

Zaczepy precyzyjne stosowane w protetyce stomatologicznej – na podstawie piśmiennictwa

Application of precision attachments to dental prosthetics – based on literature

Katarzyna Anna Laskowska, Krzysztof Majchrzak

Katedra Protetyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Department of Prosthodontics, Medical University of Warsaw

Kierownik: prof. dr hab. n. med. Jolanta Kostrzewa-Janicka

HASŁA INDEKSOWE:

korony teleskopowe, zaczepy precyzyjne, zaczepy magnetyczne, zatrzaski, belki, zaczepy kulowe

KEY WORDS:

telescopic crowns, precision attachments, magnetic attachments, locks, bars, bolts, ball attachments

Streszczenie

Współczesna protetyka stomatologiczna oferuje wiele możliwości rehabilitacji częściowych braków w uzębieniu (m.in. za pomocą metod implantoprotetycznych, protez stałych, protez ruchomych szkieletowych lub częściowych osiadających). Zaczepy precyzyjne stanowią alternatywę do klasycznych umocowań ruchomych protez takich jak klamry lane lub doginane, pozwalając na poprawę, retencji i stabilizacji uzupełnień protetycznych oraz estetyki. Leczenie pacjentów z zastosowaniem uzupełnień protetycznych z zaczepami precyzyjnymi jest sprawdzoną metodą rehabilitacji w przypadkach częściowych braków w uzębieniu oraz pacjentów bezzębnych przy wykorzystaniu wszczepów śródkostnych. Uzupełnienia te mogą stanowić dobre rozwiązanie u osób po operacjach onkologicznych w obrębie głowy i szyi, gdzie osiągnięcie retencji i stabilizacji przy zastosowaniu protez ruchomych może być niemożliwe. W pracy autorzy, na podstawie przeglądu piśmiennictwa (wykorzystując bazy danych Scopus oraz PubMed, używając kluczowych słów: precision attachments, ball attachments, telescopic crown, magnet, magnetic attachments, lock, bar, bolt), przedstawiają najczęściej stosowane

Summary

Modern dental prosthetics offers many possibilities for the rehabilitation of partially missing teeth (e.g. using implantoprosthetic methods, fixed dentures, removable skeletal dentures or partial removable dentures). Precision attachments are an alternative to the classic fixation of removable dentures, such as cast or bendable clasps, enabling improvement, retention and stabilization of prosthetic restorations as well as aesthetics. Treatment with prosthetic restorations equipped with precision attachments is a proven method of rehabilitation of patients in cases of partially missing teeth and edentulous patients using intraosseous implants. These restorations may be a good solution for people after oncological surgeries in the area of the head and neck, where it may be impossible to achieve retention and stabilization with the use of removable prostheses. In this paper, based on a literature review (using Scopus and PubMed databases, using key words: precision attachments, ball attachments, telescopic crown, magnet, magnetic attachments, lock, bar, bolt), the authors present the most commonly used precision elements: telescopic crowns, magnetic

elementy precyzyjne: zaczepy kulowe, korony teleskopowe, zaczepy magnetyczne oraz zespolenia kładkowe. Zaprezentowano ich ogólną charakterystykę, wskazania kliniczne oraz wady i zalety.

catches and footbridge combinations. Their general characteristics, clinical indications as well as advantages and disadvantages are presented.

Współczesna protetyka stomatologiczna oferuje wiele możliwości rehabilitacji częściowych braków w uzębieniu. Obecnie braki częściowe można uzupełniać za pomocą metod implantoprotetycznych, protez stałych opartych na uzębieniu własnym pacjenta, bądź protezami ruchomymi: szkieletowymi lub częściowymi osiadającymi. Decyzja, która z opcji jest odpowiednia dla danego pacjenta, zostaje podjęta po przeprowadzeniu badania przedmiotowego, podmiotowego oraz dodatkowych.¹ W każdym przypadku, w którym pacjent z brakami częściowymi, kwalifikuje się do leczenia protezą ruchomą, korzystniejszym rozwiązaniem będzie proteza szkieletowa, jeśli ilość i jakość resztkowego uzębienia pozwala na jej zastosowanie.^{1,2} Przeciętny czas użytkowania protez szkieletowych wynosi 10 lat.³

Proteza szkieletowa jest konstrukcją metalowo – aryłową, której rolą jest odtworzenie funkcji oraz estetyki uśmiechu i twarzy poprzez uzupełnienie brakujących zębów. W porównaniu do częściowych protez osiadających, protezy szkieletowe pozwalają na fizjologiczne przenoszenie sił żucia, poprzez osobną zębów filarowych na kość wyrostka zębodołowego szczęki lub część zębodołową żuchwy.^{2,4} Najbardziej powszechną metodą osiągnięcia retencji i stabilizacji protezy szkieletowej są klamry lane, samodzielne lub zależne, odlane najczęściej ze stopów kobaltowo – chromowych, razem z całą konstrukcją metalową protezy.^{1,5} Składają się one z ramion okalających zęby filarowe, co może wiązać się z zaburzeniem estetyki uśmiechu, szczególnie jeśli znajdują się w odcinku przednim. Widoczność metalowych elementów protezy podczas mowy czy uśmiechu, nie jest akceptowana przez

część pacjentów.³ Rozwiązaniem tego istotnego problemu, może być zaprojektowanie protezy szkieletowej opartej na tzw. zaczepach precyzyjnych, które umożliwiają prawidłowe osiowe przenoszenie sił zgryzowych oraz osiągnięcie zadowalającej estetyki uzupełnienia.^{1,5} Jest to jednak rozwiązanie wiążące się z bardziej skomplikowaną procedurą wykonawstwa klinicznego i laboratoryjnego, zastosowaniem uzupełnień stałych, takich jak korony, wkłady koronowo-korzeniowe, implanty, co zwiększa koszty i wymaga odpowiedniej wiedzy i doświadczenia lekarza dentyisty i technika dentyścycznego. Ze względu na powyższe ewentualna naprawa bądź wymiana tych uzupełnień może również być problematyczna. Zastosowanie zaczepów precyzyjnych, szczególnie zewnątrz-koronowych, wiąże się z powstaniem dodatkowych miejsc retencji płytki nazębnej, sprzyjając częstszym stanom zapalnym przyzębia. Wizyty kontrolne powinny odbywać się zatem częściej niż w przypadku innych rodzajów uzupełnień protetycznych.^{1,6,7,8}

Historia zaczepów precyzyjnych sięga XIX wieku, kiedy w 1886 roku Stair zaprojektował ruchomą jednostronną protezę częściową z przednim i tylnym podparciem na teleskopach. Dużą rolę w rozwoju tej dziedziny protetyki odegrał na początku XX wieku Dr. Herman ES Chayes, który opracował T-kształtne i H-kształtne zaczepy (zaczepy Chayes'a), a także zaprojektował paralelometr.^{6,8}

Mechanizm działania zaczepów precyzyjnych opiera się na układzie matryca – patryca, gdzie matryca jest elementem wkłęsłym, zamontowanym najczęściej w protezie oraz patrycy znajdującej się na zębie filarowym, która dokładnie wpasowuje się w matrycę.⁵ Między

nimi powstaje siła tarcia, której wielkość uwarunkowana jest między innymi rodzajem materiału z jakiego wykonana jest matryca (twardość, elastyczność) oraz powierzchni kontaktu między matrycą a patrycą. Siła ta zapewnia retencję uzupełnienia protetycznego.^{1,9,10} Matryca zazwyczaj zbudowana jest z tworzywa sztucznego, ale spotyka się także na rynku matryce metalowe (np. stopy szlachetne lub nieszlachetne).¹⁰ W przypadku utraty retencji matryce z tworzywa można wymieniać, przywracając protezie jej funkcjonalność i komfort użytkowania.⁵ Konstrukcje, w których siła tarcia odbywa się pomiędzy elementami metalowymi (patrycą a matrycą) wykazują większą retencję, która maleje w czasie z różną dynamiką, w zależności od rodzaju stopu metalu (szlachetne lub nieszlachetne). Na wartość siły retencji mogą mieć również wpływ takie czynniki, jak skład śliny, temperatura spożywanych posiłków czy odkładanie się złogów kamienia nazębnego.¹¹

Zaczepy precyzyjne można podzielić w zależności od techniki wytwarzania na: semiprecyzyjne, odlewane z metalu na podstawie szablonu z tworzywa sztucznego oraz precyzyjne (prefabrykowane) wykonywane bezpośrednio z metalu. Zaczepy semiprecyzyjne są mniej dokładne od prefabrykowanych, ale dają więcej możliwości wykorzystania w różnych sytuacjach klinicznych. Cechują się mniejszą siłą retencji, szybszym zużyciem oraz trudniejszą naprawą w razie awarii. W procesie ich wytwarzania nie stosuje się spawania, eliminując konieczność wprowadzania dodatkowych metali do jamy ustnej.^{6,9}

Innym stosowanym podziałem jest miejsce umocowania. Wyróżnia się zaczepy zewnątrzkoronowe, wewnątrzkoronowe i międzykoronowe. Zaczepy zewnątrzkoronowe są przykładem powszechnie stosowanych, charakteryzują się oddaleniem punktu przyłożenia siły, co wymaga odpowiedniego planowania, gdyż nieumiejętne ich zastosowanie może skutkować

przeciążeniem i rozchwianiem zęba oporowego, sprzyja także gromadzeniu się płytki nazębnej. Zaczepy międzykoronowe (interlocki) to konstrukcje występujące pomiędzy koronami zablokowanymi, po ich stronie językowej lub podniebiennej, służące do poprawy retencji i stabilizacji protezy. Zaczepy wewnątrzkoronowe są integralną częścią korony protetycznej. Przenoszą osiowo siły żucia na zęby filarowe i sprzyjają lepszej higienie ze względu na brak elementów wystających. Wymagają znacznego opracowania korony zęba filarowego (wielkość korony zęba musi być odpowiednia aby pomieścić elementy retencyjne).^{5,6,12}

Ze względu na sposób przenoszenia sił okluzyjnych, zaczepy dzielone są na sztywne oraz półsztywne (sprężyste). Zaczepy sztywne przenoszą siły żucia w znacznej mierze przez zęby filarowe. Ruch matrycy i patrycy jest wykonywany względem siebie tylko w jednej płaszczyźnie, równoległej do toru wprowadzania protezy. W pasowaniach mechanicznych półsztywnych, występuje nieznaczny ruch uzupełnienia protetycznego we wszystkich trzech płaszczyznach, co skutkuje rozłożeniem przenoszonych sił na zęby oporowe oraz błonę śluzową podłoża protetycznego. To powoduje, że są one bardziej narażone na złamanie.^{9,13}

W pracy przedstawiono najczęściej stosowane zaczepy precyzyjne, wykorzystywane przy projektowaniu protez szkieletowych oraz protez typu overdenture. Dokonano przeglądu piśmiennictwa wykorzystując bazy danych Scopus oraz PubMed. Kryterium włączenia artykułu do analizy były hasła: precision attachments, ball attachments, telescopic crown, magnet, magnetic attachments, lock, bar, bolt. Obie bazy danych w wyniku wyszukiwania wyżej wymienionych fraz, zwracają ponad 600 artykułów naukowych opublikowanych w latach 1995 – 2023. Po przeanalizowaniu tytułów i abstraktów artykułów wyselekcjonowano 56 artykułów. Po ewaluacji pełnych tekstów uzyskano 42 artykuły, następnie po przeczytaniu

pełnych tekstów wyselekcjonowano 31 artykułów, które zakwalifikowano do analizy.

Zaczepy kulowe

Zaczepy kulowe należą do najchętniej wybieranych rozwiązań przez lekarzy dentystów. Stosowane są w leczeniu braków skrzydłowych i międzyzębowych. Kulista patryca może być usytuowana na zębie własnym pacjenta, będąc częścią wkładu koronowo-korzeniowego, być przymocowana do implantu, a także stanowić element zespolenia kładkowego. Innym sposobem mocowania jest umieszczenie zaczepu na zębie oporowym z koroną protetyczną, na ścianie mezialnej lub dystalnej (od strony braku zębowego), w formie bezpośredniej wypustki (np. RHEIN 83 OT STRATEGY), bądź na poziomym ryglu równoległym do bezzębnego wyrostka zębodołowego i prostopadłym do długiej osi zęba (np. RHEIN 83 OT CUP).^{1,2,9} Ze względu na to, iż są to elementy sprężyste, dochodzi do odciążenia zębów filarowych, jednocześnie zwiększając nacisk na błonę śluzową, co jednak przyspiesza zanik bezzębnego wyrostka, stwarzając konieczność okresowego podścielania uzupełnienia. Przy brakach klasy III według Galasińskiej - Landsbergerowej, zaleca się blokowanie minimum dwóch zębów od strony luki oraz stosowanie interlocków. Pozwala to na lepsze rozłożenie sił na podłoże protetyczne.^{10,14} Badanie *Kaptura* i wsp. sugeruje, iż zblokowanie 1-go i 2-go zęba przedtrzonowego skutkuje lepszym rokowaniem dla retencji protez.¹⁵ W porównaniu z zaczepami kładkowymi oraz magnesami, zaczepy kulowe umożliwiają najmniejszy ruch protez.¹⁶

Retencja zaczepów kulowych uzyskiwana jest za pomocą siły tarcia pomiędzy patrycą a matrycą. Wielkość tej siły uzależniona jest od materiału z jakiego wykonane są poszczególne elementy konstrukcji. Według niektórych badań siła retencji zaczepów kulowych wynosi ok. 30N.¹⁰ *Wolf* i wsp., przeprowadzili badanie in vitro 6 różnych zaczepów kulowych, gdzie

w pięciu kulka była wykonana ze stopu szlachetnego i w jednym z tytanu, natomiast matryce były z różnych materiałów zarówno z tworzywa sztucznego, jak i stopów metali. Badacze wykonali 50 000 cykli rozłączania i złączania patrycy z matrycą, dodatkowo została przyłożona siła 100N w odległości 12mm od długiej osi zaczepu, imitując siły żucia w jednostronnej protezie częściowej. Wykazali, że początkowa siła retencji dla wszystkich zaczepów wahała się między 8,150N a 13,950N oraz, że patryca wykonana z tytanu w połączeniu z matrycą z wkładką ze stopu szlachetnego najlepiej rokuje co do utrzymania długoczasowej retencji uzupełnienia.¹⁷ W badaniach in vivo van *Kampen'a* i wsp., przeprowadzonych u 18 pacjentów użytkujących protezę OVD w żuchwie opartej na 2 implantach, badacze nie stwierdzili spadku siły retencji po 3 miesiącach użytkowania w porównaniu do wartości wyjściowych. Średnia siła retencji zatrząsków kulowych wyniosła 29,7N.¹⁸ Natomiast *Fromentin* i wsp., w swoich badaniach in vivo u pacjentów użytkujących dolną protezę OVD wspartą na 2 implantach z zaczepami kulowymi, stwierdzili największe zużycie patryc po 3 latach użytkowania, ich starcie wynosiło ok. 30µm.¹⁹

Kulowe elementy retencyjne zajmują niewiele miejsca w przestrzeni okluzyjnej, co pozwala na projektowanie protez z zaczepami precyzyjnymi w przypadku niedoboru miejsca na belki czy zasuwę, przy jednoczesnym zachowaniu stosunkowo grubej płyty protezy.^{9,10,14} Niewątpliwą zaletą stosowania zaczepów kulowych jest łatwe utrzymanie higieny uzupełnień protetycznych i prostota ich użytkowania. Jest to ważna cecha biorąc pod uwagę fakt, że większość pacjentów w wieku podeszłym jest mniej sprawna manualnie. Badania wykazują mniejszą kumulację płytki nazębnej przy kulkach w porównaniu z magnesami i belkami. Zaczepy kulowe mogą jednak ulegać awariom i wymagać naprawy. *MacEntee* i wsp. w badaniu przeprowadzonym na 100

pacjentach, użytkujących dolną protezę OVD wspartą na implantach z zaczepami kulowymi oraz zaczepami kładkowymi, zaobserwowali że 90% napraw obejmowało elementy kulowe. *Van Kampen* w swoich badaniach porównujących magnesy, zaczepy kulowe i kładkowe po 3 miesięcznej obserwacji, stwierdził występowanie awarii tylko przy zaczepach kulowych.^{18,20}

Korony teleskopowe

Zaczep precyzyjny zwany koroną teleskopową bądź systemem koron podwójnych zaliczany jest do połączeń sztywnych. Zbudowany jest z dwóch koron, które stanowią względem siebie patrycę i matrycę. Patrycę tworzy korona wewnętrzna (pierwotna), na stałe zacementowana na zębie oporowym lub zamontowana na implancie. Może być wykonana z metalu szlachetnego lub nieszlachetnego oraz z takich materiałów, jak tlenek cyrkonu, włókno szklane czy teflon, co obecnie umożliwia technologia CAD/CAM.¹⁴ Matryca to korona zewnętrzna (wtórna) o kształcie i wyglądzie zęba naturalnego, montowana do konstrukcji uzupełnienia protetycznego.^{2,12,14}

Wskazaniem do wykorzystania tego typu rozwiązania są rozległe braki w uzębieniu, gdy w jamie ustnej pozostało kilka własnych zębów pacjenta. Mogą to być braki skrzydłowe z brakami w odcinku przednim, braki międzyzębowe w odcinkach bocznych bądź braki w odcinku przednim.^{2,12,21} Wymagają one jednak odpowiedniej długości koron klinicznych zębów filarowych wynoszącej nie mniej niż 3 mm oraz ich równoległości, co może wiązać się z koniecznością leczenia endodontycznego.^{9,22}

Biorąc pod uwagę kształt powierzchni przylegania koron zewnętrznej i wewnętrznej, można wyodrębnić dwa rodzaje systemów koron podwójnych: korony cylindryczne i stożkowe.²³ Korony cylindryczne o równoległych ścianach wykorzystują siłę tarcia powstającą pomiędzy patrycą a matrycą. Wartość tej siły

zależy od wielkości kontaktu pomiędzy tymi elementami oraz od materiału z których są wykonane. W tym układzie występuje pasowanie równoległe przejściowe lub luźne. Pasowanie przejściowe ma miejsce wtedy, gdy średnica korony pierwotnej i wewnętrznej części korony wtórnej są równe. Jest to bardzo trudne do zrealizowania podczas wykonawstwa laboratoryjnego. Początkowa wartość retencji przy pasowaniu równoległym wynosi 8-10N. Z upływem czasu użytkowania protezy przez pacjenta, dochodzi do stopniowego zużywania się powierzchni trących, co doprowadza do pasowania luźnego, gdzie siła tarcia spada do 2N. Problem ten można rozwiązać, stosując korony teleskopowe z możliwością aktywacji zaczepów.^{21,22} Innym rozwiązaniem jest zastosowanie tworzywa kompozytowego FGP (*Friktions – Geschiebe – Passung*), które umieszcza się na wewnętrznej powierzchni korony zewnętrznej w celu nadania równomiernego kontaktu matrycy z patrycą. *Dąbrowa* w badaniach dotyczących klinicznej oceny tworzywa FGP, zauważył brak pogorszenia retencji protez po 36 miesiącach od oddania oraz stwierdził tylko niewielkie zarysowania i zmatowienie powierzchni materiału. Oceniał, że zastosowanie kompozytu FGP jest proste, może być wykonane w gabinecie stomatologicznym bez udziału technika dentystycznego oraz pozwala na poprawę retencji uzupełnień dotąd użytkowanych przez pacjenta.²²

W grupie koron cylindrycznych można wymienić korony resilencyjne, w których pomiędzy matrycą a patrycą, zostaje pozostawiona przestrzeń wielkości 0,3-0,5 mm.²⁴ Chroni to zęby oporowe przed nadmiernym przeciążeniem podczas osiadania protezy. Tego typu korony zaprojektowane przez Hofmanna, sprawdzają się przede wszystkim w dużych brakach współistniejących z znacznymi zanikami podłoża protetycznego.^{14,25}

Korony stożkowe w odróżnieniu od cylindrycznych mają ściany zbieżne względem

siebie, a ich kąt zbieżności według niektórych badań powinien wynosić 6° . W piśmiennictwie można się spotkać z podziałem koron stożkowych na utrzymujące (o kącie zbieżności $4-6^\circ$) oraz podpierające (o kącie $8-12^\circ$). Siłą utrzymującą te korony jest siła przylegania określana również jako siła docisku. Wstępuje ona w ostatnim etapie wprowadzania protezy na podłoże.²⁵ Wartość siły jest tym większa, im mniejszy jest kąt zbieżności ścian. Ten sposób umocowania wyklucza tarcie między patrycą a matrycą, dzięki czemu nie dochodzi do ich zużycia.

Siła utrzymująca protezę wspartą na koronach teleskopowych powinna wynosić ok. 5-10N. *Bayer* i wsp. w pomiarach siły retencji koron podwójnych stwierdzili, że siła retencji pojedynczej korony wynosi 1,93N i nie jest uzależniona od rodzaju zęba, na którym jest wykonana. Ponadto zauważyli, że retencja uzupełnienia protetycznego nie zależy od liczby koron teleskopowych, na których jest wsparta. Jak wynika z badań *Bayera* i wsp. siły przez nich zmierzone były niższe niż w badaniach przeprowadzanych *in vitro*.²⁶

Korony teleskopowe posiadają wiele zalet. Przenoszą siły żucia na zęby filarowe w sposób osiowy, chronią tkanki przyzębia (szynując pozostałe zęby w jamie ustnej), nie sprawiają trudności w użytkowaniu oraz utrzymaniu dobrej higieny. Ich wadą może być konieczność pogrubienia płyty protezy, a co za tym idzie pogorszenia wymowy oraz estetyki w odcinku przednim. W 8 letniej obserwacji pacjentki użytkującej protezę wspartą na 4 koronach teleskopowych, *Dąbrowa* i wsp. stwierdzili poprawę wydolności żucia oraz bardzo dobrą adaptację do protezy. Po 8 latach doszło do utraty 1 zaczepu, co nie spowodowało pogorszenia retencji. Zbadano pozostałe zęby filarowe za pomocą Periotestu i zdjęć rentgenowskich, nie stwierdzono zwiększonej ruchomości ani postępującego zaniku tkanek przyzębia. Pacjentka była usatysfakcjonowana wynikiem

leczenia twierdząc, że może spożywać każdy rodzaj pożywienia. Autorzy ci przeprowadzili również obserwację 35 koron cylindrycznych i 15 koron stożkowych, w okresie 2 lat użytkowania protez OVD. W opinii ich pacjentów, w tym czasie nie doszło do zmniejszenia siły retencji uzupełnień protetycznych.^{25,27}

Zaczepy magnetyczne

Zaczepy magnetyczne stanowią rodzaj elementów retencyjnych wykorzystujących siły magnetyczne rodzaju polowego. Dzieli się na monomagnetyczne, gdzie magnes zamontowany jest w protezie, a w zębie filarowym znajduje się wkład koronowo-korzeniowy z czapeczką ze stopu ferromagnetycznego (głównie ze stali nierdzewnej) zwaną keeperem oraz duomagnetyczne, składające się z dwóch magnesów, jednego na zębie oporowym, a drugiego w protezie. Zaczepy te mogą być także umieszczane na wszczepach. Systemy monomagnetyczne ulegają rozmagnesowaniu poza jamą ustną. Drugi podział systemów magnetycznych zależy od rodzaju wytwarzanego pola magnetycznego. Układy pola zamkniętego, gdzie działanie sił jest ukierunkowane oraz pola otwartego, gdzie linie pola magnetycznego rozchodzą się w różnych kierunkach. Magnesy z polem zamkniętym są bardziej odporne na korozję oraz zmiany temperatury, a także wykazują się większą siłą wiązania. Magnesy o polu otwartym to zawsze magnesy duomagnetyczne.^{2,7,10}

Obecnie stosowane magnesy składają się z rdzenia wykonanego ze stopu zawierającego pierwiastki ziem rzadkich. Są to stopy samarowo-kobaltowy (Sm-Co) lub neodymowo-żelazowo-barowy (Nd – Fe – B, który wykazuje 20% silniejszą siłę wiązania na jednostkę objętości niż stop Sm – Co)^{6,7} oraz kapsuły ze stali nierdzewnej lub tytanu. Kapsuła spawana jest laserowo, tak aby była szczelna, minimalizując ryzyko korozji wywoływanej kontaktem z płynami ustrojowymi jamy ustnej. Laserowe spawanie zapewnia również zmniejszenie

rozproszenia pola magnetycznego, a co za tym idzie zwiększenie siły magnetycznej pomiędzy elementami zaczepu.^{7,9,10,14} Ze względu na to, że składowe tego układu zajmują niewiele miejsca, zalecane są w przypadku ograniczonej przestrzeni interokludalnej. Systemy te nie przenoszą poziomych i skośnych sił na zęby oporowe, które mogłyby działać na nie wyważająco, z tego względu są one wykorzystywane zwłaszcza przy uzupełnianiu rozległych braków w uzębieniu, ze współtowarzyszącą chorobą przyzębia. Mogą być stosowane w zębach z niepewnym rokowaniem, po skróceniu korony klinicznej dodziąsłowo i przez to polepszeniu proporcji długości korzenia do długości pozostałych tkanek naddziąsłowych zęba. Nie wymagają one także równoległości zębów filarowych pacjenta czy wszczepów.^{10,14,28} Dzięki wyeliminowaniu sił bocznych, zaczepy te mogą być z powodzeniem stosowane u pacjentów z bruksizmem.²⁹

Zgodnie z doniesieniami w piśmiennictwie, siła retencji uzupełnień protetycznych wspartych na zaczepach magnetycznych jest niższa od innych rodzajów zaczepów. *Van Kampen* i wsp. w badaniach porównujących retencję zaczepów magnetycznych, kładek oraz zaczepów kulowych, nie stwierdzili różnic w siłach retencji na początku i po 3 miesiącach użytkowania protez, jednak siła ta była najniższa dla systemów magnetycznych i wynosiła średnio 8,1N, przy czym dla zaczepów kulowych i kładkowych były to wartości odpowiednio: 29,7 N oraz 31,3 N.¹⁸ *Manju* i *Sreelal* wykazali, że proteza wsparta na zaczepach magnetycznych ulega największym przemieszczeniom we wszystkich trzech kierunkach w porównaniu do uzupełnień z zaczepami kulowymi czy belkami.¹⁶

Układy magnetyczne są bardzo wygodne w obsłudze, dzięki temu protezy nie sprawiają trudności podczas zakładania i zdejmowania. Mogą być zatem z powodzeniem rekomendowane dla pacjentów w wieku starszym lub z mniejszą sprawnością manualną. Elementy

retencyjne są łatwo dostępne do oczyszczenia mechanicznego przez pacjenta, jednak jak pokazują badania *Davis'a* i wsp., akumulacja płytki nazębnej jest większa niż w przypadku zaczepów kulowych. Ponadto wśród badanych pacjentów w 5-letnim okresie obserwacji, zadowolenie z użytkowania protez z zaczepami magnetycznymi było wyraźnie mniejsze niż przy wykorzystaniu zaczepów kulowych.³⁰ *Ellis* i wsp., w grupie pacjentów użytkujących zarówno protezę z zaczepami magnetycznymi (przez okres 3 miesięcy), a następnie z zaczepami kulowymi (kolejne 3 miesiące), tylko 1/3 z nich wybierała systemy magnetyczne.³¹

Zaczepy magnetyczne nie są pozbawione wad, w piśmiennictwie jako najczęstsze wymienia się: korozję w środowisku jamy ustnej (powodującą spadek siły retencji), możliwość przebarwienia sztucznych zębów w protezach oraz działanie cytotoksyczne na komórki błony śluzowej^{9,10}. *Van Kampen* i wsp., u 18 bezzębnych pacjentów użytkujących dolną protezę OVD wspartą na dwóch implantach z zaczepami magnetycznymi, stwierdzili zmiany w 11 z 36 magnesów, z czego 9 miało widoczne obszary przebarwienia, a 2 ogniska korozji.¹⁸ Systemy te mogą również stanowić problem u pacjentów, u których konieczne jest wykonanie badania techniką rezonansu magnetycznego (MRI) w okolicy głowy i szyi. Może dojść do przemieszczenia elementów magnetycznych lub powstania artefaktów zaburzających odczyt wyniku. Podczas badania MRI należy bezwzględnie wyjąć protezę z jamy ustnej. W przypadku systemów duomagnetycznych trzeba dodatkowo usunąć magnes z zęba filarowego. W monomagnetycznych powinno się rozważyć usunięcie keepera. W badaniu MRI polem 3.0 T i niższym występuje niskie ryzyko przemieszczenia bądź utraty keepera w przypadku jego prawidłowego osadzenia na zębie oporowym.^{7,14} *Makacewicz* i *Panek* w 10 letniej obserwacji pacjentki użytkującej dolną częściową protezę wpartą na dwóch magnesach

Dyna o mocy 300G podali, że magnesy te mogą być z powodzeniem stosowane przez ten okres czasu nawet przy dużych zaniedbaniach higienicznych, bez utraty siły utrzymania oraz bez widocznych śladów korozji.²⁸

Zespoleń kładkowe

Zespoleń kładkowe zwane również belkami są to metalowe konstrukcje łączące zęby filarowe lub implanty. Kładka stanowi patrycę, a matryca znajduje się w części dośluzówkowej płyty protezy i może być wykonana z metalu lub tworzywa sztucznego o różnej elastyczności oraz sile retencji. Belki mogą być wytwarzane indywidualnie przez technika dentystrycznego w laboratorium lub być produkowane przy zastosowaniu techniki CAD/CAM. CAD/CAM daje możliwość wyeliminowania naprężeń pomiędzy elementami kładki, które często stanowią problem w klasycznym wykonaniu laboratoryjnym.^{2,14,29}

Połączenia kładkowe mogą być zaczepami sztywnymi lub sprężystymi. Do najpowszechniej stosowanych rozwiązań tego typu należą: belka Doldera – o kształcie owalnym, odlewana w laboratorium, biegnąca w linii prostej pomiędzy zębami filarowymi lub implantami; belka Ackermanna – o kształcie owalnym lub okrągłym, można ją profilować zgodnie z przebiegiem wyrostka zębodołowego; belka Hadera – może być odlewana bądź frezowana, jest ona dopasowana do kształtu wyrostka zębodołowego. Kładki o przekroju okrągłym lub owalnym umożliwiają pewien ruch protezy wokół swojej długiej osi, co pozwala na rozłożenie sił żucia pomiędzy filary a błonę śluzową podłoża protetycznego. Belki o równoległych ścianach nie umożliwiają tego ruchu, przyczyniając się do większego obciążenia zębów oporowych lub implantów, i potencjalnie możliwej tendencji do ponadwymiarowych zaników kości brzożnej. Opisane sytuacje nie występują przy konstrukcjach wyprofilowanych łukowato, zgodnie z przebiegiem wyrostka.^{5,9,14}

Zespoleń kładkowe można łączyć z innymi zaczepami precyzyjnymi np. kulowymi lub magnesami.^{10,14} Przykładowo *Bergman* i *Dulger* opisali zastosowanie belki SFI (Wegold Edelmetalle GmbH), wykonanej z przemysłowo wstępnie przygotowanych elementów. Części te są dopasowywane w gabinecie stomatologicznym przy pacjencie lub w laboratorium protetycznym. System ten składa się z nadbudowy mocowanej na implancie i osadzonego w nim, dopasowanego złącza kulowego, który można połączyć z tuleją na belce. Między nadbudową a belką brak jest sztywnego mocowania, co eliminuje ruchy boczne. Belka SFI może być stosowana z różnymi systemami implantologicznymi. Według autorów zaletami tego rozwiązania są: zmniejszenie kosztów leczenia, możliwość wykonania pracy na 2 lub 4 implantach, gdzie dopuszczalna rozbieżność osi implantów może wynosić do 15°, możliwość natychmiastowego jak i odroczonego obciążenia.²⁹

Wskazaniemi do stosowania zespożeń kładkowych są rozległe braki w obecności co najmniej dwóch kłów w żuchwie lub kłów i 1-ych zębów przedtrzonowych w szczęcie, a także u pacjentów bezzębnych po wprowadzeniu implantów. W żuchwie powinno się osadzić minimum 2 implanty, w szczęcie minimum 4.^{2,9,10} Jeżeli lekarz podczas badania klinicznego pacjenta bezzębnego stwierdzi w żuchwie V- kształtny wyrostek zębodołowy, zaleca się w takich przypadkach wykonanie zespożenia kładkowego wspartego na 3 implantach (jeden wszczepiony centralnie oraz dwa bocznie). Takie postępowanie pozwala zachować odpowiednią ilość miejsca dla języka oraz zapobiega rotacjom protezy.^{10,14} Zespoleń kładkowe można stosować również u pacjentów po operacji z powodu nowotworów, w celu lepszej retencji i stabilizacji uzupełnienia protetycznego. Takie leczenie opisali *Gładkowski* i wsp., którzy wykorzystali belkę typu holder, w szczęcie wspartą na trzech implantach w okolicy 22, 24

i 25. Leczony pacjent zgłosił znaczną poprawę jakości życia.³²

W aktualnym piśmiennictwie belki uznawane są za jedne z najlepszych zaczepów precyzyjnych.^{9,14} Konstrukcje te posiadają wiele zalet: szynują filary w jedną funkcjonalną całość, można je stosować przy braku równoległości implantów, mają również bardzo dobrą retencję. W badaniach *van Kampena* średnia wartość siły utrzymania wyniosła 31,3 N, a to zdecydowanie więcej w porównaniu do zaczepów kulowych i magnesów.¹⁸ Według niektórych autorów zespolenia typu kładkowego powinny charakteryzować się siłą retencji rzędu 15,3-8,6 N.^{7,14} Tego typu zaczepy są chętnie akceptowane przez pacjentów. *Cune* i wsp. prowadzili obserwację 18 bezzębnych pacjentów, którzy użytkowali dolne protezy overdenture wsparte na różnych rodzajach zaczepów: magnesach, kładkach lub zaczepach kulowych. Każdy rodzaj retencji był testowany przez okres 3 miesięcy. Po przeprowadzonym badaniu 10 na 18 pacjentów wybrało protezę z zespoleniem kładkowym jako tę najbardziej wygodną i funkcjonalną.³³

W projektowaniu belek istnieją pewne ograniczenia, wynikające z potrzeby znacznej ilości miejsca wynoszącego ok. 13-14 mm, licząc od wyrostka zębodołowego do szczytu zębów sztucznych w protezie. Sama wysokość kładki to ok. 4,5mm, a jej odległość od błony śluzowej powinna wynosić od 1,5 do 2 mm.^{9,14} Według *Majewskiego* wysokość zespolenia zależy od rozległości braku oraz wysokości zębów i powinna wynosić ok. 1,5-1,8 mm lub 2,0-3,0 mm.¹ Wadą zaczepów kładkowych jest pewna trudność w przeprowadzaniu zabiegów higienicznych, szczególnie dla pacjentów starszych wiekiem i z mniejszą sprawnością manualną. Wymagane są tu dodatkowe zabiegi, jak nitkowanie pomiędzy kładką a błoną śluzową oraz irygacja. Niewłaściwa higiena zwiększa ryzyko zapalenia dziąsła wokół filarów, a powstały obrzęk powoduje, że proteza w tej okolicy

powoduje ból i otarcia. Wadą jest również skomplikowana, kosztowna procedura wymagająca wiedzy specjalistycznej od lekarza dentyisty jak i od technika dentystycznego.^{9,14}

Gotfredsen i wsp. w randomizowanych, prospektywnych 5 letnich badaniach klinicznych dotyczących pacjentów z uzupełnieniami overdenture w żuchwie wspartych na dwóch implantach z zaczepami kulowymi oraz kładkowymi, stwierdzili, że większa awaryjność dotyczy zaczepów kładkowych, co było widoczne szczególnie podczas pierwszego roku użytkowania. Średnia częstość napraw w roku w przypadku zaczepów kładkowych i kulistych wynosiła odpowiednio: 1.0 oraz 0.6.³⁴ *MacEnteel* i wsp. w 3 letnich badaniach mieli natomiast zupełnie inne obserwacje, odnotowując więcej usterek w przypadku zaczepów kulowych niż w przypadku belek, odpowiednio: 6,7 naprawy oraz 0,8.²⁰

Podsumowanie

Leczenie pacjentów z zastosowaniem uzupełnień protetycznych z zaczepami precyzyjnymi jest sprawdzoną metodą rehabilitacji w przypadkach częściowych braków w uzębieniu oraz pacjentów bezzębnych przy wykorzystaniu wszczepów śródkostnych. Według niektórych badań wskaźnik przeżycia prac kombinowanych w 5-letnim okresie wynosi 83,35%, w 15-letnim 67,3% i w 20-letnim 50%.^{9,15,35} *Zitzmann* i wsp. wykazali, że po 8 latach 40% takich uzupełnień wymagało napraw, ze względu na osłabienie retencji.⁷ Konstrukcje te umożliwiają odtworzenie prawidłowych warunków zwarciovych przy zachowaniu estetyki uzupełnienia. Ponadto, niektóre z nich jak, np. zaczepy kulowe czy magnesy, pozwalają na zachowanie zębów z niepewnym rokowaniem, dzięki skróceniu ich koron klinicznych do poziomu dziąsła, co polepsza stosunek długości części korzeniowej do koronowej. Protezy z elementami precyzyjnymi mogą stanowić dobre

rozwiązanie u osób po operacjach onkologicznych w obrębie głowy i szyi, gdzie osiągnięcie retencji i stabilizacji przy zastosowaniu protez ruchomych może być niemożliwe. Osiove przenoszenie sił żucia, łatwość w utrzymaniu higieny jamy ustnej i protez, wpływa pozytywnie na zachowanie zdrowych tkanek przyzębia. Możliwość regulacji siły retencji, wymiany lub aktywacji matryc w przypadku ich osłabienia oraz lepsza stabilizacja, a co za tym idzie mniejsze przemieszczenia protez na podłożu protezycznym w porównaniu do klasycznych protez akrylowych częściowych bądź całkowitych, powodują zwiększenie satysfakcji pacjentów oraz polepszenie ich komfortu życia.

Piśmiennictwo

1. *Majewski S*: Współczesna protetyka stomatologiczna. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2014; 185-221.
2. *Spiechowicz E*: Protetyka stomatologiczna. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2014[363-364, 452-464, 530-531.
3. *Spiechowicz E*: Dylematy współczesnej rehabilitacji protetycznej. *Protet Stomatol* 2006; LVI, 3, 175-185.
4. *Budkiewicz A*: Protezy szkieletowe. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1998; 9-13.
5. *Brusiłowicz N, Więckiewicz W*: Precyzyjne elementy retencyjne – przegląd piśmiennictwa. *Dental Forum* 2014; XLII(2): 77-80.
6. *Jain R, Aggarwal S*: Precision attachments – An overview. *Annals of Prosthodontics & Restorative Dentistry* 2017; 3(1): 6-9.
7. *Białoskórska K, Szczyrek P*: Magnetyczne zaczepy precyzyjne – na podstawie piśmiennictwa. *Protet Stomatol* 2018; 68(3): 346-353.
8. *Angadi Prabhakar B, Aras M, Williams C, Nagaral S*: Precision Attachments; Applications And Limitations. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences* 2012; 1(6): 1118-1126.
9. *Szarek A, Gronkiewicz K*: Precyzyjne elementy retencyjne stosowane w leczeniu protezycznym: zasuwy, rygle, zatrzaski, korony teleskopowe i zespolenia kładkowe – przegląd piśmiennictwa. *Protet Stomatol* 2019; 69(2): 224-234.
10. *Koczorowski R, Brożek R, Hemerling M*: Wykorzystanie elementów precyzyjnych w leczeniu implantoprotezycznym. *Dent Med Probl* 2006; 43, 3: 421-428.
11. *Gozneli R, Yildiz C, Vanlioglu B, Evren B.A, Kulak-Ozkan Y*: Retention behaviors of different attachment systems: Precious versus non-precious, precision versus semi-precision. *Dent Mater J* 2013; 32(5): 801-807.
12. *Sobolewska E, Ey-Chmielewska H*: Elementy utrzymujące protezy częściowe ruchome w jamie ustnej. *Inżynieria Biomateriałów* 2003; R.6, 29; 13-16.
13. *Feinberg E*: Precision attachment case restoration with implant abutments: a review with case reports. *J Oral Implantol* 2011; 37(4): 489-498.
14. *Blądek-Grzelczak K, Sporny S*: Precyzyjne elementy retencyjne stosowane w protezach overdentures w żuchwie wspartych na śródkostnych wszczepach dentystycznych. *Folia Medica Lodziensia* 2012; 39, 1: 51-69.
15. *Makkar S, Chhabra A, Khare A*: Attachment Retained Removable Partial Denture: A Case Report. *Int J Clin Dent Sci* 2011; 2(2), 39-43.
16. *Manju V, Sreelal T*: Mandibular implant-supported overdenture: an in vitro comparison of ball, bar, and magnetic attachments. *J Oral Implantol* 2013; 39(3): 302-307.
17. *Wolf K, Ludwig K, Hartfil H, Kern M*: Analysis of retention and wear of ball attachments. *Quintessence International* 2009; 40(5); 405-412.
18. *van Kampen F, Cune M, van der Bilt A, Bosman F*: Retention and postinsertion maintenance of bar-clip, ball and magnet attachments in mandibular implant overdenture treatment: an in vivo comparison after 3 months of function.

- Clin Oral Implants Res 2003; 14(6): 720-726.
19. *Fromentin O, Lassauzay C, Nader SA, Feine J, de Albuquerque RF Jr*: Clinical wear of overdenture ball attachments after 1, 3 and 8 years. Clin Oral Implants Res 2011; 22(11): 1270-1274.
 20. *MacEntee MI, Walton JN, Glick N*: A clinical trial of patient satisfaction and prosthodontic needs with ball and bar attachments for implant-retained complete overdentures: three-year results. J Prosthet Dent 2005; 93(1): 28-37.
 21. *Dąbrowa T, Pławski A*: Możliwości leczenia protetycznego z wykorzystaniem częściowych protez ruchomych z uwzględnieniem systemu koron podwójnych. Dent Med Probl 2011, 48, 1: 97-102.
 22. *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.
 23. *Kochanek-Leśniewska A, Sobczyk K*: Korony teleskopowe jako element retencyjny protez ruchomych wspartych o implanty – przegląd piśmiennictwa. Protet Stomatol 2015; LXV, 1: 56-66.
 24. *Dąbrowa T, Biały M, Napadłek P, Więckiewicz W*: Wieloletnie obserwacje kliniczne protezy typu overdenture wspartej na teleskopie resiliencyjnym – opis przypadku. Protet Stomatol 2015; LXV, 1: 51-55.
 25. *Dąbrowa T, Panek H, Makacewicz S*: Rodzaje mechanizmów utrzymujących protezy częściowe ruchome za pomocą systemu koron podwójnych. Dent Med Probl 2004; 41, 3: 521-525.
 26. *Bayer S, Stark H, Mues S, Keilig L, Schrader A, Enkling N*: Retention force measurement of telescopic crowns. Clin Oral Investig 2010; 14(5): 607-611.
 27. *Dąbrowa T, Panek H, Napadłek P*: 8-Year Clinical Observation of Telescopic Anchors Applied in Removable Dentures – Case Report. Dent Med Probl 2007; 44, 4: 521-525.
 28. *Makacewicz S, Panek H*: 10-year Clinical Observation of Dyna Magnetic Precision Attachments – Case Report. Dent Med Probl 2007; 44, 1: 87-91.
 29. *Bergmann F, Dulger E*: Nie zawsze technologia CAD/CAM jest konieczna. Implantologia Stomatologiczna. PSI Implant Dentistry 2013; 1(7); 80-84.
 30. *Davis DM, Packer ME*: Mandibular overdentures stabilized by Astra Tech implants with either ball attachments or magnets: 5 – Year results. Inter J Prosthodont 1999; 12(3): 222-229.
 31. *Ellis JS, Burawi G, Walls A, Thomason JM*: Patient satisfaction with two designs of implant supported removable overdentures; ball attachment and magnets. Clin Oral Implants Res 2009; 20(11): 1293-1298.
 32. *Gładkowski J, Rolski D, Nieborak R, Bojczuk A, Mierzwińska-Nastalska E*: Możliwości i ograniczenia poprawy retencji i stabilizacji uzupełnień protetycznych u pacjentów pooperacyjnych. Protet Stomatol 2015; LXV, 5: 429-437.
 33. *Cune M, van Kampen F, van der Bilt A, Bosman F*: Patient satisfaction and preference with magnet, bar-clip, and ball-socket retained mandibular implant overdentures: a cross-over clinical trial. Int J Prosthodont 2005; 18(2): 99-105.
 34. *Gotfredsen K, Holm B*: Implant-supported mandibular overdentures retained with ball or bar attachments: a randomized prospective 5-year study. Int J Prosthodont 2000; 13(2): 125-130.
 35. *Gupta N, Bhasin A, Gupta P, Malhotra*: Combined prosthesis with extracoronary castable precision attachments. Case Rep Dent 2013; 282617 (1-4).

Zaakceptowano do druku: 22.09.2023 r.

Adres autorów: 02-097 Warszawa, ul. Binińskiego 6.

© Zatząd Główny PTS 2023.