C. Kirkpatrick, R.E. Rutledge: *Cyclic fatigue resistance of two variable-taper rotary file systems: ProTaper universal and V-taper*, J. Endod., 35, 2009, 555-558.