

Wstęp: Aparaty nakładkowe zyskują na popularności wśród pacjentów oraz lekarzy ortodontów z uwagi na wysoką estetykę i wygodę użytkowania. Jednak skuteczność i przewidywalność leczenia nimi może potencjalnie być ograniczona przez liczne czynniki, takie jak: wierność cyfrowego odwzorowania uzębienia, indywidualną zmienność anatomii pacjentów, zmianę właściwości aparatów pod wpływem kwaśnych pokarmów.

Cele pracy: 1. Zbadanie, czy odwzorowanie uzębienia pacjenta w formie modelu cyfrowego jest statystycznie tożsame (identyczne) z modelem gipsowym (dotychczasowy złoty standard w leczeniu tradycyjnym). 2.

Określenie, czy występuje osobnicza zmienność w długości korzeni zębów dolnych z uwzględnieniem indywidualnych charakterystyk pacjentów, takich jak przerost zuchwy jedno-, lub obustronny. Ocena, czy występuje dymorfizm płciowy w długości korzeni zębów dolnych u człowieka. 3. Próba określenia idealnego interwału wymiany nakładki ortodontycznej, ze względu na proces jej degradacji w środowisku jamy ustnej. Ocena zmian występujących na powierzchni nakładek poddanych działaniu kwaśnych pokarmów, mających imitować dietę współczesnego człowieka oraz określenie najbardziej wiarygodnej metody badania procesu starzenia nakładek.

Materiał i metody: Rozprawę doktorską stanowi cykl trzech publikacji o łącznym IF= 9,819; MNiSW= 350 pkt. W pierwszej publikacji przeprowadzono przegląd systematyczny piśmiennictwa połączony z analizą statystyczną (metaanalizą) w celu określenia zgodności statystycznej pomiarów wykonywanych na modelach cyfrowych i modelach gipsowych (dotychczasowy złoty standard). Z uzyskanych wstępnie 1507 artykułów zakwalifikowano ostatecznie 50 publikacji do analizy jakościowej. Po przeanalizowaniu formalnych kryteriów włączenia do analizy statystycznej, do analizy ilościowej zakwalifikowano 9 publikacji. Wyekstrahowano dane łącznie 428 pacjentów dotyczące płci i wieku badanych, rodzaju i wartości wykonywanych pomiarów, średniej różnicy między pomiarami wykonywanymi metodą cyfrową, a tradycyjną. W ośmiu pracach, z analizowanych dziewięciu, autorzy stwierdzili występowanie istotnych statystycznie różnic między pomiarami cyfrowymi, a gipsowymi. Ponadto ocena poszczególnych analizowanych badań wykazała, że występujące w 8. na 9 badanych prac różnice były istotne statystycznie, ale nie wykazywały różnic, które powinny mieć znaczenie kliniczne. Jednakże, analizując wszystkie dane zbiorczo w ramach metaanalizy z efektem zmiennym nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie. Potwierdza to wzrost poziomu istotności statystycznej testu po przeanalizowaniu większej ilości danych, który pozwolił uniknąć błędu pierwszego rodzaju.

Druża praca ma strukturę retrospektywnego badania kohortowego, w którym oceniano długości zębów dolnych 92 pacjentów, posiadających tomografie stożkowe (CBCT) wykonane w ramach diagnostyki przed leczeniem ortodontycznym. Porównano pacjentów prezentujących prawidłową budowę zuchwy oraz pacjentów prezentujących przerost zuchwy jedno- i obustronny. Zbadano także, czy istnieje dymorfizm płciowy w długości zębów dolnych u człowieka. Powodem zainteresowania tym obszarem były doniesienia o potencjalnie zbliżonych czynnikach genetycznych mających wpływ na rozwój przerostu zuchwy, a także na długość i anatomie korzeni zębów. Wykazano, że istnieje dymorfizm płciowy w długości zębów dolnych. Potwierdzono, że zęby dolne u pacjentów z przerostem zuchwy są dłuższe, niż u pacjentów z prawidłową budową zuchwy. Nie odnaleziono istotnej statystycznie zależności między długością trzonu zuchwy, a długością zębów po tej samej stronie.

W trzecim badaniu podjęto się analizy wpływu płynów o niskim pH na zmiany zachodzące na powierzchni materiału, z którego wykonywane są nakładki ortodontyczne. Wykorzystano napój Coca-Cola oraz sok pomarańczowy, w celu zasymulowania działania pokarmów będącymi składnikami diety przeciętnego współczesnego człowieka. Stworzono grupę kontrolną (n=15) oraz cztery grupy badawcze (każda o liczebności n=15), w ramach których zanurzano nakładki odpowiednio w Coca-Coli i soku pomarańczowym przez 1, lub 2 tygodnie. Zmiany zachodzące na powierzchni nakładek badano przy pomocy analizy kąta zwilżania i napięcia powierzchniowego. Wykorzystano także metodę analizy wymiaru fraktalnego i analizy tekstur w celu dokładniejszego opisu zachodzących zmian i oceny procesu starzenia nakładek w funkcji czasu. Uzyskano wyniki potwierdzające, że zmiany widoczne na powierzchni nakładek są bardziej widoczne po 2- tygodniowej inkubacji, niż po 1- tygodniowej, przy zastosowaniu metody analizy tekstur. Stwierdzono, że w czasie 1- tygodniowej obserwacji, sok pomarańczowy powodował większą intensywność zmian na powierzchni nakładek, niż napój Coca-Cola. Wykazano, że najlepsze do oceny zmian obecnych na powierzchni nakładek wydają się być metody analizy tekstur i analizy wymiaru fraktalnego.

Wyniki: 1. W ramach metaanalizy z efektem zmiennym nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic dla żadnego z analizowanych pomiarów.

2. Zęby dolne mężczyzn są dłuższe od zębów dolnych kobiet i jest to istotne statystycznie. U pacjentów z jednostronnym przerostem zuchwy nie odnaleziono istotnej statystycznie zależności między długością trzonu zuchwy, a długością zębów po tej samej stronie. Potwierdzono, że zęby dolne u pacjentów z przerostem zuchwy są dłuższe, niż u pacjentów z prawidłową budową zuchwy i jest to istotne statystycznie.

3. Uzyskano istotne statystycznie wyniki dla większości z użytych metod. Zmiany na powierzchni nakładek były bardziej widoczne po 2-tygodniowym zanurzeniu w porównaniu do 1- tygodniowego zanurzenia. W czasie 1-tygodniowej obserwacji, sok pomarańczowy powodował większą intensywność zmian na powierzchni nakładek, niż napój Coca-Cola.

Wnioski: 1. Modele cyfrowe uzyskane ze skanerów laboratoryjnych są tożsame wobec modeli gipsowych. Klinicyści mogą z dużą pewnością wykorzystywać je w ramach diagnostyki, planowania leczenia i kontroli uzyskanych wyników leczenia ortodontycznego.

2. Występuje dymorfizm płciowy w długości zębów dolnych u ludzi – zęby dolne są dłuższe u mężczyzn. Zęby dolne pacjentów z przerostem żuchwy są dłuższe, niż pacjentów z prawidłową budową żuchwy. Asymetria w budowie żuchwy nie jest skorelowana z długością zębów dolnych.

3. Kontakt z kwaśnymi płynami wchodzącymi w skład współczesnej diety ma destrukcyjny wpływ na nakładki ortodontyczne. Najbardziej czułymi narzędziami do badania uszkodzeń na powierzchni nakładek okazały się metody analizy fraktalnej i analizy tekstur. Analiza zebranych wyników pozwoliła stwierdzić, że uszkodzenia widoczne na powierzchni nakładek rosną w miarę zwiększenia czasu ekspozycji na kwaśne płyny. Z tego powodu, wskazana jest wymiana nakładek nie rzadziej, jak co 1 tydzień.

Introduction: Clear aligner appliances are gaining popularity among patients and orthodontists because of their high aesthetics and comfort. However, the effectiveness and predictability of orthodontic aligner treatment can potentially be limited by a number of factors, such as: the veracity of the digital representation of the dentition, the individual variability of patients' anatomy, and the change in the properties of the appliances under the influence of acidic foods.

Objectives of the study: 1. To investigate whether the representation of the patient's dentition in the form of a digital model is statistically equal (identical) to a plaster model (the current gold standard in traditional treatment). 2. To determine whether there is individual variability in the length of the roots of the lower teeth, taking into account individual patient characteristics, such as unilateral or bilateral mandibular hypertrophy. To assess whether there is sexual dimorphism in the root length of lower teeth in humans. 3. To attempt to determine the ideal interval for replacement of an orthodontic aligner due to its degradation process in the oral environment. To evaluate the changes occurring on the surface of aligners exposed to acidic foods intended to mimic the diet of modern humans, and to determine the most reliable method for studying the ageing process of aligners.

Materials and methods: The doctoral dissertation consists of a series of three publications with a total IF= 9.819; MNiSW= 350 points.

In the first publication, a systematic review of the literature combined with statistical analysis (meta-analysis) was carried out to determine the statistical agreement of measurements performed on digital models and plaster models (the gold standard to date). Of the 1507 articles initially obtained, 50 publications were finally qualified for qualitative analysis. After reviewing the formal inclusion criteria for statistical analysis, nine publications were qualified for quantitative analysis. A total of 428 patients' data were extracted regarding the gender and age of the subjects, the type and value of measurements taken, the mean difference between measurements taken by digital and conventional method. In eight of the nine papers analysed, the authors found statistically significant differences between digital and plaster measurements. In addition, the evaluation of the individual studies analysed showed that the differences present in eight out of nine studies were statistically significant, but did not show differences that should be clinically relevant. However, when analysing all the data collectively in a meta-analysis with a variable effect, no statistically significant differences were found. This confirms the increase in the level of statistical significance of the test after analysing more data, which helped avoid a type I error.

The second study was structured as a retrospective cohort study in which the lengths of the lower teeth of 92 patients with cone-beam computed tomography (CBCT) scans taken as part of the diagnosis before orthodontic treatment were assessed. Comparisons were made between patients presenting normal mandibular anatomy and patients presenting unilateral and bilateral mandibular hypertrophy. It was also investigated whether there exists sexual dimorphism in the length of lower teeth in humans. The reason for the interest in this area was the reports of potentially similar genetic factors influencing the development of mandibular hypertrophy, as well as the length and anatomy of tooth roots. It has been shown that there is sexual dimorphism in the length of lower teeth. It was confirmed that the lower teeth in patients with mandibular hypertrophy are longer than in patients with normal mandibular anatomy. No statistically significant relationship was found between the length of the mandibular body and the length of the teeth on the same side.

The third study analysed the effect of low pH liquids on changes occurring on the surface of the orthodontic aligner material. Coca-Cola beverage and orange juice were used to simulate the effect of foods that are components of the diet of an average modern human. A control group (n=15) and four study groups (each with

n=15) were established, in which the material was immersed in Coca-Cola and orange juice for 1, or 2 weeks respectively. Changes occurring on the surface of the material were studied using wetting angle and surface tension analysis. Fractal dimension analysis and texture analysis were also used to more accurately describe the changes taking place and to evaluate the ageing process of the material as a function of time. Results were obtained confirming that the changes visible on the surface of the aligner material were more pronounced after a 2-week incubation than after a 1-week incubation, using the texture analysis method. It was found that during the 1-week observation, orange juice caused a higher intensity of changes on the surface of the material than Coca-Cola beverage. It was shown that the texture analysis and fractal dimension analysis methods appear to be the best for assessing the changes present on the surface of the overlays.

Results: 1. Within the variable effect meta-analysis, no statistically significant differences were found for any of the measurements analysed.

2. Men's lower teeth are longer than women's lower teeth and this is statistically relevant. In patients with unilateral mandibular hypertrophy, no statistically significant relationship was found between the length of the mandibular body and the length of the teeth on the same side. It was confirmed that the lower teeth in patients with mandibular hypertrophy are longer than in patients with normal mandibular structure and this is statistically significant.

3. Statistically significant results were obtained for most of the methods used. Changes on the surface of the material were more pronounced after 2-week immersion compared to 1-week immersion. During the 1-week observation, orange juice caused more intense changes on the surface of the overlays than Coca-Cola beverage.

Conclusions: 1. Digital models obtained from laboratory scanners are identical to plaster models. Clinicians can use them with a high degree of confidence for diagnosis, treatment planning and control of orthodontic treatment results.

2. There is sexual dimorphism in the length of lower teeth in humans - lower teeth are longer in men. The lower teeth of patients with mandibular hypertrophy are longer than those of patients with normal mandibular structure. Asymmetry in mandibular body anatomy is not correlated with lower tooth length.

3. Contact with acidic liquids included in the modern diet has a destructive effect on the surface of orthodontic aligner material. Fractal dimension analysis and texture analysis methods proved to be the most sensitive tools for investigating damage on the surface of the aligners. Analysis of the collected results revealed that the damage visible on the surface increases with increasing exposure time to acidic liquids. For this reason, it is advisable to replace the aligners at least every week.