

1. STRESZCZENIE

Wstęp: Stałość utrzymania zamków ortodontycznych jest ważnym aspektem terapii aparatem stałym. Zbyt niska siła wiązania zamka ortodontycznego ze szkliwem może wydłużyć czas leczenia oraz zwiększyć jego koszty. Również zbyt wysoka siła wiązania zaczepu do szkliwa nie jest pożądana, ponieważ może prowadzić do jatrogennego uszkodzenia szkliwa w trakcie demontowania aparatu stałego.

Cele pracy: Celem pracy jest ocena siły wiązania stalowych i ceramicznych zamków ortodontycznych ze szkliwem za pomocą różnych konfiguracji materiałów adhezyjnych i ich przydatności w codziennej praktyce ortodontycznej. Poddano również analizie: kliniczną skuteczność zastosowanych kombinacji primer-klej ortodontyczny-zamek ortodontyczny; zależność pomiędzy siłą wiązania zamka ortodontycznego do szkliwa a: 1) materiałem, z którego zostały wykonane zamki ortodontyczne, 2) materiałami zwiększającymi powierzchnię szkliwa, i 3) najnowszymi klejami ortodontycznymi; ilość kleju ortodontycznego pozostawionego na szkliwie po oderwaniu zamka w zależności od zastosowanych: zamków ortodontycznych, materiałów zwiększających powierzchnię szkliwa, i najnowszych klejów ortodontycznych oraz zależność pomiędzy wartością siły wiązania a ilością kleju pozostawionego na szkliwie.

Materiały i metody: Materiał badany stanowiło łącznie 180 próbek zamków ortodontycznych metalowych Victory Series, monokrystalicznych Radiance oraz polikrystalicznych Clarity przyklejonych do zębów bydlęcych. Na potrzeby badań stworzono 9 grup badanych, liczących po 20 próbek każda, w których każdy z testowanych zamków został przyklejony z wykorzystaniem jednej z 3 konfiguracji adhezyjnych: a) kwas ortofosforowy, systemowy primer, kompozytowy klej ortodontyczny Transbond XT; b) kwas ortofosforowy, systemowy primer, kompozytowy klej ortodontyczny zmieniający kolor Grēngloo lub c) primer samowytrawiający Transbond Plus Self-Etching Primer, klej ortodontyczny Transbond XT. Po 24 godzinach od momentu przygotowania próbki poddano testowi na ścinanie, po czym oceniono ilość kleju pozostałego na szkliwie zęba po zerwaniu

zamka ortodontycznego (wskaźnik ARI). Otrzymane dane poddano analizie statystycznej. Poziom istotności różnic dla wszystkich testów statystycznych ustalono na $\alpha = 0,05$.

Wyniki: Wśród testowanych grup badanych najwyższe średnie wartości naprężenia stycznego uzyskano w grupie, w której zamek polikrystaliczny Clarity został przyklejony za pomocą primera samowytrawiającego i kleju Transbond XT (10,93 MPa). Nieco niższe wartości stwierdzono w grupach: zamek metalowy Victory Series w połączeniu z kwasem ortofosforowym i klejem Transbond XT (10,65 MPa) oraz zamek Clarity, klej Grēngloo i kwas ortofosforowy (10,24 MPa). Najniższe średnie wartości naprężenia stycznego osiągnęły grupy, w których wykorzystano zamki monokrystaliczne Radiance (5,4 – 6,33 MPa). Analiza porównawcza wykazała, że zamki ceramiczne Clarity wykonane z polikrystalicznego tlenku glinu uzyskały istotnie wyższe średnie wyniki naprężenia stycznego w porównaniu z ceramicznymi zamkami Radiance wykonanymi z monokrystalicznego glinu. Średnie wartości naprężenia stycznego zaobserwowane dla metalowych zamków Victory Series nie odbiegały znacząco od pozostałych dwóch testowanych zamków ortodontycznych. Ponadto nie wykazano istotnie statystycznych różnic pomiędzy badanymi systemami adhezyjnymi. Analiza pęknięcia połączenia adhezyjnego wykazała, że w 164 spośród 180 badanych próbek ponad 75% powierzchni szkliva było pokrytych klejem ortodontycznym; w 8 przypadkach klej pokrywał 50-75% powierzchni szkliva, w jednym przypadku klej zaobserwowano na 25-50% powierzchni szkliva, w 5 przypadkach klej pokrywał poniżej 25% powierzchni szkliva, a w 2 próbkach nie stwierdzono obecności kleju na powierzchni szkliva. Analiza statystyczna wykazała, że zastosowanie zamka Victory Series skutkowało pozostawieniem istotnie mniejszej ilości kleju ortodontycznego, natomiast wybór systemu adhezyjnego był statystycznie nieistotny. Analiza wartości współczynnika korelacji rang Spearmana ujawniła obecność słabej dodatniej współzależności pomiędzy naprężeniem stycznym a wartościami zmodyfikowanego wskaźnika ARI w grupach, w których zastosowano klej ortodontyczny Transbond TM XT w połączeniu z dedykowanym primerem oraz w grupach, w których użyto zamki stalowe, a także słabej ujemnej współzależności, w grupach, w których użyto klej Grēngloo.

Wnioski:

Na podstawie przeprowadzonych badań oraz ich analizy ustalono, że:

1. Wszystkie oceniane kombinacje primera, kleju ortodontycznego i zamka ortodontycznego spełniają wymagania wspólnie stawiane skutecznym i jednocześnie bezpiecznym dla szkliwa systemom adhezyjnym.
2. Użycie zamków wykonanych z polikrystalicznego tlenku glinu zwiększa siłę wiązania ze szkliwem w porównaniu z zamkami wykonanymi z monokrystalicznego tlenku glinu. Natomiast wykorzystanie zamków metalowych pozwala na uzyskanie sił wiązania zgodnych z siłami wiązania zamków ceramicznych. Zastosowanie różnych systemów zwiększających powierzchnię szkliwa oraz najnowszych klejów zmieniających kolor nie ma wpływu na uzyskane wartości sił wiązania.
3. Zastosowanie primera samowytrawiającego prowadzi do pozostawienia na szkliwie większych ilości kleju ortodontycznego po oderwaniu zamka ortodontycznego. Zastosowanie zamków metalowych prowadzi do pozostawienia na szkliwie większych ilości kleju ortodontycznego po demontażu zamka ortodontycznego. Wybór klejów zmieniających kolor nie wpływa na ilość materiału pozostałego na szkliwie.
4. Nie znaleziono zależności pomiędzy średnią siłą wiązania ilością kleju pozostawionego na szkliwie dla żadnej z testowanych konfiguracji adhezyjnych poza połączeniem kleju zmieniającego kolor i zamka polikrystalicznego, w której wraz ze wzrostem siły wiązania pomiędzy zamkiem a szkliwem zwiększeniu ulega ilość kleju pozostawionego na szkliwie.

2. SUMMARY

Introduction: The low failure rate of the orthodontic brackets is an essential factor of the successful fixed appliance treatment. Too low bond strength between the orthodontic bracket and enamel can extend the treatment time and increase its cost. On the other hand, too high bonding force of the orthodontic attachment is not desirable, since it can lead to iatrogenic damage to the enamel while debonding the fixed appliance.

Aim of the study: The aim of the study is to assess the bonding force of stainless steel and ceramic orthodontic brackets with enamel using different configurations of adhesive materials and to assess their suitability in everyday orthodontic practice. Author also analyzed: clinical efficacy of primer-orthodontic adhesive-orthodontic bracket; the relationship between the bond strength of the orthodontic bracket to the enamel and: 1) the material from which the orthodontic brackets were made, 2) the materials increasing the enamel surface, and 3) the latest color changing orthodontic adhesives; the amount of orthodontic adhesive left on enamel after debonding the orthodontic attachment depending on the orthodontic brackets used, materials used to increase the surface of the enamel, and the latest color changing orthodontic adhesives; and the relationship between the bond strength and the amount of the adhesive left on the enamel.

Materials and methods: The material consisted of 180 samples of Victory Series metallic brackets, monocrystalline Radiance and polycrystalline Clarity bonded to bovine teeth. For the purposes of the research, 9 test groups were created, consisting of 20 samples each, in which each tested bracket was bonded to the enamel using one of three primer-adhesive configurations: a) orthophosphoric acid, primer, Transbond XT orthodontic adhesive; b) orthophosphoric acid, primer, composite color-changing adhesive Grēngloo, or c) self-etching primer Transbond Plus Self-Etching Primer, Transbond XT orthodontic adhesive. After 24 hours from the time of preparation, the samples were subjected to a shear test, after which the amount of adhesive remaining on the tooth enamel after detaching the orthodontic

bracket was assessed (ARI index). The obtained data were subjected to statistical analysis. The significance level of differences for all statistical tests was set at $\alpha = 0.05$.

Results: Among the test groups tested, the highest average shear bond strength forces were obtained in the group in which the Clarity polycrystalline bracket was bonded using the self-etching primer and the Transbond XT adhesive (10.93 MPa). Slightly lower values were found in the groups: stainless steel bracket Victory Series in combination with orthophosphoric acid and Transbond XT (10.65 MPa) and orthophosphoric acid, Grēngloo adhesive, and Clarity bracket (10.24 MPa). The lowest average shear bond forces were achieved in the groups using the Radiance monocrystalline brackets (5.4 - 6.33 MPa). Statistical analysis showed that Clarity brackets made of polycrystalline alumina had significantly higher average shear bond strength compared to Radiance brackets made of monocrystalline alumina. The average shear bond forces observed for the Victory Series brackets did not differ significantly from the other two tested orthodontic attachments. There were no statistically significant differences between the adhesive systems tested. Analysis of the adhesive remaining on the enamel after bracket debonding showed that in 164 out of 180 samples, over 75% of the enamel surface was covered with orthodontic adhesive; in 8 cases glue covered 50-75% of the enamel surface, in one case glue was observed on 25-50% of the enamel surface, in 5 cases glue covered less than 25% of the enamel surface, and no glue on the enamel surface was observed in 2 samples. Statistical analysis showed that the use of Victory Series resulted in significantly less orthodontic adhesive left on the enamel, while the choice of the adhesive system was statistically insignificant. Analysis of the Spearman rank correlation coefficient revealed the presence of a weak positive correlation between shear bond strength and the values of the modified ARI index in the groups using Transbond XT orthodontic adhesive in combination with Transbond XT primer and in groups where stainless steel brackets were used, as well as weak negative correlation, in groups in which Grēngloo was used.

Conclusion:

Based on the conducted research and their analysis, it was established that:

1. All evaluated combinations of the primer, orthodontic adhesive, and orthodontic bracket meet the requirements for modern, effective and, at the same time, safe for enamel adhesive systems.
2. The use of brackets made of polycrystalline alumina increases the bond strength with the enamel compared to locks made of monocrystalline alumina. Stainless steel brackets allow to obtain bonding forces consistent with the bonding forces of ceramic brackets. The use of different systems that increase the surface of enamel and the latest adhesives changing color did not affect the shear bond strength.
3. The use of self-etching primer resulted in the increase of residual orthodontic adhesive remained after the bracket debonding. The use of stainless steel brackets resulted in the increase of residual orthodontic adhesive remained after the bracket debonding. The choice of adhesives changing the color did not affect the distribution of the modified ARI index.
4. No relationship was found between the average bonding strength and the adhesive left on the enamel after the debonding for any of the adhesive configurations tested except for the combination of color changing adhesive and polycrystalline bracket, in which the amount of adhesive left on the enamel increases as the bond strength between the bracket and the enamel increases.