**lek. dent. Krzysztof Schmeidl**

**Analiza wybranych właściwości fizycznych nowoczesnych łuków ortodontycznych do leczenia aparatami stałymi cienkołukowymi, produkowanych ze stopu Gummetal**

*Rozprawa doktorska w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu*

*Dyscyplina nauki medyczne*

*Promotor: dr hab. n. med. Joanna Janiszewska-Olszowska*

STRESZCZENIE OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

WSTĘP

Gummetal, to stop składający się z tytanu, niobu, tantalu, cyrkonu oraz tlenu. Został wyprodukowany w 2001 roku w Japonii, w firmie Toyota Central R&D, Inc. Od niedawna jest stosowany w leczeniu wad zgryzu aparatami stałymi cienkołukowymi. Gummetal nie zawiera niklu ani chromu, które należą do alergenów kontaktowych. Według producentów, Gummetal ma wyjątkowo niski moduł elastyczności Younga, dużą sprężystość, wytrzymałość, pamięć kształtu, łatwo się dogina oraz generuje małe (biologiczne) siły, pożądane podczas leczenia ortodontycznego. Toyota R&D podaje, że siły powstałe pomiędzy Gummetalem i zamkami metalowymi mogą być do 50% mniejsze od sił tarcia powstałych przy zastosowaniu innych drutów zawierających tytan. Twierdzenia te nie mają jednak wystarczającego uzasadnienia w postaci publikacji wyników badań laboratoryjnych i klinicznych, co nie pozwala na określenie wskazań do stosowania Gummetalu w poszczególnych fazach leczenia ortodontycznego.

CEL PROJEKTU

Celem projektu była analiza wybranych właściwości drutów ortodontycznych do leczenia aparatami stałymi, wyprodukowanych ze stopu Gummetal.

W pierwszym etapie przygotowano krytyczny przegląd systematyczny piśmiennictwa, którego celem było znalezienie i usystematyzowanie wyników badań naukowych dotyczących właściwości mechanicznych i klinicznych stopu Gummetal.

Celami drugiego etapu projektu były:

1. Zbadanie wartości tarcia kinetycznego drutu TiNbTaZrO w warunkach laboratoryjnych oraz porównanie ich z wartościami stosowanych od dawna łuków ortodontycznych: stalowego, niklowotytanowego, chromokobaltowego oraz tytanowomolibdenowego.
2. Porównanie topografii powierzchni drutu z Gummetalu z powierzchnią drutu stalowego, niklowotytanowego, chromokobaltowego oraz tytanowomolibdenowego.

MATERIAŁ BADAWCZY

Krytyczny przegląd piśmiennictwa przeprowadzono przy pomocy baz PubMed, PMC, Google Scholar, Ovid oraz Cochrane Library. Wyszukiwanie prowadzono wykorzystując słowa kluczowe: *gummetal orthodontic wire* (drut ortodontyczny z Gummetalu).

Materiał badawczy etapu laboratoryjnego stanowiły druty ortodontyczne (n=50) o długości 10 cm i wymiarach przekroju poprzecznego: 0.016”x0.022” (po 10 drutów: z Gummetalu (Gummetal, JM Ortho Corporation), stalowych (Remanium, Dentaurum), niklowotytanowych (Nickel Titanium, G&H), chromokobaltowych (Elgiloy Blue, RMO), oraz tytanowomolibdenowch (BetaForce, Ortho Technology)), zamki ortodontyczne metalowe dla kła górnego prawego w preskrypcji Rotha (o rozmiarze szczeliny 0.018”x0.025”) (Discovery, Dentaurum) (n=50) oraz ligatury elastyczne (Alastik Easy-To-Tie, 3M) (n=50).

METODOLOGIA PRZEGLĄDU SYSTEMATYCZNEGO I PRACY BADAWCZEJ

Do przeglądu włączano publikacje, które obejmowały podwójnie zaślepione randomizowane badania kliniczne (RCT), kontrolowane badania kliniczne, badania in vitro oraz posiadały abstrakt w języku angielskim. Odrzucono wszystkie prace, w których nie badano bezpośrednio właściwości drutu ortodontycznego z Gummetalu, przeglądy, dyskusje autorskie, streszczenia, artykuły redakcyjne, opinie oraz opisy przypadków.

W laboratoryjnych badaniach własnych każdy zamek przyklejono do stalowej płyty, a do szczeliny zamka wprowadzono badany drut. Następnie, na wszystkie skrzydełka zamka została założona nowa ligatura elastyczna, a płytkę umocowano w uchwycie przy podstawie specjalistycznej maszyny pomiarowej siły MultiTest 2.5-i (Mecmesin Ltd.), która przesuwała drut poprzez szczelinę zamka ze stałą prędkością 10 mm/min. Tarcie dynamiczne powstałe podczas automatycznego przesuwania każdego drutu mierzono w temperaturze pokojowej przez 120 sekund (1000 pomiarów na sekundę), a następnie analizowano przy pomocy specjalistycznego oprogramowania komputerowego. Do każdego pomiaru wykorzystano nowy fragment drutu, nowy zamek ortodontyczny oraz nową ligaturę elastyczną.

Topografię powierzchni drutów ortodontycznych zbadano dzięki metodzie mikroskopii różnicowania ogniskowego przy pomocy specjalistycznego systemu optycznego do pomiaru 3D Infinite Focus G5 plus (Bruker Alicona).

WYNIKI PRZEGLĄDU SYSTEMATYCZNEGO I PRACY BADAWCZEJ

Do przeglądu wyselekcjonowano ostatecznie z bazy Pubmed, Cochrane oraz Google Scholar 13 publikacji. Co zaskakujące, w piśmiennictwie znaleziono tylko jedno podwójnie zaślepione randomizowane badanie kliniczne (RCT). Pozostałe prace były badaniami drutów ortodontycznych in vitro.

Na podstawie przeglądu krytycznego piśmiennictwa stwierdzono, że druty ortodontyczne z Gummetalu posiadają niską wytrzymałość na zginanie, niską granicę zmęczenia, bardzo niski moduł Younga oraz wysoką sprężystość. Gummetal generuje większe siły od plecionego łuku Supercable, ale mniejsze niż Nitinol i stop tytanowomolibdenowy (TMA). Współczynnik tarcia stopu Gummetal jest porównywalny do współczynnika tarcia stopu niklowotytanowego i chromokobaltowego oraz, według niektórych autorów, stalowego.

W badaniach laboratoryjnych stwierdzono, że druty stalowe generowały siłę tarcia kinetycznego o średniej wartości 0.639N, niklowotytanowe 1.143N, chromokobaltowe 1.097N, tytanowomolibdenowe 1.932N, natomiast druty z Gummetalu 1.198N.

Analiza topograficzna wykazała, że powierzchnia łuków z Gummetalu nie odbiega istotnie od drutów z pozostałych stopów.

WNIOSKI

Przegląd piśmiennictwa wykazał, że informacji opartych na wynikach badań naukowych na temat drutów ortodontycznych Gummetal jest bardzo niewiele. Ze względu na nietoksyczny skład, łuki z Gummetalu mogą być stosowane zamiast łuków niklowotytanowych u pacjentów z alergią na nikiel w początkowej fazie leczenia ortodontycznego. Drut Gummetal wykazuje jednak mniejszą odporność na odkształcenia plastyczne niż druty niklowo-tytanowe, co stawia pod znakiem zapytania jego superelastyczność.

Laboratoryjne badania własne wykazały, że druty ortodontyczne ze stopu Gummetal charakteryzują wartości tarcia kinetycznego podobne do drutów niklowotytanowych oraz chromokobaltowych, wyższe od drutów stalowych, oraz niższe od drutów tytanowomolibdenowych. Niski współczynnik tarcia stopu Gummetal wydaje się odpowiedni dla mechaniki ślizgowej podczas przesuwania ortodontycznego zębów przy pomocy aparatów stałych cienkołukowych. Badanie przy pomocy mikroskopii różnicowania ogniskowego wszystkich pięciu drutów wykazało natomiast, że siła tarcia nie jest bezpośrednio związana z topografią powierzchni.

Konieczne są dalsze badania w celu oceny przydatności Gummetalu w praktyce klinicznej.