

Analiza wartości siły retencji na drodze rozłączania koron teleskopowych w układach trójelementowych wykonanych w technologii CAD/CAM

*Anna Kochanek-Leśniewska¹, Andrzej Majcher², Elżbieta Mierzwińska-Nastalska¹

¹Katedra Protetyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny
Kierownik Katedry: prof. dr hab. n. med. Elżbieta Mierzwińska-Nastalska

²Instytut Technologii Eksploatacji, Państwowy Instytut Badawczy, Radom
Dyrektor Instytutu: prof. dr hab. inż. Adam Mazurkiewicz

ANALYSIS OF THE RETENTION FORCE DURING SEPARATION TELESCOPIC CROWNS IN THREE-ELEMENT SYSTEM MANUFACTURED USING CAD/CAM TECHNOLOGY

Summary

Introduction. The three-element telescopic crowns system is a modification of the traditional system. There is an intermediate element which wear during use dentures mounted between the primary and secondary crowns. The telescopic crowns components can be made in various technologies e.g. CAD/CAM technology.

Aim. The aim of the study was to analyze changes in the retention force on the way disconnecting telescopic crowns as a function of load cycles in three-element systems made using CAD/CAM technology.

Material and methods. Material consisted of 6 three-element telescopic crowns systems in which the primary and secondary crowns were made using CAD/CAM technology and provided with two types of direct elements, and 3 crowns systems as a control group made a cast and electroforming. Systems have been tested in Institute for Sustainable Technologies in Radom.

Results. The results are shown in the form of graphs of retention force as a function of the displacement telescopic crowns during their separation in the range 0-25 000 load cycles. The results were not statistically significant, but the graphical analysis indicated tendency to distribution of the relationship between the retention force by disconnecting the crown and the type of intermediate element.

Conclusions. It seems that the retention force distribution during disconnecting crowns largely depends on the contacting surfaces. Retention telescopic crowns made of different technologies may be variably sensitive to the crown geometry. The new associations in material systems telescopic crowns may appear isolated systems, the characteristics of which will differ from the characteristics of the group.

Key words: retention force, telescopic crowns, CAD/CAM technology

WSTĘP

Wartość siły retencji koron teleskopowych jest uzależniona od bardzo wielu czynników. Najważniejszym z nich jest geometria, a w szczególności nachylenie ścian osiowych (1-4). W układach koron teleskopowych o cylindrycznych ścianach retencja wynika z siły tarcia pomiędzy dwiema powierzchniami, przemieszczającymi się równolegle względem siebie (5-8). W piśmiennictwie często można spotkać określenie o pojawieniu się pomiędzy wspomnianymi powierzchniami tzw. frykcji. Frykcja jest w języku angielskim definiowana jako tarcie przez przyleganie, co bezpośrednio odpowiada sytuacji, jaka ma miejsce w trakcie działania koron cylin-

drycznych (9, 10). Powierzchnia kontaktu dwóch koron, nawet tych o idealnie równoległych ścianach, nie jest jednak zawsze równoznaczna z powierzchnią wynikającą bezpośrednio z matematycznego wyliczenia pól powierzchni i hipotetycznego ich styku. Korony najczęściej wykonywane metodą odlewania pomimo wypolerowania nie są idealnie gładkie. Chropowatość powierzchni wpływa bezpośrednio na powierzchnię kontaktu koron, czyniąc z niej miejsce wielokrotnego kontaktu punktowego (5). Badania Sakai i wsp. pokazują, że chropowatość powierzchni ma wpływ na siłę retencji, ale wskazują również na fakt, że chropowatość ta zmienia się w trakcie prowadzonych badań (11) trudno więc jednoznacz-

nie stwierdzić, jak silną determinantą jest dla wartości siły retencji.

Inny mechanizm utrzymania protez wspartych na systemie koron podwójnych występuje w przypadku koron stożkowych. Obserwuje się w takim przypadku zaciskanie lub klinowanie (6, 7). Właściwa wartość siły retencji pojawia się dopiero w tzw. pozycji końcowej, czyli gdy uzupełnienie protetyczne znajdzie się na podłożu protetycznym (4, 12). Przy zdejmowaniu protezy z podłoża retencja jest tracona bardzo szybko. Taki typ retencji bywa określany jako utrzymanie adhezyjne, a obecność pomiędzy dwoma elementami lubrykantu, takiego jak ludzka ślina, dodatkowo wprowadza efekty hydrodynamiczne (1, 9, 13).

Technologicznie bardzo trudne jest wykonanie koron teleskopowych idealnie cylindrycznych. Dla ułatwienia wyszukania toru wprowadzania protezy, a także postępowania laboratoryjnego, korony zwykle wykonuje się z 1-2° nachyleniem ścian osiowych (2, 5). Korony stożkowe z definicji są koronami o nachyleniu ścian większym niż 2-3°. Wraz ze wzrostem stopnia zbieżności ścian, korony mają coraz mniejszą retencję i zmienia się ich funkcja z utrzymującej na stabilizującej (2, 4, 6, 11).

CEL PRACY

Celem pracy była analiza zmian wartości siły retencji na drodze rozłączania koron teleskopowych w funkcji cykli obciążeń w układach trójelementowych wykonanych z wykorzystaniem technologii CAD/CAM.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło dziewięć trójelementowych próbek koron teleskopowych (ryc. 1). Korony wykonano o 1° nachyleniu ścian osiowych, wykorzystując jako filar dolny kiel oszlifowany ze stopniem typu chamfer o wysokości 6 mm. Wyodrębniono jako grupę kontrolną (K) trzy próbki (oznaczone K1, K2, K3), w których korona wewnętrzna została wykonana ze stopu Au (AUROLLOYD, Bego, Niemcy), korona zewnętrzna ze stopu Cr-Co (WIRON 88, Bego, Niemcy), obie metodą odlewania, oraz element pośredni wykonany w technice galwanoforningu z 99,99% złota (AGC MICRO, Wieland, Niemcy). W dwóch grupach badanych (A i B) korony wewnętrzne oraz zewnętrzne wykonano z tlenku cyrkonu (DD BIO ZW, Dental Direct, Niemcy) w technologii CAD/CAM (frezarka I MES, Niemcy). W grupie A element pośredni został wykonany ze złota galwanicznego z wykorzystaniem metody galwanoforningu (AGC MI-

CRO, Wieland, Niemcy) i próbki z tej grupy oznaczono jako A1, A2, A3. W grupie B element pośredni wykonano z PMMA (polimetakrylanu metylu, PMMA, T-CAM, Polska) w technologii CAD/CAM, a próbki oznaczono odpowiednio jako B1, B2, i B3. Dodatkowo przygotowano dla każdej próbki badanej komplet dwóch podstaw: górnej i dolnej, które posłużyły do montażu w urządzeniu pomiarowym.

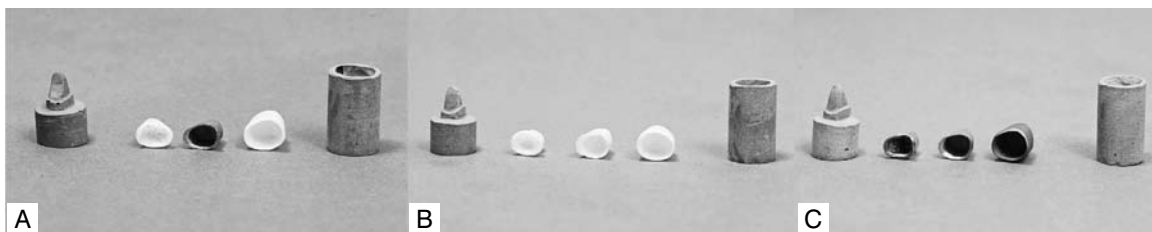
Do badań siły retencji zaprojektowano i skonstruowano specjalne stanowisko pomiarowe w Instytucie Technologii Eksploatacji w Radomiu (ryc. 2). W celu przygotowania próbek do badań korony wewnętrzne cementowano na podstawach dolnych z zastosowaniem cementu dualnego Relyx U200 (3M ESPE, USA). Następnie podstawę dolną umieszczano w uchwycie urządzenia pomiarowego i montowano koronę zewnętrzną w górnej podstawie oraz element pośredni wewnątrz korony zewnętrznej. Korony zewnętrzne wraz z elementem pośrednim były precyzyjnie pozycjonowane względem korony wewnętrznej. Osiowe zamocowanie koron było pozycją wyjściową do przeprowadzenia powtarzalnych, wielokrotnych cykli złączania i separacji koron.

Pomiary zostały wykonane dzięki urządzeniu realizującemu cykle obciążeń oraz pomiar siły retencji. Specjalne oprogramowanie stworzone na potrzeby badań rejestrowało pomiary i realizowało ich zapis do plików umożliwiających analizę w dowolnych pakietach oprogramowania statystycznego. Przebieg testu pomiarowego opisuje sekwencja:

$$\begin{aligned} & [P(l_r, v_z, n_{pp})]_{0'} \\ & [M(F_z, v_r, n_{cp})]_{1'} [P(l_r, v_z, n_{pp})]_{1'} \\ & [M(F_z, v_r, n_{cp})]_{2'} [P(l_r, v_z, n_{pp})]_{2'} \\ & \dots \\ & [M(F_z, v_r, n_{cp})]_{N'} [P(l_r, v_z, n_{pp})]_{N'} \end{aligned}$$

gdzie P oznacza funkcję wykonania pomiaru, M – funkcję wykonania obciążeń cyklicznych (złączania i rozłączania koron). Parametry powyższych funkcji to:

- F_z – siła złączania koron,
- v_r – prędkość złączania i rozłączania koron w trakcie obciążeń cyklicznych,
- n_{cp} – liczba cykli w paczce, po której mierzona jest retencja,
- l_r – droga rozłączania koron,
- v_z – prędkość złączania i rozłączania koron w trakcie pomiarów retencji,
- n_{pp} – liczba powtórzeń pomiaru retencji,
- N – liczba paczek cykli złączania i rozłączania koron.



Ryc. 1. Trójelementowe układy koron teleskopowych: A – grupa badana A (ZrO-AuGalv-ZrO); B – grupa badana B (ZrO-PMMA-ZrO); C – grupa kontrolna K (Au-AuGalv-CrCo).



Ryc. 2. Urządzenie pomiarowo-badawcze.

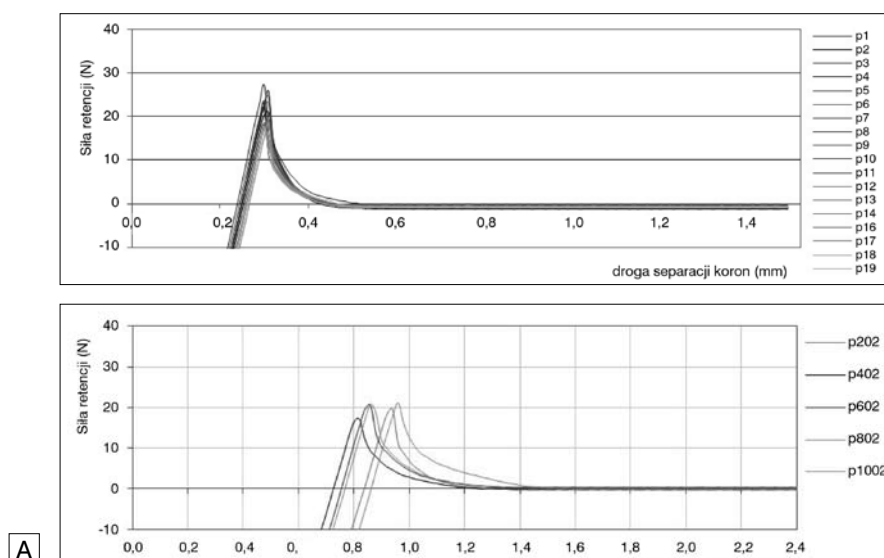
W funkcji M wykonywania obciążenia korony były złączane z prędkością v_r (prędkość rzędu 40-45 mm/s) do chwili uzyskania wartości siły F_z (100 N), po czym z tą samą prędkością korony były rozłączane. Po 100-krotnym powtórzeniu cyklu obciążenia dokonywano czterokrotnego pomiaru siły retencji. Funkcja wykonania pomiaru (P) realizowana była w ten sposób, że korony teleskopowe były złączane z prędkością v_z (prędkość wielokrotnie niższa od v_r , rzędu 0,060-0,065 mm/s) do momentu uzyskania siły F_z . Następnie, z ustalonym krokiem, będącym wielokrotnością k kroku podstawowego wynoszącego 0,01 mm, korony były rozłączane, z tą samą prędkością. W trakcie ruchu wykonywany był pomiar siły z częstotliwością 20 Hz. Po każdym kroku zapisywana była maksymalna wartość zmierzonej siły. Liczba kroków wynosiła maksymalnie 150, co daje zakres pomiaru retencji na drodze 1,5 mm, 3,0 mm, 4,5 mm itd., w zależności od przyjętej wielokrotności k kroku podstawowego.

Programowanie parametrów testu odbywało się poprzez panel operatora, połączony ze sterownikiem PLC. Wyniki pomiarów przekazywane były automatycznie do komputera PC, za pośrednictwem złącza sieci lokalnej.

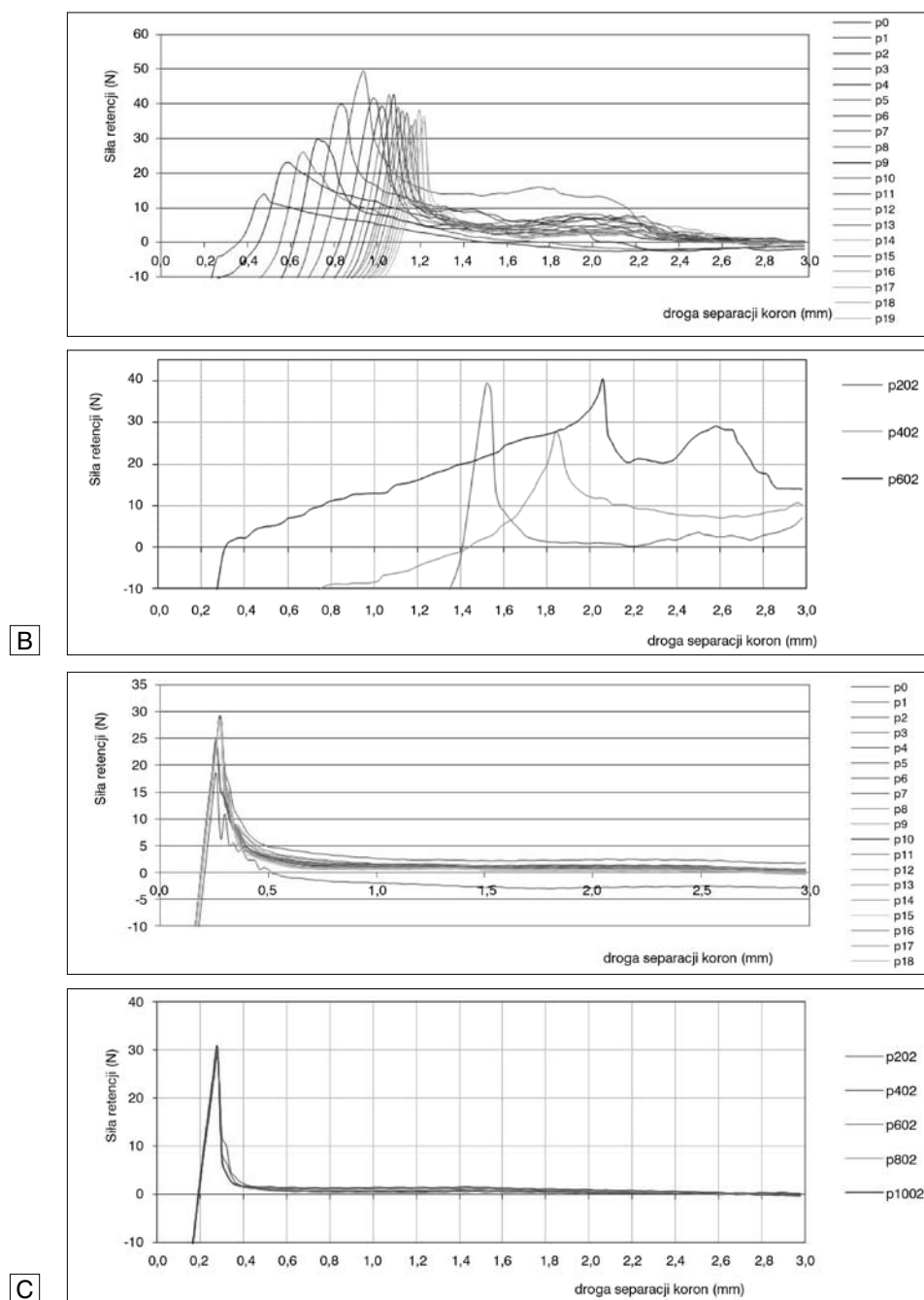
Analizę danych pomiarowych wykonywano w programie MS Excel z oprogramowaniem VBA (Visual Basic for Application). Zbiór tekstowy z danymi pomiarowymi był bezpośrednio wczytywany do arkusza kalkulacyjnego. Ciąg przetwarzania danych pomiarowych rozpoczynała filtracja przebiegów znacznie odbiegających od średniej wartości retencji uzyskanej w kolejnych powtórzeniach pomiarów. Usuwane były przebiegi zarejestrowane jako pierwsze po cyklach obciążenia. Związane było to ze stwierdzoną mniejszą dokładnością pomiarów czujnika tensometrycznego występującą tuż po obciążeniach cyklicznych. W czujniku kumulowały się naprężenia wywołane energią odkształcenia plastycznego, których uwalnianie następowało w czasie pierwszego pomiaru siły – złączenia i rozłączenia koron z małą prędkością. Następnie wykonywane były wykresy przebiegu siły w funkcji drogi rozłączania koron. Ze względu na dużą liczbę przebiegów (przy 5-krotnym powtórzeniu pomiarów po każdych 100 cyklach było to 1500 przebiegów) wykresy były generowane dwoma sposobami przedstawionymi w wynikach.

WYNIKI

Otrzymane wyniki przedstawiono na poniższych wykresach w postaci zależności siły retencji w funkcji przemieszczenia koron teleskopowych w trakcie ich separacji w zakresie 0-25 000 cykli odpowiednio dla grupy kontrolnej (układy K1, K2, K3) (ryc. 3), grupy badanej A (układy A1, A2) (ryc. 4) oraz grupy B (układy B1, B2) (ryc. 5). Na wykresach umieszczono serie danych z kolejnych przebiegów w zakresie od 0 do 2000 cykli obciążenia oraz z wybranych przebiegów w zakresie od 5000 do 25 000 cykli. Dla układów badanych A3 oraz B3 otrzymano fragmentaryczne dane niepozwalające na ocenę wyników.



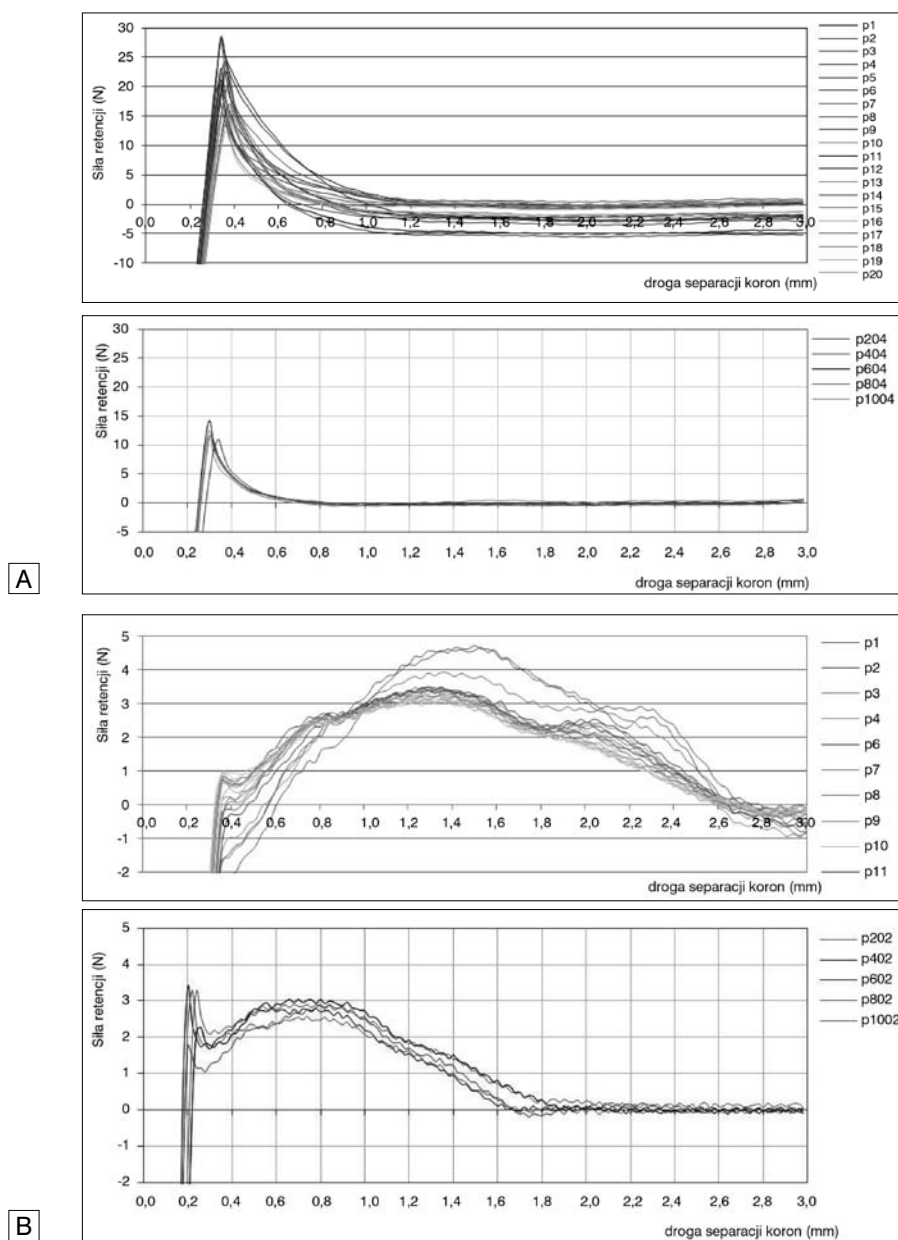
A



Ryc. 3. Wykresy zależności siły retencji od przemieszczenia elementów układu koron teleskopowych w funkcji cykli obciążeń otrzymane dla grupy kontrolnej: A – układ K1: wykres górny (zakres 0-2000 cykli), wykres dolny (zakres 5000-25 000 cykli); B – układ K2: wykres górny (zakres 0-2000 cykli), wykres dolny (zakres do 15 000 cykli, po 18 600 cyklach nastąpiło zatarcie tego układu koron); C – układ K3: wykres górny (zakres 0-2000 cykli), wykres dolny (zakres 5000-25 000 cykli).
Legenda wykresu: serie danych p0-p19 oznaczają kolejne cykle (0, 100, 200...) do zakresu 2000. Serie danych: p202 (cykl nr 5000), kolejno p402, p602... – kolejne numery cykli pomiarowych co 5000 cykli do zakresu 25 000.

W grupie kontrolnej K (Au-AuGalv-CrCo) we wszystkich badanych układach maksymalne wartości siły retencji pojawiają się w początkowej fazie rozłączania koron w zakresie badania od 0-2000 cykli. W układzie K1 oraz K3 obserwowano pojawienie się maksimum wartości siły w odległości 0,3-0,32 mm (K1) oraz 0,26-0,3 mm (K3) dla kolejnych cykli. W układzie K2 maksimum wartości siły przy kolejnych cyklach przesuwa się

wyrażnie na dalsze odcinki drogi rozkontaktowywania, pojawiając się w maksymalnej wartości na odcinku 0,94 mm od początku separacji. W układzie K2 maksymalna wartość siły retencji wyraźnie przesuwa się wraz ze wzrostem liczby cykli, po czym stabilizuje się na odcinku od 1 do 1,3 mm. Wraz z kolejnymi cyklami obciążeń przesuwa się także granica odcinka, na którym następuje całkowita utrata retencji: w układzie K2 z 1,7 na 2,5 mm.

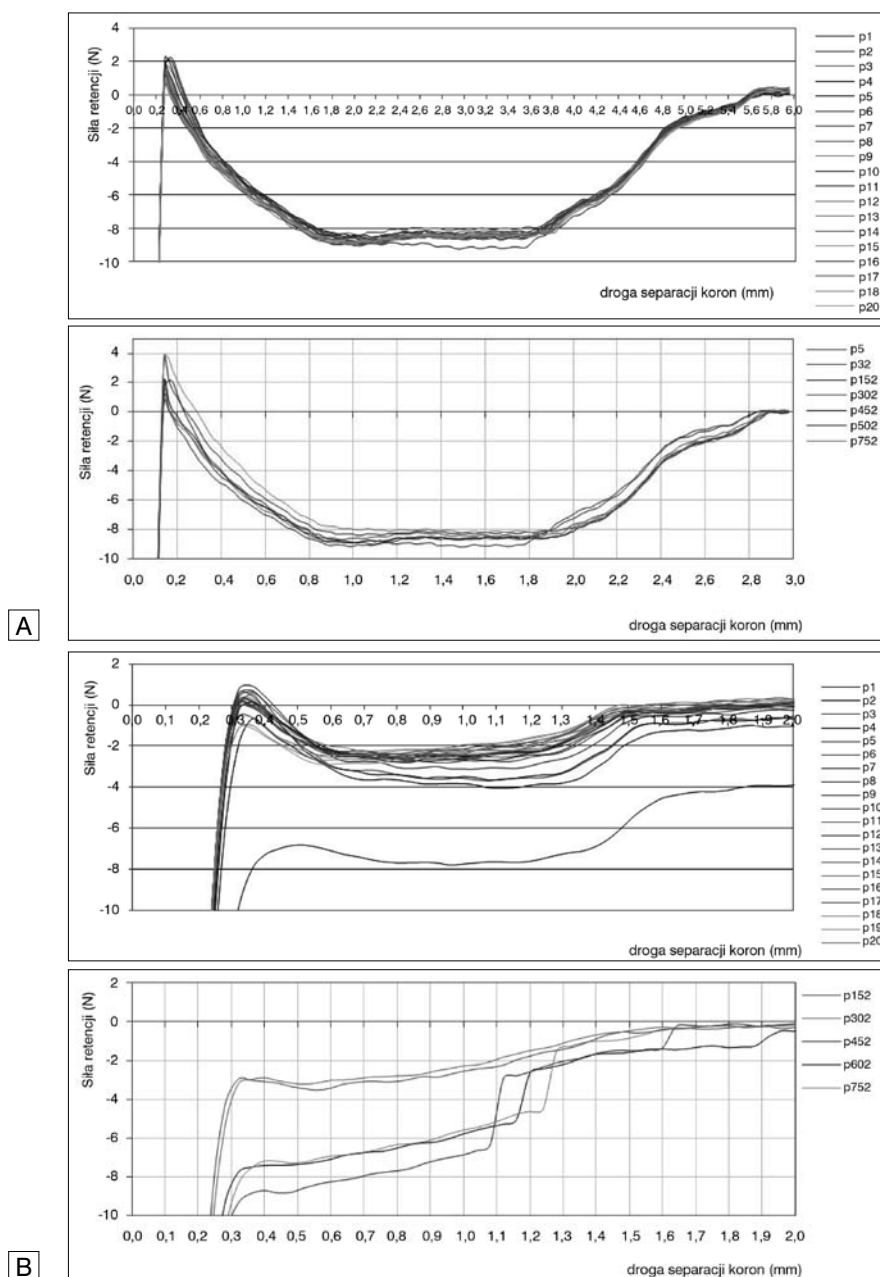


Ryc. 4. Wykresy zależności siły retencji od przemieszczenia elementów układu koron teleskopowych w funkcji cykli obciążeń otrzymane dla grupy badanej A: A – układ A1: wykres górny (zakres 0-2000 cykli), wykres dolny (zakres 5000-25 000 cykli); B – układ A2: wykres górny (zakres 0-2000 cykli), wykres dolny (zakres 5000-25 000 cykli).

Legenda wykresu: serie danych p1-p20 oznaczają kolejne cykle (0, 100, 200...) do zakresu 2000. Serie danych: p202 i p204 oznaczają cykl nr 5000, kolejno p402 (p404), p602 (p604)... – kolejne numery cykli pomiarowych co 5000 cykli do zakresu 25 000.

W układzie K1 siła retencji spada bardzo szybko i układ w zasadzie traci ją już w początkowym etapie w odległości 0,5 mm. Podobną tendencję wykazuje układ K2, ale tu utrata retencji występuje jednak później, w odległości 1 mm od momentu rozłączania koron. W grupie badanej A (ZrO-AuGalv-ZrO) zależność otrzymana dla układu A1 przypomina wykres zarejestrowany dla układu K1 i K3 w grupie kontrolnej. Maksymalna wartość retencji pojawia się na odcinku 0,34-0,4 mm drogi rozkontaktowania koron i wartość ta jest zbliżona dla wszystkich cykli w zakresie do 2000, po czym na dalszej drodze gwałtownie spada i całkowita utrata retencji jest obser-

wowana dla kolejnych cykli na odcinku coraz bliższym początkowi drogi separacji koron (od 1,4 do 0,7 mm). Maksymalne wartości siły retencji rozkładają się w układzie A2 zdecydowanie inaczej niż w A1. W układzie A2 wartość siły zaczyna rosnąć od odcinka 0,4 mm, osiągając swoje maksimum w okolicy 1,4 mm drogi rozłączania koron, a jej wartości minimalne rejestrowane są na odcinku dopiero 2,6 do 2,8 mm w kolejnych cyklach obciążeń. W grupie badanej B (ZrO-PMMA-ZrO), gdzie element pośredni wykonano z polimetakrylanu metylu, otrzymano widoczne w obu układach (B1 i B2) zjawisko wzrostu wartości siły retencji w początkowym od-



Ryc. 5. Wykresy zależności siły retencji od przemieszczenia elementów układu koron teleskopowych w funkcji liczby cykli obciążeń otrzymane dla grupy badanej B: A – układ B1: wykres górny (zakres 0-2000 cykli), wykres dolny (zakres 5000-25 000 cykli); B – układ B2: wykres górny (zakres 0-2000 cykli), wykres dolny (zakres 5000-25 000 cykli).
Legenda wykresu: serie danych p1-p20 oznaczają kolejne cykle (0, 100, 200...) do zakresu 2000. Serie danych: p152 (cykl nr 5000), kolejno p302, p452... – kolejne numery cykli pomiarowych co 5000 cykli do zakresu 25 000.

cinku drogi rozłączania koron na odcinku 0,35 mm, po czym tensometr rejestrował ujemną retencję układu, aż do wartości końcowych pomiaru. W odległości 5-6 mm od początku rozseparowywania koron następowało całkowite ich rozkontaktowanie i w związku z tym utrata retencji. W rzeczywistości przy testowaniu ręcznym układów z tej grupy retencja utrzymywała się w zasadzie na całej drodze rozłączania koron. Otrzymany kształt wykresu w tych grupach i pojawienie się wartości ujemnych związane było z ograniczeniem pomiarowym zastosowanego tensometru oraz spodziewanym pojawieniem

się siły sprężystości wynikającej ze ściskania materiału elastycznego, jakim jest cienki element pośredni, wykonany z tworzywa sztucznego, w trakcie cykli obciążeń z wykorzystaniem siły o wartości 100 N, a także wrażliwości metody na geometrię korony.

Na wykresach przedstawiających zakres badania 5000-25 000 cykli separacji koron pokazane są wybrane pomiary dla cyklu w kolejności o numerach 5000, 10 000, 15 000, 20 000 i 25 000, aby ocenić siłę retencji w funkcji przemieszczenia przekrojowo w całym zakresie badania. W grupie kontrolnej w układzie K1 w przedziale powyżej

5000 cykli maksymalna wartość siły retencji pojawia się na szerszym odcinku w odległości 0,8-1 mm od początku drogi separacji koron. W układzie K2 maksymalną wartość retencji rejestrowano na odcinku od 1,5 do powyżej 2 mm i wartości te dla kolejnych cykli przesuwają się na dalsze odcinki drogi separacji w trakcie rozłączania koron w tym zakresie. W grupie badanej A, układ A1 zachowywał w całym badanym przedziale retencję na tym samym odcinku separacji koron, łącznie z rejestrowaniem maksymalnych wartości retencji na odcinku 0,3-0,38 mm od początku rozłączania koron. W układzie A2 w kolejnych cyklach obciążeń do zakresu 25 000 utrata retencji następowała szybciej niż w zakresie do 2000 cykli, przesuwając się z odległości 2,8 na 1,7-1,9 mm drogi separacji koron. Podobnie w układzie badanym B1 charakterystyka przebiegu funkcji nie zmienia się znacznie, jednak utrata retencji występuje wcześniej niż w zakresie do 2000 cykli, przesuwając się z odległości 5,7 mm na odległość 2,9 mm od początku drogi rozłączania koron. Przeprowadzona analiza graficzna wskazuje na tendencję do występowania zależności pomiędzy rozkładem wartości siły retencji na drodze rozłączania koron a rodzajem elementu pośredniego mocowanego w trójelementowych układach koron teleskopowych.

OMÓWIENIE

Wartość siły retencji jest zmienna w czasie. W tradycyjnych układach dwuelementowych, gdzie korona zewnętrzna i wewnętrzna wykonane są ze stopów złota metodą odlewania, w początkowym okresie użytkowania obserwuje się zjawisko tzw. docierania koron, w trakcie którego siła retencji zmienia się pod wpływem obciążenia funkcjonalnego (5, 10, 12). W przypadku wykonania koron ze stopów złota wartość siły retencji w trakcie docierania może wzrastać i stabilizować się po okresie tzw. początkowej abrazji lub początkowego zużycia, po czym spada, co klinicznie przekłada się na konieczność interwencji w układ koron teleskopowych i stosowanie metod odtwarzających retencję (5, 12, 14-16). Metody te mają jednak swoje ograniczenia i ich stosowanie nie daje efektów długoczasowych, co w konsekwencji prowadzi do konieczności wymiany uzupełnienia protezy. Docieranie ma miejsce również w układach, gdzie występuje element wykonany ze złota galwanicznego (17, 18). W przedstawionych w artykule badaniach widać inny rozkład wartości siły retencji na drodze kontaktowywania koron w układach, które konstrukcyjnie różnią się jedynie rodzajem elementu pośredniego. Otrzymane wyniki porównywane z grupą kontrolną sugerują pewne podobieństwo rozkładu wartości w grupie badanej A. W obu grupach (A i K) element pośredni był wykonany z 99,9% złota metodą galwanoforingu. Aby potwierdzić jednak w pełni zależność rozkładu wartości siły retencji oraz jego charakter od rodzaju elementu pośredniego w trójelementowych układach koron teleskopowych, niezbędne są dalsze badania.

Najważniejszym czynnikiem, który ma wpływ na retencję koron teleskopowych, jest geometria koron (6, 9, 12). Badania przedstawione w artykule sugerują, że

zależność ta potwierdza się nie tylko przy dużych zmianach kształtu koron – tam gdzie możliwy jest ich podział na korony cylindryczne i stożkowe – ale wartość siły retencji jest bardzo wrażliwa na zmiany geometrii w układach koron wykonanych taką samą metodą. Oznacza to, że różnice mogą dotyczyć tzw. „mikrogeometrii”. Wprowadzenie koron ceramicznych do układów koron teleskopowych miało uwolnić proces wykonawstwa od „ingerencji rąk ludzkich” i od uzależnienia ostatecznego efektu pracy od staranności i wiedzy technika dentyścycznego. Jednocześnie miało wpłynąć na przyspieszenie wykonania uzupełnienia (17, 19). Wykonanie koron z wykorzystaniem metod odlewania nie daje możliwości oszacowania z góry, jaką dokładnie wartość retencji będzie miało uzupełnienie, co wynika z ograniczeń technologicznych (5, 14, 20, 21). Pomimo że technologia CAD/CAM przerzuciła w zasadzie cały ciężar projektowania i wykonania koron na oprogramowanie komputerowe oraz urządzenie frezujące, uwalniając w dużym stopniu cały proces od wpływu czynnika ludzkiego, to jak pokazują przedstawione wyniki, także technologia CAD/CAM nie gwarantuje otrzymania układów o jednakowej geometrii pomimo wspólnego projektu, co skutkuje pojawieniem się niejednakowych wartości wyjściowych siły retencji oraz różnicami w ich rozkładzie. Prawdopodobnie ma na to wpływ błąd pomiarowy, jakim obarczone jest każde urządzenie, ale także nie bez znaczenia jest np. stopień zużycia wiertła frezarki. W przypadku wystąpienia defektów na powierzchni koron wewnętrznych o charakterze rys lub zaznaczonego stopnia, może dojść do pojawienia się różnych niespodziewanych efektów w trakcie funkcjonowania koron. Dla przykładu może być to „efekt zatrasku” lub nagła, niespodziewana utrata retencji bez wcześniejszych przesłanek o jej wystąpieniu. Groesser i wsp. w swoim artykule przytaczają dwa główne źródła problemów, z jakimi można spotkać się w trakcie wykonywania koron wtórnych w technologii CAD/CAM. Pierwsze to obarczone błędem skanowanie korony pierwotnej wynikające z błyszczącej po polerowaniu powierzchni tlenku cyrkonu, nawet pomimo cienkiej warstwy antyrefleksyjnej napyłanej przed skanowaniem. Drugim źródłem błędu może być skurcz w trakcie procesu syntezy, ponieważ pomimo tego, iż zakres skurczu jest znany, to nie jest on identyczny dla każdej próbki (22).

Przedstawione badania nie dają pełnego obrazu zależności pomiędzy zmianami w geometrii korony a wartością siły retencji, dlatego zaplanowano badania uzupełniające oraz opracowanie metody weryfikacji otrzymanych wyników. Wyniki badań zostaną przedstawione w odrębnym opracowaniu.

WNIOSKI

Wydaje się, że rozkład wartości siły retencji na drodze rozłączania koron w dużej mierze zależy od rodzaju stykających się ze sobą powierzchni. Na powyższy rozkład, w przypadku układów trójelementowych, wpływałby zatem rodzaj elementu pośredniego umieszczonego pomiędzy koroną wewnętrzną i zewnętrzną.

Retencja koron teleskopowych wykonywanych w odmiennych technologiach może być w różnym stopniu zależna od geometrii koron.

W nowych skojarzeniach materiałowych w układach koron teleskopowych mogą pojawiać się pojedyncze układy, których cechy będą odbiegać od charakterystyki grupy, do której są zaliczane. □

Piśmiennictwo

1. Weigl P, Hahn L, Lauer HC: Advanced biomaterials used for a new telescopic retainer for removable denture. Part I. J Biomed Mater Res 2000; 53: 320-336. 2. Güngör MA, Artunç C, Sonugelen M: Parameters affecting retentive force of conus crowns. J Oral Rehabil 2004; 31: 271-277. 3. Bayer S, Stark H, Gözl L et al.: Telescopic crowns: extra-oral and intra-oral retention force measurement – in vitro/in vivo correlation. Gerodontology 2012; 29: 340-347. 4. Pietruski JK, Sajewicz E, Sudnik J, Pietruska MD: Retention force assessment in conical crowns in different material combinations. Acta Bioeng Biomech 2013; 1: 35-42. 5. Haupfau L: Protetyka stomatologiczna. Protezy częściowe. Urban & Partner, Wrocław 1997. 6. Dąbrowa T, Panek H, Makacewicz S: Rodzaje mechanizmów utrzymujących protezy częściowe ruchome za pomocą koron podwójnych. Dent Med Probl 2004; 41(3): 521-525. 7. Koczorowski R, Brożek R, Hemerling M: Wykorzystanie elementów precyzyjnych w leczeniu implantoprotetycznym. Dent Med Probl 2006; 43(3): 421-428. 8. Majewski S: Rekonstrukcja zębów uzupełnieniami stałymi. Wydawnictwo Fundacji Rozwoju Protetyki, Kraków 2005. 9. Engels J, Schubert O, Güth J-F et al.: Wear behavior of different double-crown systems. Clin

Oral Invest 2013; 17: 503-510. 10. Stancić I, Jelenković A: Retention of telescopic denture in elderly patients with maximum partially edentulous arch. Gerodontology 2008; 25: 162-167. 11. Sakai Y, Takahashi H, Iwasaki N, Igarashi Y: Effects of surface roughness and tapered angle of cone crown telescopic system on retentive force. J Dent Mater 2011; 30(5): 635-641. 12. Hoffmann O, Beaumont Ch, Tatakis DN, Zafiropoulos GG: Telescopic crowns as attachments for implant supported restorations: a case series. J Oral Implantol 200; 6: 303-309. 13. Faber FJ, Huber C: Electroformed telescope crowns- a hydraulic system. J Dent Res 2001; 80: 551. 14. Ciaputa T, Ciaputa A: Podstawy wykonawstwa prac protetycznych. Elamed, Katowice 2009. 15. Dąbrowa T: Kliniczna ocena tworzywa FGP w protezach teleskopowych w celu poprawy ich utrzymania na podłożu protetycznym. Dent Med Probl 2005; 42(3): 473-476. 16. Bücking W: Protetyka dla praktyków. Biblioteka Quintessence, Warszawa 2005. 17. Pietruski JK: Ocena siły retencji wybranych rodzajów koron podwójnych. Rozprawa habilitacyjna. Białystok 2012. 18. Bayer S, Zuziak W, Kraus D et al.: Conical crowns with electroplated gold copings: retention force changes caused by wear and combined off-axial load. Clin Oral Impl Res 2011; 22: 323-329. 19. Dobosz P: Protezy teleskopowe na implantach – opis 2 przypadków. Implantol Stomatol 2011; 3: 30-34. 20. Matusiak P: Regulacja wartości retencyjnych w koronach teleskopowych. Nowocz Tech Dentyst 2009; 6: 56-62. 21. Fabjański P, Marciniak S, Wojciechowki J, Bobrecki M: Ruchome uzupełnienie protetyczne a korony teleskopowe i systemy zakotwiczone – część I. Nowocz Tech Dentyst 2008; 3: 21-28. 22. Groesser J, Sachs C, Heiß P et al.: Retention forces of 14-unit zirconia telescopic prostheses with six double crowns made from zirconia – an in vitro study. Clin Oral Invest 2014; 18: 1173-1179.

nadesłano: 04.11.2014

zaakceptowano do druku: 28.11.2014

Adres do korespondencji:

*Anna Kochanek-Leśniewska
Katedra Protetyki Stomatologicznej WUM
ul. Nowogrodzka 59, 02-006 Warszawa
tel.: +48 22 502-18-86
e-mail: a.kochanek-lesniewska@wp.pl