

## Diagnostyka i przygotowanie tkanek miękkich przed leczeniem ortodontycznym

## *Diagnostics and preparation of soft tissues before orthodontic treatment*

Zofia Szepietowska<sup>1</sup> **A B D E F** (ORCID ID0000 0000-0003-0650-3082)

Wioleta Majdanik<sup>2</sup> **D E** (ORCID ID0000- 0003-1096-2548)

Renata Górka<sup>3</sup> **D E** (ORCID ID0000-0002-2769-7587)

Małgorzata Zadurska<sup>4</sup> **D E** (ORCID ID0000-0002-2303-4102)

Paweł Plakwicz<sup>5</sup> **A D E** (ORCID ID0000-0003-4713-2142)

**Wkład autorów:** **A** Plan badań **B** Zbieranie danych **C** Analiza statystyczna **D** Interpretacja danych **E** Redagowanie pracy **F** Wyszukiwanie piśmiennictwa

**Authors' Contribution:** **A** Study design **B** Data Collection **C** Statistical Analysis **D** Data Interpretation **E** Manuscript Preparation **F** Literature Search

<sup>1</sup> Prywatna Praktyka Specjalistyczna w Warszawie  
*Private Practice in Warsaw*

<sup>2,3,5</sup> Zakład Chorób Błony Śluzowej i Przyzębia, Warszawski Uniwersytet Medyczny  
*Department of Periodontology and Oral Diseases, Medical University of Warsaw*

<sup>4</sup> Zakład Ortodoncji, Warszawski Uniwersytet Medyczny  
*Department of Orthodontics, Medical University of Warsaw*

### Streszczenie

Leczenie ortodontyczne aparatami stałymi, mające na celu rozszerzenie łuków zębowych, może skutkować utratą tkanek miękkich i powstaniem lub zwiększeniem rozmiarów już istniejących recesji. Fenotyp przyzębia jest ważnym czynnikiem mającym wpływ na ostateczny wynik leczenia. **Cel.** Artykuł ma na celu przedstawienie problematyki wpływu fenotypów przyzębia na leczenie ortodontyczne, a także wskazanie możliwości periodontologicznego przygotowania tkanek miękkich do terapii ortodontycznej. **Materiał i metody.**

### Abstract

Orthodontic treatment with fixed braces aimed to expand dental arches may result in the loss of soft tissues and the formation or increase of the dimensions of already existing recessions. A periodontal phenotype is a vital factor affecting final treatment outcomes. **Aim.** The aim of the article is to present problems of the effects of periodontal phenotypes on orthodontic treatment and to indicate a possibility of periodontal preparation of soft tissues for orthodontic treatment. **Material and**

<sup>1</sup> Lek. dent., specjalista periodontolog / DDS, specialist in periodontology

<sup>2</sup> Lek. dent., specjalista periodontolog / DDS, specialist in periodontology

<sup>3</sup> Prof. dr hab. n. med., kierownik Zakładu Chorób Błony Śluzowej i Przyzębia, specjalista periodontolog / DDS, PhD, Professor, Head of Department of Periodontology and Oral Diseases, specialist in periodontology

<sup>4</sup> Prof. dr hab. n. med., specjalista ortodonta, pedodonta, kierownik Zakładu Ortodoncji / DDS, PhD, Professor, specialist in orthodontics and pediatric dentistry, Head of the Department of Orthodontics

<sup>5</sup> Dr hab. n. med., specjalista chirurgii stomatologicznej / DDS, PhD, Associate Professor, specialist in oral surgery

Dane do korespondencji/Correspondence address:

Zakład Chorób Błony Śluzowej i Przyzębia WUM

ul. Miodowa 18

00-246 Warszawa

e-mail: info@plakwicz.com

Wykorzystując bazę danych PubMed, wyszukano artykuły dotyczące leczenia ortodontycznego i fenotypu dziąsła. Wybrane badania poddano analizie. Niniejszą publikację oparto na doniesieniach z 57 prac z lat 2000–2019 oraz z pięciu pozycji książkowych z dziedziny periodontologii, które uzupełniono o siedem artykułów sprzed roku 2000, istotnych z perspektywy rozwoju teorii budowy przyzębia i rodzajów fenotypów. **Wyniki.** Przeprowadzona analiza piśmiennictwa pozwoliła na potwierdzenie zależności między fenotypem dziąsła a fenotypem tkanek twardych. Leczenie ortodontyczne powinno być zaplanowane z uwzględnieniem tych fenotypów. Cienki fenotyp często wymaga przeprowadzenia zabiegu chirurgicznego w celu pogubienia tkanek przed leczeniem ortodontycznym. U pacjentów z grubym fenotypem, u których ryzyko progresji recesji jest mniejsze, możliwa jest obserwacja w trakcie leczenia ortodontycznego i ewentualna korekta defektów po jego zakończeniu. **Wnioski.** Zaplanowanie i przeprowadzenie leczenia ortodontycznego jest niekiedy ograniczone budową tkanek przyzębia. Diagnostyka periodontologiczna przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego służy ocenie cech przyzębia, takich jak wysokość i jakość wyrostka zębodołowego oraz rodzaj fenotypu tkanek miękkich. Większość badań sugeruje poprawę fenotypu dziąsła przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, ale w przypadku każdego pacjenta decyzja powinna być podejmowana indywidualnie. (Szepietowska Z, Majdanik W, Górska R, Zadurska M, Plakwicz P. Diagnostyka i przygotowanie tkanek miękkich przed leczeniem ortodontycznym. *Forum Ortod* 2019; 15: 301-17)

Nadesłano: 06.07.2019

Przyjęto do druku: 30.12.2019

**Słowa kluczowe:** fenotyp/biotyp dziąsła, leczenie ortodontyczne, grubość dziąsła, augmentacja tkanek miękkich

## Wstęp

Celem interdyscyplinarnego leczenia stomatologicznego jest uzyskanie długoczasowej poprawy stanu tkanek twardych i miękkich jamy ustnej. Sukces działań z zakresu estetycznej stomatologii zachowawczej, protetyki, implantologii i ortodoncji w znacznym stopniu jest uzależniony od budowy tkanek twardych, tj. kości (struktura, kształt wyrostka zębodołowego), zębów (kształt, procesy wyrzynania, ustawienie w łuku) oraz miękkich (fenotyp dziąsła). Cechy przyzębia mają istotny wpływ na ostateczny wynik leczenia. W zależności od fenotypu dziąsła można się spodziewać odmiennych reakcji na parafunkcje, stan zapalny, leczenie stomatologiczne, a także na uraz (spowodowany np. nieprawidłową techniką szczotkowania lub ekstrakcją zęba) (1). Bardziej przewidywalne wyniki leczenia są osiągane u pacjentów z grubym fenotypem dziąsła. Współczesna chirurgia periodontologiczna umożliwia zmianę/poprawę

**methods.** Using the PubMed database, articles on orthodontic treatment and a gingival phenotype were found. Selected studies were analysed. This publication is based on reports from 57 papers from the years 2000–2019 and five books in the field of periodontology, supplemented by seven articles from before 2000, relevant to the development of a theory of periodontal anatomy and phenotypic types. **Results.** The analysis of literature allowed to confirm a relationship between a gingival phenotype and a phenotype of hard tissues. Orthodontic treatment should be planned taking these phenotypes into account. A thin phenotype often requires a surgical procedure to thicken tissue before orthodontic treatment. In patients with a thick phenotype, in whom the risk of recession progression is lower, it is possible to introduce observation during orthodontic treatment and to correct defects after its completion, if possible. **Conclusions.** Planning and conducting orthodontic treatment is sometimes limited by the structure of periodontal tissues. Periodontal diagnostics before the start of orthodontic treatment is used to assess periodontal features such as height and quality of the alveolar process and the type of a soft tissue phenotype. Most studies suggest improving the gingival phenotype before orthodontic treatment, but a decision should be made individually for each patient. (Szepietowska Z, Majdanik W, Górska R, Zadurska M, Plakwicz P. *Diagnosics and preparation of soft tissues before orthodontic treatment. Orthod Forum* 2019; 15: 301-17)

Received: 06.07.2019

Accepted: 30.12.2019

**Key words:** gingival phenotype/biotype, orthodontic treatment, gingival thickness, soft tissue augmentation

## Introduction

Interdisciplinary dental treatment aims to achieve long-term improvement of hard and soft tissues in the oral cavity. The success of activities in the field of conservative aesthetic dentistry, prosthetics, implantology and orthodontics is mostly dependent on the structure of hard tissues, i.e. bones (structure, shape of the alveolar process), teeth (shape, eruption processes, alignment in the arch) and soft tissues (gingival phenotype). Periodontal features significantly affect the final treatment outcomes. Depending on the gingival phenotype, different reactions can be expected to parafunctions, inflammation, dental treatment, as well as to traumas (caused, for example, by an incorrect brushing technique or tooth extraction) (1). More predictable treatment outcomes are achieved in patients with a thick gingival phenotype. Contemporary periodontal surgery allows for a change/improvement

*Diagnostics and preparation of soft tissues before orthodontic treatment*

fenotypu z cienkiego na pseudogrubym, czyli takim, który cechuje większą odporność tkanek miękkich. W zależności od wyjściowej charakterystyki miejsca zabiegowego (fenotyp dziąsła, położenie i rodzaj zęba, ewentualnie wyjściowa wysokość recesji) oraz nawyków higienicznych pacjenta możliwa jest zmiana fenotypu dziąsła przed lub po zakończeniu leczenia ortodontycznego.

**Cel**

Celem pracy jest przedstawienie problematyki fenotypów tkanek twardych i miękkich i ich wpływu na leczenie ortodontyczne oraz implikacji klinicznych i możliwych rozwiązań terapeutycznych w przypadku leczenia ortodontycznego przeprowadzanego z respektowaniem różnych rodzajów fenotypów.

**Materiał i metody**

Przeprowadzono przegląd piśmiennictwa, wykorzystując bazę PubMed (Medline) oraz zasoby Biblioteki Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego. W oparciu o słowa kluczowe, takie jak fenotyp/biotyp dziąsła, leczenie ortodontyczne, grubość dziąsła, augmentacja tkanek miękkich wybrano 57 prac z lat 2000–2019r. Kryteriami włączenia do analizy piśmiennictwa były:

- Oryginalne badania kliniczne prospektywne i retrospektywne.
- Prace o charakterze pogładowym.
- Przeglądy literatury (w tym systematyczne, narracyjne, metaanalizy).
- Opublikowane sprawozdania z badań klinicznych (uwzględniające eksperymentalne badania *in vitro* oraz na zwierzętach).
- Raporty z sympozjów towarzystw periodontologicznych i ortodontycznych – analizy prób klinicznych i serii przypadków.
- Wybrane rozdziały z książek naukowych dotyczące zagadnień zgodnych z celem niniejszej publikacji.
- Opublikowane prace doktorskie.

Kryteriami wykluczenia były:

- Prace dostępne tylko w formie abstraktów.
- Prace kazuistyczne.
- Badania nad augmentacją tkanek twardych lub/i miękkich przy brakujących zębach.

Literaturę uzupełniono o fundamentalne badania obcojęzyczne z II połowy XX wieku (7 artykułów), znacząco związane z rozwojem teorii fenotypów dziąsła oraz budowy przyzębia i wybrane rozdziały z 5 książek naukowych z dziedziny periodontologii.

**Fenotyp/ biotyp dziąsła**

W terminologii periodontologicznej pojawiają się trzy terminy określające zespół cech przyzębia: morfotyp (2), biotyp (3)

of the phenotype from thin to pseudo-thick, i.e. one that is characterised by higher resistance of soft tissues. Depending on the initial characteristics of a treatment site (gingival phenotype, location and type of tooth, or initial recession height) and the patient's hygiene habits, it is possible to change the gingival phenotype before or after orthodontic treatment.

**Aim**

The aim of this paper is to present problems of hard and soft tissue phenotypes and their influence on orthodontic treatment, as well as clinical implications and possible therapeutic solutions in case of orthodontic treatment performed with respect to different types of phenotypes.

**Material and methods**

A review of the literature was performed, using the PubMed (Medline) database and the resources of the library at the Medical University of Warsaw. Based on such keywords as gingival phenotype/biotype, orthodontic treatment, gingival thickness, soft tissue augmentation, 57 papers from 2000–2019 were selected. The criteria for inclusion in the literature review were as follows:

- Original prospective and retrospective clinical studies.
- Papers of a review character.
- Literature reviews (including systematic, narrative, meta-analyses).
- Published clinical study reports (including experimental *in vitro* and animal studies).
- Reports from symposia of periodontal and orthodontic associations – analyses of clinical trials and series of case reports.
- Selected chapters from academic books on issues consistent with the purpose of this publication.
- Published doctoral theses.

The exclusion criteria were as follows:

- Papers available only as abstracts.
- Case reports.
- Studies on augmentation of hard and/or soft tissues with missing teeth.

The literature was supplemented with pivotal studies in foreign languages from the second half of the 20th century (7 articles), significantly related to the development of the theory of gingival phenotypes and periodontium structure, and selected chapters from 5 academic books in the field of periodontology.

**Gingival phenotype/biotype**

In periodontal terminology, there are three terms used to define a set of periodontal features: morphotype (2), biotype (3) and phenotype (4). The first one refers to the variation of morphological traits, while the other two

i fenotyp (4). Pierwszy z nich odnosi się do zróżnicowania cech morfologicznych, natomiast dwa pozostałe uwzględniają również właściwości genetyczne (biotyp) i fizjologiczne (fenotyp), którym podlega dana tkanka. Obecnie postuluje się stosowanie terminu „fenotyp”, jako pełniej opisującego cechy tkanek przyzębia i kości.

### Rodzaje fenotypów dziąsła

Klasyfikacja fenotypu dziąsła jest oparta o cechy morfologiczne kości, zębów i tkanek miękkich przyzębia. Morfologia dziąsła jest uwarunkowana kształtem kości wyrostka zębodołowego (5), procesem wyrzynania oraz kształtem i ustawieniem zębów w łuku zębowym (4). W odniesieniu do morfotypu kości wyrostka zębodołowego używa się trzech określeń: „płaski”, „wysklepiony”, „wysoko wysklepiony”. Te terminy odnoszą się do różnicy poziomu brzegu kości mierzonego w przestrzeniach międzyzębowych i brzeźnie po stronie przedstonkowej. W typie płaskim średnia odległość pomiędzy tymi punktami wynosi do 2,1 mm, w typie wysklepionym między 2,1 mm a 2,8 mm, a w typie wysoko wysklepionym średnio 4,1 mm. Oznacza to, że w pierwszym typie brzeg dziąsła leży w obrębie szkliva korony zęba, a w typie wysklepionym i wyraźnie wysklepionym umiejscawia się na poziomie CEJ (Cemento-Enamel Junction) lub nawet cementu korzeniowego (6). Becker i wsp. wykazali, że wysoko wysklepiony typ kości jest bardziej narażony na ryzyko występowania dehiscencji i fenestracji kostnych (6).

Prawidłowe dziąsło cechuje harmonijny przebieg girlandy dziąsłowo-kostnej. Szczyt wyrostka zębodołowego leży około 0,5–1,9 mm poniżej połączenia szklivno-cementowego, a przebieg girlandy dziąsłowej go odwzorowuje. Dziąsło ma zdrową, różową i zbitą strukturę. W odniesieniu do grubości dziąsła wyróżnia się zazwyczaj dwa typy: cienki i gruby (4). W 1989 roku Siebert i Lindhe sklasyfikowali i nazwali po raz pierwszy biotypy dziąsła: gruby-płaski (powyżej 2 mm) oraz cienki-wysklepiony (poniżej 1,5 mm) (7). Ponadto zauważono, że płaskiemu morfotypowi kości towarzyszy zwykle gruby biotyp dziąsła, a wysklepionemu morfotypowi kości – cienki biotyp dziąsła (8). Gruby biotyp przyzębia charakteryzuje się płaskim ukształtowaniem tkanek miękkich i kości wyrostka zębodołowego oraz grubą blaszką wargową. Dziąsło jest zbite, grube, o szerokiej strefie dziąsła zrogowaciałego (min. 5 mm), niższych, ale grubszych brodawkach dziąsłowych (4,5 mm grubości) i głębszych szczelinach dziąsłowych (9, 10). W przypadku cienkiego biotypu przyzębia obserwujemy wyraźnie zaznaczoną girlandę dziąsłową, delikatne, cienkie tkanki miękkie, wyższe i cieńsze brodawki dziąsłowe (ok. 3,8 mm grubości) i wąską strefę (max 3,5 mm) lub brak dziąsła zrogowaciałego oraz płytkie szczeliny dziąsłowe (11, 12).

Liczne badania wykazują zależność pomiędzy kształtem zębów siecznych a biotypem dziąsła (2, 3, 4, 6). Osoby o wąskich, długich, trójkątnych koronach zębów i punktach stycznych o małej powierzchni, ulokowanych blisko brzegu

also take into account genetic (biotype) and physiological (phenotype) properties to which a given tissue is subject. Currently, it is postulated to use the term “phenotype” because it is a more precise description of features of periodontal tissues and bones.

### Types of gingival phenotypes

The classification of a gingival phenotype is based on the morphological characteristics of bones, teeth and soft tissues of the periodontium. The gingival morphology is determined by the shape of the alveolar bone (5), the process of eruption and the shape and alignment of teeth in the dental arch (4). Three terms are used to describe a morphotype of the alveolar process bone: “flat”, “scalloped”, “pronounced scalloped”. These terms refer to a difference between the level of the bone margin measured in interdental spaces and the margin on the vestibular side. In the flat type, the average distance between these points is up to 2.1 mm, in the scalloped type between 2.1 mm and 2.8 mm, and in the pronounced scalloped type it is 4.1 mm on average. It means that in the first type, the gingival margin lies within the enamel of a dental crown, and in the scalloped and pronounced scalloped types, it is placed at the level of CEJ (cementoenamel junction) or even root cement (6). Becker et al. have shown that a pronounced scalloped type is at higher risk of bone dehiscence and fenestration (6).

Normal gingiva is characterised by a harmonious course of the gingival and bone scallop. The apex of the alveolar process is positioned about 0.5–1.9 mm below the cementoenamel junction and it is reflected by the course of the gingival scallop. The gingiva has a healthy, pink and compact structure. With regard to the gingival thickness, two types are usually distinguished: thin and thick (4). In 1989, Siebert and Lindhe classified and named gingival biotypes for the first time: thick-flat (above 2 mm) and thin-scalloped (below 1.5 mm) (7). Moreover, it was noted that a flat bone morphotype was usually accompanied by a thick gingival biotype, and a scalloped bone morphotype by a thin gingival biotype (8). A thick periodontal biotype is characterised by flatly shaped soft tissues and alveolar process bones and a thick labial plate. The gingiva is compact, thick, with a wide area of keratinised tissue (min. 5 mm), lower but thicker gingival papillae (4.5 mm thick) and deeper gingival fissures (9, 10). In the case of a thin periodontal biotype, we observe a clearly marked gingival scallop, delicate, thin soft tissues, higher and thinner gingival papillae (approx. 3.8 mm thick) and a narrow zone (max. 3.5 mm) or absence of keratinised tissue and shallow gingival fissures (11, 12).

Numerous studies demonstrate a relationship between the shape of incisors and a gingival biotype (2, 3, 4, 6). Individuals with narrow, long, triangular dental crowns

*Diagnostics and preparation of soft tissues before orthodontic treatment*

siecznego, mają względnie cienki biotyp przyzębia. Natomiast u osób, u których kształt zębów jest zbliżony do kwadratu, a szerokie punkty stykowe są usytuowane bardziej dowierzchołkowo, częściej występuje gruby biotyp dziąsła. Osoby z cienkim biotypem dziąsła są bardziej predysponowane do wystąpienia recesji, w porównaniu z osobami z grubym biotypem (3). Częściej również obserwuje się u nich utratę przyczepu łącznotkankowego oraz krwawienie dziąseł (13).

Parametry morfometryczne dziąsła wykazują znaczną zmienność osobniczą. Nawet u tego samego pacjenta mogą różnić się w szczęce i w żuchwie i zależnie od rodzaju zęba. W badaniach Müllera i wsp. udowodniono, że w szczęce występuje grubsze dziąsło niż w żuchwie, czego jednak nie potwierdzają badania Vandana i wsp. (9, 14). Ponadto wnioskowano, że cieńsze dziąsło jest obserwowane w okolicy zębów siecznych i kłów w szczęce oraz pierwszego zęba trzonowego w żuchwie (9). Z kolei DeRouk i wsp. zauważyli, że wśród osób z grubym biotypem dziąsła, około 50% charakteryzowało się smukłym kształtem zębów, wąską strefą dziąsła zrogowaciałego i wysoko wysklepionym wyrostkiem zębodołowym (12). Według jednych autorów gruby fenotyp dziąsła jest spotykany u około 85% populacji, natomiast cienki – u 15% (3). Inni natomiast wykazali, że obecność fenotypu cienkiego można stwierdzić aż u 30% badanych (15). W związku z tym, że około 1/3 populacji nie może być zakwalifikowana do żadnego z popularnie definiowanych biotypów, zaproponowano wprowadzenie trzeciego rodzaju biotypu dziąsła – „normalnego” (4). Uważa się, że na zmienność w tym zakresie może mieć wpływ przynależność rasowa, uwarunkowania genetyczne, wiek (im młodszy wiek, tym grubsze dziąsło) i płeć (14). Rasool i wsp. wykazali, że u kobiet 4,2 razy częściej obserwowany jest cienki biotyp przyzębia niż u mężczyzn i pięciokrotnie częściej cienkie dziąsło występuje w okolicy zębów siecznych w żuchwie (16).

Fenotyp przyzębia, typ i kształt korony zęba mają znaczący wpływ na możliwość pojawienia się recesji w efekcie leczenia ortodontycznego. Przemieszczanie zęba blisko lub poza językową bądź wargową blaszkę zbitą wyrostka zębodołowego prowadzi do wtórnego ścięnięcia fenotypu przyzębia i zwiększenia ryzyka powstania recesji dziąsła (17). Podczas ortodontycznego przesuwania zębów dochodzi do remodelingu kości z resorpcją po stronie, w którą następuje ruch. W konsekwencji prowadzi to do redukcji objętości blaszki kostnej (18). Wynikiem tego procesu jest powstanie dehiscencji lub fenestracji kostnych i dowierzchołkowej migracji brzegu dziąsłowego (recesji dziąsła) (19).

**Pomiary parametrów tkanek miękkich**

W celu przeprowadzenia przewidywalnego i bezpiecznego leczenia ortodontycznego należy już na etapie planowania ruchów ortodontycznych wziąć pod uwagę określenie fenotypu dziąsła. Wskazane jest wykonanie pomiarów parametrów przyzębia, ocenienie jakości wyrostka zębodołowego,

and contact points of a small area, located close to incisal edges, have a relatively thin periodontal biotype. On the other hand, people whose teeth shape is square-like and extensive contact points are located more apically, are more likely to have a thick gingival biotype. Individuals with a thin gingival biotype are more predisposed to recession than those with a thick biotype (3). They are also more often at risk of connective tissue attachment loss and gingival bleeding (13).

Morphometric parameters of the gingiva show significant individual variability. Even in the same patient they may differ in the maxilla and mandible, and depending on the type of tooth. In their studies, Müller et al. showed that the maxillary gingiva is thicker compared to the mandibular one, but studies by Vandana et al. do not confirm that (9, 14). In addition, it was concluded that thinner gingiva was observed near incisors and canines in the maxilla and first mandibular molar (9). On the other hand, DeRouk et al. noticed that among people with a thick gingival biotype, about 50% were characterised by a slender tooth shape, a narrow zone of the keratinised tissue and a highly scalloped alveolar process (12). According to some authors, a thick gingival phenotype is found in about 85% of the population and a thin one – in 15% (3). However, other authors showed that the presence of a thin phenotype could be demonstrated in as much as 30% of subjects (15). Because about 1/3 of the population cannot be qualified into any of the commonly defined biotypes, the third type of a gingival biotype – “normal” one (4) – has been proposed. Variability in this area is thought to be affected by race, genetic conditions, age (the younger the age, the thicker the gingiva) and sex (14). Rasool et al. have shown that women are 4.2 times more likely to have a thin periodontal biotype than men, and thin gingiva is five times more likely to be present near mandibular incisors (16).

A periodontal phenotype, type and shape of a dental crown have a significant impact on the development of recession as a result of orthodontic treatment. Movement of a tooth close to or outside the lingual or labial compact plate of the alveolar process leads to secondary thinning of a periodontal phenotype and an increased risk of gingival recession (17). During orthodontic tooth movement, there is bone remodelling with resorption on the side where the movement takes place. As a consequence, this leads to a reduced volume of the bone plate (18). This process results in the formation of bone dehiscences or fenestrations and apical migration of the gingival margin (gingival recession) (19).

**Measurements of soft tissue parameters**

In order to perform predictable and safe orthodontic treatment, the gingival phenotype should be determined already at the stage of planning orthodontic movements.

określenie kształtu (wysokość i szerokość) koron zębów i ich pozycji w łuku. W klasycznym badaniu periodontologicznym określa się stan przyzębia przez pomiary głębokości szczelin dziąsłowych (PPD), ocenę poziomu brzoza dziąsłowego (GM), klinicznego położenia przyczepu łącznotkankowego (CAL), krwawienia podczas sondowania szczelin oraz ocenę obecności złogów nazębnych. Umożliwia to wykrycie stanu zapalnego oraz recesji, zanim podejmie się aktywne działania ortodontyczne (2).

Ocenę jakości kości wyrostka zębodołowego przeprowadza się w oparciu o sondowanie przez tkanki miękkie do kości oraz badania rentgenowskie (ortopantomogram, rtg zębowe techniką kąta prostego). Badania umożliwiają wykrycie defektów kostnych i określenie wysokości wyrostka zębodołowego. Ograniczeniem tych metod jest brak możliwości prawidłowej oceny defektów na powierzchni wargowej, językowej i podniebiennej oraz niedoszacowanie stopnia zaawansowania ubytków kostnych (20). Te okolice można zbadać dzięki zastosowaniu tomografii metodą wiązki stożkowej (CBCT) (21).

Określenie fenotypu dziąsła opiera się na pomiarze szerokości i grubości dziąsła zrogowaciałego. O ile szerokość dziąsła można w prosty sposób zmierzyć sondą periodontologiczną, o tyle pomiar grubości dziąsła wymaga zastosowania bardziej zaawansowanych metod. Do metod inwazyjnych zalicza się bezpośrednio sondowanie dziąsła, analogicznie do metody sondowania kości. Jest ono przeprowadzane w znieczuleniu miejscowym przy użyciu narzędzia kanałowego (spreadera lub pilnika i miarki endodontycznej), sondy periodontologicznej albo igły z markerem endodontycznym służącym do oznaczenia głębokości penetrowania narzędzia przez dziąsło do kości (22). W celu nakłucia dziąsła u podstawy szczeliny dziąsłowej na powierzchni przedsionkowej Olsson i Lindhe (2) posługiwali się igłą z endostopem. Claffley i wsp. przyjęli, że grubość dziąsła zmierzona tą techniką o wartości < 1,5 mm jest klasyfikowana jako cienki biotyp, a grubość > 2 mm – jako gruby biotyp dziąsła (13). Wadą tej metody jest jej inwazyjny charakter, konieczność odpowiedniego ustawienia narzędzia (prostopadle do powierzchni dziąsła), ograniczenia wynikające z dokładności sondy lub miarki (dokładność do 0,5 mm) oraz odkształcenie tkanki podczas sondowania (19). Jej zaletami są natomiast dostępność i relatywna łatwość techniczna oraz niskie koszty stosowania.

Wśród metod nieinwazyjnych należy wymienić ocenę wizualną, test prześwitywania sondy periodontologicznej (TRAN), badanie ultrasonograficzne (USG), RTG i tomografię komputerową (CBCT). Ocenie wizualnej podlega tekstura dziąsła, wysklepienie girlandy dziąsłowej, kształt zębów i ich ustawienie w łuku zębowym. Eghbali i wsp. wykazali wysoką skuteczność metody wizualnej w rozpoznawaniu grubego dziąsła, ale tylko 50% skuteczności przy ocenie cienkiego typu dziąsła (22).

It is recommended to measure periodontal parameters, assess the alveolar process quality, determine the shape (height and width) of dental crowns and their positions in the arch. During a classical periodontal examination, the periodontal condition is determined by measuring the pocket probing depth (PPD), assessing the level of the gingival margin (GM), a clinical position of the clinical attachment level (CAL), bleeding on probing and the presence of dental deposits. As a result, it is possible to detect inflammation and recession before active orthodontic activities are taken (2).

Assessment of the alveolar process bone quality is based on probing through soft tissues to the bone and X-ray examination (panoramic radiograph, right angle dental x-ray). Such tests allow to detect bone defects and determine the alveolar process height. Limitations of these methods include the inability to assess defects on labial, lingual and palatal surfaces properly and the underestimation of a degree of skeletal defects (20). These areas can be examined using cone-beam computed tomography (CBCT) (21).

The determination of a gingival phenotype is based on the measurement of the width and thickness of the keratinised tissue. While gingival width can easily be measured with a periodontal probe, gingival thickness measurement requires more advanced methods. Invasive methods include direct gingival probing, which is similar to bone probing. It is performed under local anaesthesia using a root canal tool (a spreader or file and endodontic gauge), a periodontal probe or a needle with an endodontic marker to mark the depth of tool penetration through the gingiva to the bone (22). Olsson and Lindhe (2) used a needle with endostop to puncture the gingiva at the base of a gingival fissure on the vestibular surface. Claffley et al. assumed that when measured with this technique, the gingival thickness < 1.5 mm is a thin biotype, and thickness > 2 mm – a thick gingival biotype (13). The disadvantage of this method is its invasive nature, the need to position a tool appropriately (perpendicularly to the gingival surface), limitations due to the accuracy of a probe or gauge (accuracy up to 0,5 mm) and the deformation of tissue while probing (19). Its advantages include availability and relative technical ease and low costs of use.

Non-invasive methods include a visual assessment, periodontal probe transparency method (TRAN), ultrasound examination, X-ray and computed tomography (CBCT). A visual assessment includes an assessment of the gingival structure, gingival scalloping, the shape of teeth and their alignment in the dental arch. Eghbali et al. demonstrated high efficacy of the visual method in recognising thick gingiva, but only 50% efficacy in evaluating a thin gingival type (22).

*Diagnostics and preparation of soft tissues before orthodontic treatment*

Metoda TRAN jest techniką, w której sondę periodontologiczną kalibrowaną do 1 mm umieszcza się w szczelinie dziąsłowej prostopadle do jej dna. Jeśli sonda prześwituje przez wolny brzeg dziąsła, to rozpoznawany jest cienki fenotyp dziąsłowy. Natomiast brak prześwitywania decyduje o zakwalifikowaniu dziąsła do grubego fenotypu (23). Badanie to jest łatwe i szybkie do wykonania. Niskie koszty i wiarygodność (85% zgodnych pomiarów wykonywanych przez dwóch różnych klinicystów) decydują o tym, że jest metodą chętnie stosowaną przez lekarzy (12). Ocenie podlega tu jednak głównie wolny brzeg dziąsła, nie zaś dziąsło związane ani kość wyrostka zębodołowego.

W celu oceny grubości dziąsła zastosowanie znalazły także urządzenia ultrasonograficzne. Metoda ultrasonograficzna znajduje swoich zwolenników ze względu na nieinwazyjny charakter, dużą dokładność (do 0,1 mm), jak również wiarygodność wyników, szczególnie w zakresie grubości dziąsła od 0,5 do 4 mm (24, 25). Do wad tej metody zaliczamy trudność w ustawieniu głowicy prostopadle do tkanek (co powoduje błędy pomiarowe i wymaga dużego doświadczenia w obsłudze urządzenia), a także wysoki koszt i ograniczoną powtarzalność i odtwarzalność pomiaru w danym punkcie (10).

Oceny radiologicznej tkanek miękkich można dokonać na zdjęciach bocznych twarzoczaszki przy zastosowaniu fragmentu folii ołowianej nałożonej na dziąsło po stronie wargowej (26), jak również na trójwymiarowych skanach tomografii komputerowej. Pomimo wysokich kosztów urządzenia oraz dawki promieniowania rentgenowskiego wyższej niż w przypadku zdjęć pantomograficznych oraz bocznych czaszki, szerokie zastosowanie w stomatologii zyskuje tomografia komputerowa wiązki stożkowej (CBCT). Z diagnostycznego punktu widzenia CBCT cechuje wysoka czułość i dokładność, łatwość obsługi, relatywnie mało artefaktów obrazowania oraz wysoka powtarzalność (21).

### **Przygotowanie tkanek miękkich do leczenia ortodontycznego**

Informacje o wysokości i jakości wyrostka zębodołowego oraz rodzaju fenotypu tkanek miękkich, pozyskane w wyniku dokładnej diagnostyki, są wskazówką umożliwiającą zaplanowanie, czy i w jakim zakresie może być przeprowadzone ekspansywne leczenie ortodontyczne. Na podstawie zebranych danych można podjąć decyzję o włączeniu do planu leczenia procedur z zakresu chirurgii periodontologicznej, takich jak poszerzanie strefy dziąsła zrogowaciałego, pogrubienie fenotypu dziąsła lub chirurgiczne leczenie recesji dziąsłowych.

### **Poszerzanie strefy dziąsła zrogowaciałego (KT – Keratinised Tissue)**

Szerokość dziąsła zrogowaciałego zwiększa się wraz z wiekiem w wyniku procesów dojrzewania i wzrostu organizmu (zwłaszcza obszaru szczęki i żuchwy), wyrzynania

The TRAN method is a technique in which a periodontal probe calibrated to 1 mm is placed in a gingival fissure perpendicularly to its bottom. If the probe is visible through the free gingival margin, a thin gingival phenotype is diagnosed. Lack of transparency, on the other hand, determines that gingiva is classified as a thick phenotype (23). This test is easy and quick to perform. Low costs and reliability (85% of consistent measurements performed by two different clinicians) make it a popular method for doctors (12). However, mainly the free gingival margin is assessed here, and not the attached gingiva or alveolar process bone.

In order to assess the gingival thickness, ultrasound devices are also used. Some researchers support the ultrasound method because of its non-invasive character, high accuracy (up to 0.1 mm) as well as the reliability of results, especially regarding the gingival thickness ranging from 0.5 to 4 mm (24, 25). Disadvantages of this method include the difficulty of positioning the head perpendicularly to tissues (which causes measurement errors and requires previous experience in handling the device), as well as high costs and limited repeatability and reproducibility of a measurement at a given point (10).

Radiological evaluation of soft tissues can be performed on lateral cephalograms using a piece of lead foil applied to the gingiva on the labial side (26), as well as on 3D CT scans. Despite the high costs of the equipment and a higher dose of X-rays compared to panoramic radiographs and lateral cephalograms, CBCT is widely used in dentistry. From a diagnostic point of view, CBCT is characterised by high sensitivity and accuracy, ease of use, relatively few imaging artefacts and high repeatability (21).

### **Preparation of soft tissues for orthodontic treatment**

Information about the height and quality of the alveolar process and a type of a soft tissue phenotype, obtained as a result of a thorough diagnosis, is an indication of whether and to what extent expansive orthodontic treatment may be performed. Based on the collected data, it can be decided to include periodontal surgery procedures such as keratinised tissue widening, gingival phenotype thickening or surgical treatment of gingival recession in the treatment plan.

### **Keratinised Tissue (KT) widening**

The width of the keratinised tissue increases with age as a result of maturation and growth of the body (especially in the area of the maxilla and mandible), the eruption of permanent teeth and passive eruption associated with abrasion of tooth surfaces (27). It is nowadays considered that the presence of a minimum zone of attached gingiva is not necessary to maintain healthy periodontium, but only on the condition that there is no accumulation of

zębów stałych oraz biernego wyrzynania związanego ze ścieraniem się powierzchni zębów (27). Współcześnie uważa się, że obecność minimalnej strefy dziąsła związanego nie jest konieczna dla utrzymania zdrowego przyzębia, ale tylko pod warunkiem, że nie dochodzi do akumulacji płytki bakteryjnej, zęby nie wymagają wypełnień przydziąsłowych lub wydatnego kształtu korzenia w okolicy szyjki zęba. Jeśli warunki te nie są spełnione, wówczas zaleca się, aby była zachowana przynajmniej 2-milimetrowa strefa dziąsła zrogowaciałego (1 mm dziąsła związanego plus 1 mm dziąsła wolnego) (28).

Augmentacja dziąsła poprawia jego odporność na uraz mechaniczny oraz bakterie obecne w płytce nazębnej i ich enzymy. Augmentacja jest wskazana w celu umożliwienia pacjentowi prawidłowego przeprowadzania zabiegów higienicznych (szczotkowanie, nitkowanie) w przypadku płytkiego przedsonka jamy ustnej. Odrywanie brzegu dziąsła spowodowane napięciem funkcjonalnym mięśni i błony śluzowej doprowadza do zwiększonej akumulacji płytki bakteryjnej i wzrostu ryzyka infekcji. Zmniejsza się wówczas odporność dziąsła brzeźnego i łatwiej dochodzi do utraty przyczepu nabłonkowego i recesji tkanek miękkich (29). Ochrona przed pojawieniem się recesji lub ograniczenie pogłębiania się już istniejących recesji, szczególnie przed planowanym leczeniem ortodontycznym, protetycznym lub zachowawczym, są wskazaniem do poszerzenia strefy dziąsła zrogowaciałego (30).

Przez wiele lat wypracowano skuteczne techniki poszerzania strefy dziąsła zrogowaciałego. Wykorzystuje się przeszczepy uszypułowane oraz techniki płatowe i wolne przeszczepy tkanki łącznej lub wszczepy substytutów tkankowych (30, 31, 32). Wśród stosowanych metod poszerzania strefy dziąsła wymienia się:

1. wolny nabłonkowo-łącznotkankowy przeszczep błony śluzowej z podniebienia-FGG;
2. przeszczepy podnabłonkowej tkanki łącznej z podniebienia, okolicy guza szczęki, a także okolicy zatrzonowcowej - CTG;
3. uszypułowane przeszczepy tkanek miękkich (11);
4. przeszczepy substytutów tkankowych (30, 31), a wśród nich:
  - alloprzeszczepy (ludzkiego pochodzenia - homologiczne), np. przeszczep bezkomórkowej matrycy skóry ludzkiej Alloderm (ADM - Acellular Dermal Matrix) (33) lub przeszczep powięzi szerokiej uda (34);
  - ksenoprzeszczepy (pochodzenia od innego gatunku - heterologiczne), np. błony na bazie kolagenu typu I i III, takie jak przeszczep bezkomórkowej skóry świńskiej np. Mucoderm (PADM - Porcine Acellular Dermal Matrix) lub błony podśluzowej jelita cienkiego świń, np. DynaMatrix (ECM - Extracellular Matrix Membrane) (35), ksenogenne siatki kolagenowe

a bacterial plaque, teeth do not require fillings near gingivae or there is a prominent root shape around a tooth neck. If these conditions are not met, then it is recommended to maintain at least 2-mm keratinised tissue zone (1 mm of attached gingiva plus 1 mm of free gingiva) (28).

Gingival augmentation improves its resistance to mechanical traumas and bacteria present in a dental plaque and their enzymes. Augmentation is indicated because it allows a patient to perform hygienic procedures (brushing, flossing) correctly when the oral vestibule is shallow. Gingival margin tearing caused by functional tension of muscles and mucous membrane leads to increased accumulation of a bacterial plaque and an increased risk of infection. This reduces the resistance of the marginal gingiva, and the epithelial attachment loss and soft tissue recession develop easier (29). Protection against recession or slowing down existing recessions, especially before planned orthodontic, prosthetic or conservative treatment, is an indication for keratinised tissue widening (30).

For many years, effective techniques have been developed to widen the keratinised tissue. Pedunculated grafts, flap techniques and free connective tissue grafts or tissue substitute grafts can be used (30, 31, 32). Among the methods used to widen the gingival zone the following can be listed:

1. a free epithelial-connective tissue graft from the palatal mucous membrane - FGG;
2. subepithelial connective tissue grafts from the palate, the area of the maxillary tuberosity and also the area behind molars - CTG;
3. pedunculated soft tissue grafts (11);
4. tissue substitute grafts (30, 31), including:
  - allografts (of human origin - homologous), e.g. Alloderm (Acellular Dermal Matrix, ADM) (33) or fascia lata graft (34);
  - xenografts (of other species origin - heterologous), e.g. type I and III collagen-based membranes, such as Mucoderm (Porcine Acellular Dermal Matrix, PADM) or porcine small intestinal submucosal grafts, e.g. DynaMatrix (Extracellular Matrix Membrane, ECM) (35), xenogeneic collagen matrices (Bilayer Collagen Matrix, BCM) that are pure, e.g. Mucograft membrane, sponge, gel, or compound (36, 37, 30),
  - synthetic tissue bioengineering products, e.g. natural skin substitutes populated with living fibroblasts (Living Cellular Construct, LCC), such as Apligraph (a bovine collagen mesh containing allogeneic fibroblasts, keratinocytes and extracellular proteins), Dermagraft (biodegradable polyglactin mesh containing



*Diagnostics and preparation of soft tissues before orthodontic treatment*

(BCM – Bilayer Collagen Matrix) czyste, np. Mucograft membrana, gąbka, żel lub złożone (36, 37, 30),

- syntetyczne produkty bioinżynierii tkankowej, czyli np. naturalne substytuty skóry zasiedlane żywymi fibroblastami (LCC – Living Cellular Construct), takie jak Apligraf (siatka kolagenowa wołowa zawierająca allogeniczne fibroblasty, keratynocyty i białka pozakomórkowe), Dermagraft (biodegradowalna poliglaktynowa siatka zawierająca żywe fibroblasty, keratynocyty i białka pozakomórkowe) (38, 39, 30), siatki pochodzenia fibrynowego (40), siatki złożone z polimerów syntetycznych lub biopolimerów (41), siatki hybrydowe posiadające architekturę biomimetyczną, która wpływa na zasiedlanie i wzrost odpowiednich komórek więzadła przyzębnego i kości (42).

Spośród wymienionych materiałów stosowanych do poszerzenia strefy dziąsła przyczepionego złotym standardem jest przeszczep własnej tkanki łącznej, najczęściej z podniebienia, przykrytej płatem uszypułowanym. Uzyskiwane wyniki są najbardziej przewidywalne, jeśli chodzi o efekt terapeutyczny (pokrycie odsłoniętych korzeni) i estetyczny (dopasowanie przeszczepianych tkanek do tkanek w miejscu biórczym pod względem struktury powierzchni i barwy). Natomiast osiągnięcia inżynierii tkankowej są obiecujące jako alternatywa dla tkanki miękkiej z podniebienia w przypadku jej niewystarczającej ilości oraz w celu zmniejszenia dyskomfortu pacjenta związanego z wytworzeniem drugiego miejsca zabiegowego na podniebieniu. Niezależnie od techniki poszerzenie dziąsła jest stabilne długoczasowo tylko pod warunkiem utrzymywania optymalnej higieny (11, 30).

### **Zmiana fenotypu dziąsła**

Specyficzne cechy fenotypu, jakie możemy zaobserwować w obszarze dziąsła wyrostków zębodołowych szczęki oraz części zębodołowej żuchwy odnoszą się także do obszaru błony śluzowej podniebienia (9). Przy cienkim fenotypie obserwujemy występowanie mnogich recesji dziąseł i cienkiej tkanki podniebienia. Ma to istotne znaczenie przy wyborze techniki chirurgicznego pogrubienia dziąsła lub pokrywania recesji.

Pogrubienie fenotypu jest często wskazane przy zabiegach implantacji, regeneracji kości, a także przed leczeniem ortodontycznym, ponieważ cienki biotyp dziąsła jest bardziej podatny na uraz. Grubość dziąsła ma istotne znaczenie szczególnie dla zachowania brodawki dziąsłowej po implantacji, przeciwdziałania recesjom oraz skutecznej regeneracji periodontologicznej (3, 10, 12). Liczne badania dowodzą, że istnieje zależność pomiędzy grubością płata i efektami periodontologicznych procedur chirurgicznych, jak np. możliwość uzyskania całkowitego pokrycia recesji (10, 1). Dowiedziono, że im grubszy płat, tym bardziej

living fibroblasts, keratinocytes and extracellular proteins) (38, 39, 30), meshes of fibrin origin (40), meshes composed of synthetic polymers or biopolymers (41), hybrid meshes having a biomimetic architecture that affects colonisation and growth of respective cells of the periodontal ligament and bone (42).

Regarding the materials mentioned above that are used to widen the attached gingiva, a gold standard is a graft of the patient's connective tissue, most often from the palate, covered with a pedunculated flap. The results obtained are the most predictable in terms of therapeutic outcomes (coverage of exposed roots) and aesthetic outcomes (matching of transplanted tissues with those in the recipient site in terms of surface structure and colour). On the other hand, achievements of tissue engineering are promising as an alternative to palatal soft tissue in case of its insufficient amount and they reduce the patient's discomfort associated with creating a second treatment site on the palate. Regardless of the technique, the gingival expansion is only stable in the long term if optimum hygiene is maintained (11, 30).

### **Changing a gingival phenotype**

Specific phenotypic features that can be observed in the gingival area of the maxillary alveolar processes and the mandibular alveolar part also apply to the palatal mucosa (9). In case of a thin phenotype, multiple gingival recessions and thin palatal tissue are present. This is important when choosing a surgical technique to thicken the gingiva or cover a recession.

Phenotype thickening is often recommended for implantation procedures, bone regeneration and also before orthodontic treatment because a thin gingival biotype is more susceptible to injuries. Gingival thickness is particularly important for preserving a gingival papilla after implantation, preventing recessions and for effective periodontal regeneration (3, 10, 12). Numerous studies show that there is a relationship between the thickness of a flap and the effects of periodontal surgical procedures, such as the possibility of achieving complete coverage of a recession (10, 1). It has been shown that the thicker the flap, the more predictable treatment outcomes, the greater the resistance to mechanical traumas, the better the blood supply to the gingiva, and thus the easier the healing. Flap tension and postoperative wound stability play an important role in the healing process and in keeping the flap in the coronal position (43). When a connective tissue graft is additionally placed under the flap, it results in a further increase in the thickness of marginal gingiva and stable effects of root surface coverage (44). Baldi et al. proved that the minimum flap thickness needed to obtain predictable outcomes in covering a recession was

przewidywalny wynik leczenia, większa odporność na uraz mechaniczny, lepsze ukrwienie dziąsła, a przez to łatwiejsze gojenie. Napięcie płata i stabilność rany pooperacyjnej odgrywają istotną rolę podczas procesu gojenia i utrzymania płata w pozycji dokoronowej (43). Dodatkowe umieszczenie pod płatem przeszczepu łącznotkankowego skutkuje dalszym zwiększeniem grubości dziąsła brzeżnego i stabilnością efektu pokrycia powierzchni korzeni (44). Baldi i wsp. udowodnili, że minimalna grubość płata potrzebna do uzyskania przewidywalnych wyników w pokrywaniu recesji wynosi 0,8 mm (45). W przypadku, gdy tkanki podniebienia nie gwarantują wymaganej grubości przeszczepu stosuje się wspomniane substytuty tkankowe. Na przestrzeni lat zaproponowano szereg technik wprowadzania przeszczepu w miejsce biorcze:

1. Przeszczep podnabłonkowej tkanki łącznej (CTG), w połączeniu z technikami płata uszypułowanego:
  - a. dokoronowego przesunięcia płata (CAF) + CTG wg Langer & Langer, wg Bruno (46) oraz późniejsze modyfikacje polegające na unikaniu cięć pionowych (Zucchelli & De Sanctis) (47);
  - b. bocznego przesunięcia płata (LPF) + CTG (48);
  - c. podwójnego bocznie przesuniętego płata uszypułowanego + CTG (49).
2. Przeszczep podnabłonkowej tkanki łącznej, wraz z technikami minimalnie inwazyjnymi:
  - a. technika koperty nadokostnowej wg Raetzke + CTG (50);
  - b. technika tunelowa wg Allena (51).

Dalsze modyfikacje techniki tunelowej znacznie poszerzyły wskazania zabiegowe. Umożliwiają pokrycie głębszych i szerszych recesji mnogich z towarzyszącą wąską strefą dziąsła związanego przez większą mobilizację dokoronową płata, przy zachowaniu możliwie najlepszego jego ukrwienia i ochronie brodawek międzyzębowych. W badaniach Rebele i wsp. średni wzrost grubości dziąsła po zastosowaniu techniki tunelowej w połączeniu z przeszczepem CTG wyniósł do 1,63 mm po 12 miesiącach (44).

Spośród biomateriałów zastosowanie znalazły preparaty zawierające szereg czynników wzrostu stanowiących o regeneracji tkanek przyzębia, głównie Emdogain (EMD) i fibryna bogatopłytkowa (PRF). EMD (Enamel Matrix Derivative) jest preparatem na bazie białek pochodnych matrycy szkliska, pozyskiwanym z zawiązków zębów prosiąt. Głównymi składnikami EMD są białka frakcji amelogenin, które stymulują regenerację kości, bezkomórkowego cementu korzeniowego i włókien więzadła przyzębnego (11). Inne składniki EMD wykazują aktywność podobną do czynnika wzrostu TGF- $\beta$  (Transforming Growth Factor  $\beta$ ) i białek typu BMP (Bone Morphogenetic Protein) odpowiedzialnych za różnicowanie i proliferację komórkową oraz kościotworzenie (52). W badaniu eksperymentalnym na psach Al-Hezaimi i wsp. udowodnili znaczne pogrubienie (około 1,76 mm)

0.8 mm (45). In cases where palatal tissues do not guarantee the required graft thickness, tissue substitutes mentioned earlier are used. Over the years, a number of techniques have been proposed for introducing a graft in the recipient site:

1. Subepithelial connective tissue graft (CTG) in combination with pedunculated flap techniques:
  - a. coronally advanced flap (CAF) + CTG according to Langer & Langer, according to Bruno (46) and subsequent modifications to avoid vertical incisions (Zucchelli & De Sanctis) (47);
  - b. laterally positioned flap (LPF) + CTG (48);
  - c. double laterally positioned pedunculated flap + CTG (49).
2. Subepidermal connective tissue graft, including minimally invasive techniques:
  - a. technique of the suprapariosteal envelope by Raetzke + CTG (50);
  - b. tunnel technique by Allen (51).

Further modifications to the tunnel technique have significantly broadened surgical indications. They enable to cover deeper and wider multiple recessions accompanied by narrow attached gingival zone as a result of more significant coronal flap mobilisation, while maintaining the best possible blood supply and protection of interdental papillae. In the studies by Rebele et al., the average increase in gingival thickness after using the tunnel technique in combination with CTG was up to 1.63 mm after 12 months (44).

In relation to biomaterials, preparations containing a number of growth factors that are responsible for the regeneration of periodontal tissues have been used, mainly Emdogain (EMD) and platelet-rich fibrin (PRF). EMD (Enamel Matrix Derivative) is a product based on enamel matrix proteins and obtained from porcine tooth buds. Main components of EMD include amelogenin fraction proteins which stimulate the regeneration of bones, acellular root cement and fibres of the periodontal ligament (11). Other EMD components show activity similar to that of TGF- $\beta$  (Transforming Growth Factor  $\beta$ ) and BMP (Bone Morphogenetic Protein) responsible for cellular differentiation and proliferation and bone formation (52). In their experimental study on dogs, Al-Hezaimi et al. have demonstrated significant thickening (about 1.76 mm) of soft tissues after application of EMD to an exposed root of a tooth with recession, in combination with a coronally advanced flap (53).

PRF (Platelet Rich Fibrin) is an autologous biomaterial created by centrifugation of the patient's own venous blood. The obtained platelet-rich plasma concentrate has a high content of growth factors such as: TGF- $\beta$  (transforming growth factor  $\beta$ ), insulin-like growth factor-1 (IGF-1), platelet-derived growth factor (PDGF), vascular endothelial growth factor (VEGF), fibroblast

*Diagnostics and preparation of soft tissues before orthodontic treatment*

tkanek miękkich po zaaplikowaniu na odsłonięty korzeń zęba z recesją preparatu EMD, w połączeniu z dokoronowym przesunięciem płata (53).

PRF (Platelet Rich Fibrin) jest autologicznym biomateriałem powstałym w procesie odwirowywania własnej krwi żyłnej pacjenta. Uzyskany koncentrat osocza bogatopłytkowego posiada wysoką zawartość czynników wzrostu, takich jak: transformujący czynnik wzrostu TGF- $\beta$ , insulinopodobny czynnik wzrostu IGF-1 (Insulin-like Growth Factor-1), czynnik wzrostu pochodzenia płytkowego PDGF (Platelet-Derived Growth Factor), czynnik wzrostu śródbłonna naczyniowego VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor), czynnik wzrostu fibroblastów FGF (Fibroblast Growth Factor), naskórkowy czynnik wzrostu EGF (Epidermal Growth Factor) oraz naskórkowy czynnik wzrostu pochodzenia płytkowego PDEGF (Platelet-Derived Epidermal Growth Factor) odpowiedzialnych za migrację fibroblastów oraz ekspresję genu kolagenu typu I (Col-1) (54). W efekcie umieszczenia PRF w miejscu deficytu tkanek twardych i miękkich dochodzi do przyspieszonego gojenia i regeneracji tkanki łącznej i kostnej (55). Fibryna bogatopłytkowa znalazła zastosowanie w regeneracyjnej chirurgii periodontologicznej w postaci membrany, żelu lub skrzepu (A-PRF+, czyli Advanced Platelet Rich Fibrin Plus oraz PRF (L), czyli Platelet Rich Fibrin Leucocytes) oraz w płynnej formie do iniekcji nad- lub podokostnowej (i-PRF). Pojawiają się doniesienia wskazujące na satysfakcjonujące efekty wstrzykiwania i-PRF pod błonę śluzową wyrostka zębodołowego w celu pogrubienia dziąsła (56). Ta mało inwazyjna metoda zmiany fenotypu dziąsłowego wydaje się obiecująca, ale nadal wymaga dalszych badań klinicznych.

**Ortodoncja wspomagana periodontologicznie**

Ograniczenia wynikające z uwarunkowań fenotypu dziąsła i kości wyrostka zębodołowego są głównym powodem poszukiwania nowych rozwiązań w ortodoncji. Jakość (grubość i szerokość) blaszki wargowej wyrostka zębodołowego stanowiły dotychczas limit dla tradycyjnego leczenia ortodontycznego. Rozwiązaniem okazała się chirurgia wyrostkowa oparta na przecięciu blaszki wargowej wyrostka zębodołowego (kortykotomia) i umożliwieniu szybszego przemieszczania zębów w obrębie bloków kostnych. Metoda została opisana w 1959 roku przez Köle, jako ortodoncja wspomagana kortykotomią (Corticotomy Assisted Orthodontic Treatment (CAOT) (57). Po modyfikacji zaproponowanej przez braci Wilco i wsp. zyskała w 2001 roku nazwę „ortodoncja przyspieszona periodontologicznie za pomocą przejściowej osteopenii” (PAOO – Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics) (58). Zaletą tej metody jest zwiększenie wymiaru wargowo-językowego wyrostka zębodołowego przy użyciu materiału kościozastępczego. Współczesne założenia PAOO umożliwiają pogrubianie fenotypu dziąsła przed lub w trakcie zabiegu kortykotomii, w zależności od zastosowanej metody chirurgicznej (59, 60).

growth factor (FGF), epidermal growth factor (EGF) and platelet-derived epidermal growth factor (PDEGF) responsible for fibroblast migration and collagen type I (Col-1) gene expression (54). As a result of placing PRF at the site of a hard and soft tissue deficit, healing and regeneration of connective and bone tissue are accelerated (55). Platelet-rich fibrin has been used in regenerative periodontal surgery in the form of a membrane, gel or clot (A-PRF+, or Advanced Platelet Rich Fibrin Plus and PRF (L), or Platelet Rich Fibrin Leucocytes) and in the liquid form for supra- or subperiosteal (i-PRF) injection. There are reports indicating satisfactory outcomes of i-PRF injection under the alveolar process mucosa to thicken the gingiva (56). This minimally invasive method of changing the gingival phenotype seems promising, but further clinical studies are still required.

**Periodontally-assisted orthodontics**

The limitations resulting from the features of a gingival phenotype and alveolar process bone are the main reasons for seeking new solutions in orthodontics. The quality (thickness and width) of the alveolar process labial plate has so far been the limit for traditional orthodontic treatment. Alveolar process surgery based on cutting the alveolar labial plate (corticotomy) which enables faster movement of teeth within bone blocks turned out to be a solution. This method was described in 1959 by Köle as corticotomy assisted orthodontic treatment (CAOT) (57). After a modification proposed by the brothers Wilco et al., it was renamed as “periodontally accelerated osteogenic orthodontics” (PAOO) in 2001 (58). The advantage of this method is an increase in the labial/lingual dimension of the alveolar process using bone replacement material. Modern assumptions of PAOO enable thickening of the gingival phenotype before or during corticotomy, depending on a surgical method used (59, 60).

**Results**

The review of selected literature indicates that a gingival phenotype and periodontium have vital significance in the process of orthodontic treatment. The concept of a gingival phenotype is based on the classification into two main types: thin and thick. Over the years, it has been supplemented by a third type, i.e. gingiva that cannot be classified into any of the two previous types. This classification allows us to describe various responses of periodontal tissues, including those to dental (orthodontic and periodontal) activities. A group of mucogingival defects that are often diagnosed during orthodontic treatment planning includes gingival recessions and a deficit of width or thickness of soft tissues. Recent achievements of periodontal surgery allow for the qualitative and

## Wyniki

Przegląd wybranej literatury wskazuje na kluczowe znaczenie fenotypu dziąsła i przyzębia w procesie leczenia ortodontycznego. Wprowadzona koncepcja fenotypu dziąsła opiera się na podziale na dwa główne typy: cienki i gruby. Na przestrzeni lat uzupełniono ją o trzeci typ, czyli dziąsła, które nie może być zaklasyfikowane do żadnego z dwóch poprzednich typów. Taki podział pozwala opisać różne odpowiedzi tkanek przyzębia, m.in. na działania stomatologiczne (ortodontyczne i periodontologiczne). W grupie defektów śluzówkowo-dziąsłowych często diagnozowanych podczas planowania leczenia ortodontycznego znajdują się recesje dziąsłowe i deficyt szerokości lub grubości tkanek miękkich. Ostatnie osiągnięcia chirurgii periodontologicznej pozwalają na poprawę jakościową i ilościową tkanek przyzębia. Wśród wielu metod chirurgii śluzówkowej najpowszechniej stosuje się zabiegi z zastosowaniem płatów uszypułowanych, wolne przeszczepy dziąsła, przeszczepy tkanki łącznej podniebienia, samodzielnie lub w połączeniu z zabiegami płatowymi, oraz wiele technik z zastosowaniem błon zaporowych, białkami matrycy szklawa, czynnikami wzrostu. Odbudowa tkanki dziąsła (poszerzenie, pogrubienie) nie pozwala jednak na osiągnięcie regeneracji przyzębia, ponieważ nie zapewnia całkowitej regeneracji przyczepu łącznotkankowego. Natomiast metody regeneracyjne z użyciem czynników wzrostu nie dają, niestety, tak znacznego, jak w przypadku przeszczepów, poszerzenia czy też pogrubienia dziąsła właściwego. Dlatego zaistniała potrzeba pogrubienia także fenotypu kości. Koncepcja ortodoncji wspomaganej periodontologicznie otworzyła nowe możliwości zmiany fenotypu przyzębia. Przeszczepy płatowe, również tkanki łącznej, odbudowują tkankę dziąsła, nie zapewniają jednak całkowitej regeneracji przyczepu łącznotkankowego. Natomiast metody z zastosowaniem czynników wzrostu, wpływając na regenerację przyzębia, niestety, nie przyczyniają się do znacznego przyrostu grubości dziąsła.

## Dyskusja

Podczas leczenia ortodontycznego może dochodzić do niekorzystnych zmian w przyzębiu, takich jak np. powstanie lub zwiększenie istniejących recesji dziąsła, dehiscencji lub fenestracji blaszki kostnej (61). Wiele czynników zapalnych, mechanicznych, biologicznych może wpływać na powstanie tych anomalii, ale kluczową rolę odgrywa anatomia i morfologia dziąsła (szerokość strefy dziąsła zrogowaciałego, grubość dziąsła) oraz kości (wymiar językowo-wargowy wyrostka zębodołowego, ciągłość blaszki wargowej). Hipoteza, jakoby leczenie ortodontyczne było przyczyną powstawania recesji dziąsłowych jest kontrowersyjna w badaniach nad przesuwaniem zębów, biotypem i występowaniem recesji dziąsłowych. Rasool i wsp. porównali cechy przyzębia i ustawienie zęba w łuku, wykazując współwystępowanie cienkiego fenotypu przyzębia z proklinacją lub anteriopozycją zębów siecznych w żuchwie (16). Co istotne, nie wykazano

quantitative improvement of periodontal tissues. Among many methods of periodontal surgery, the most commonly used include procedures with pedunculated flaps, free gingival grafts, palatal connective tissue grafts alone or in combination with flaps and many techniques using barrier membranes, enamel matrix proteins, and growth factors. However, the gingival tissue reconstruction (expansion, thickening) does not allow to achieve periodontal regeneration, as it does not ensure complete regeneration of the connective tissue attachment. Furthermore, regenerative methods with the use of growth factors do not, unfortunately, provide such significant expansion or thickening of the proper gingiva as grafts. Therefore, there was a need to thicken the bone phenotype as well. The concept of periodontally-assisted orthodontics has opened new possibilities of changing the periodontal phenotype. Flap transplants, including connective tissue flaps, rebuild the gingival tissue but do not provide complete regeneration of the connective tissue attachment. However, methods with the use of growth factors, affecting periodontal regeneration do not, unfortunately, contribute to the significant widening of the gingiva.

## Discussion

During orthodontic treatment, unfavourable changes in the periodontium may occur, such as the formation or increase of existing gingival recessions, dehiscence or fenestration of the bone plate (61). Many inflammatory, mechanical, biological factors may affect the formation of these anomalies, but anatomy and morphology of the gingiva (keratinised tissue width, gingival thickness) and bone (linguolabial dimension of the alveolar process, continuity of the labial plate) play vital roles. The hypothesis that orthodontic treatment is a cause of gingival recession is controversial in relation to studies on tooth movements, biotype and the presence of gingival recessions. Rasool et al. compared periodontal features and tooth alignment in the arch, showing the coexistence of a thin periodontal phenotype with proclination or anteroposition of incisors in the mandible (16). Importantly, no such dependence has been demonstrated for maxillary incisors. According to Müller and Könönen, a tooth position in the arch is more critical for the gingival and bone thickness at this tooth than the patient's phenotype itself (15). On the other hand, Melsen and Allais denied this hypothesis, showing that a problem of recession in the study group of orthodontically treated adult patients, with labial shifting of incisors in the mandible, occurred or worsened only in the case of 15% of orthodontically treated teeth (17). The authors also noted that the patient's hygiene habits and the parameters of a gingival phenotype (keratinised tissue width and gingival thickness) have a significant impact on the

*Diagnostics and preparation of soft tissues before orthodontic treatment*

takiej zależności w odniesieniu do zębów siecznych w szczęce. Według Müllera i Könönen pozycja zęba w łuku ma większe znaczenie dla grubości dziąsła i kości przy tym zębie niż sam fenotyp pacjenta (15). Z kolei Melsen i Allais zaprzeczyli tej hipotezie, wykazując, że problem recesji w badanej grupie dorosłych pacjentów leczonych ortodontycznie, z przesuwaniami dowargowym siekaczy w żuchwie, wystąpił lub pogłębił się jedynie w przypadku 15% zębów leczonych ortodontycznie (17). Autorzy zauważyli też, że nawyki higieniczne pacjenta oraz parametry fenotypu dziąsła (szerokość strefy zrogowaciałej i grubość dziąsła) mają znaczący wpływ na rozwój recesji. Wyniki pracy Joss-Vassalli i wsp. wskazują na konieczność dalszych badań w tym zakresie (62). Brakuje bowiem niepodważalnych badań wskazujących na bezpośredni związek przyczynowo-skutkowy między występowaniem recesji a zakresem wychylania zębów, grubością spojenia żuchwy, szerokością dziąsła związanego oraz wpływem higieny i stanu przyzębia. W związku z powyższym przesuwanie doprzednio zębów (szczególnie poza kopertę wyrostkową), obecność recesji, stanu zapalnego dziąsła, wąskiej strefy dziąsła związanego, urazową technikę szczotkowania i cienkiego fenotypu dziąsłowego należy uznać za czynniki ryzyka wystąpienia recesji podczas lub po zakończeniu leczenia ortodontycznego (63, 19).

Określenie fenotypu dziąsłowego pozwala przewidzieć, jakie procesy mogą zachodzić w przyzębiu w trakcie leczenia ortodontycznego. Cienki fenotyp tkanek wykazuje inną niż gruby reakcję na procesy zachodzące w jego obrębie. Stan zapalny wywołany przez bakterie płytki nazębnej u pacjentów z cienkim fenotypem powoduje zaczerwienienie, recesję dziąsła brzeżnego oraz szybszą utratę kości, a procedury chirurgiczne przeprowadzane w obrębie cienkiego dziąsła i kości są mniej przewidywalne, w porównaniu z grubym fenotypem. W przypadku mocnego, fibrotycznego dziąsła reakcja na stan zapalny polega na zasinieniu dziąsła, łatwym krwawieniu, tworzeniu głębokich kieszonek przyzębnych i defektów śródkostnych. Gruby fenotyp dziąsła wykazuje dużą stabilność i sprzyja przewidywalności efektów leczenia chirurgicznego (1, 11, 12). Chirurgiczne zabiegi periodontologiczne mające na celu pogrubienie fenotypu tkanek miękkich mają istotne znaczenie kliniczne i pozwalają na zachowanie zdrowego przyzębia podczas i po leczeniu ortodontycznym.

Wciąż aktualna jest hipoteza, że przemieszczanie zęba wywołuje zmiany położenia brzeżu dziąsłowego (19, 63). Zwiększone ryzyko recesji pojawia się, gdy grubość dziąsła jest mniejsza niż 0,5 mm. Tak cienkie dziąsło jest szczególnie narażone na rozwój recesji i utratę szerokości dziąsła związanego w efekcie przesuwania zębów w kierunku wargowym w żuchwie (16, 63, 19). Uznaje się, że grubość tkanek miękkich optymalna dla przesuwania ortodontycznego zębów mieści się w zakresie powyżej 1,1 mm (64). Z kolei w chirurgii śluzówkowo-dziąsłowej za krytyczną wartość

development of recession. The results of the studies by Joss-Vassalli et al. indicate the need for further research in this field (62). There is a lack of undisputed studies indicating a direct causal relationship between the presence of recessions and the extent of tooth inclination, mandibular body thickness, the width of the attached gingiva and the effects of hygiene and periodontal condition. Therefore, vestibular movement of teeth (especially outside the alveolar envelope), the presence of recession, gingivitis, narrow attached gingiva, traumatic brushing technique and a thin gingival phenotype should be considered as risk factors for recession during or after orthodontic treatment (63, 19).

The determination of a gingival phenotype allows to predict what processes may occur in the periodontium during orthodontic treatment. A thin tissue phenotype shows a different reaction to internal processes than a thick one. Inflammation caused by bacteria from the dental plaque in patients with a thin phenotype causes redness, marginal gingival recession and faster bone loss, and surgical procedures performed in the thin gingiva and bone are less predictable compared to a thick phenotype. When robust and fibrotic gingiva is present, a reaction to inflammation consists of gingival bruising, easy bleeding, the formation of deep periodontal pockets and intraosseous defects. A thick gingival phenotype shows high stability and promotes predictable effects of surgical treatment (1, 11, 12). Surgical periodontal procedures aimed at thickening the soft tissue phenotype are of significant clinical importance and allow to maintain healthy periodontium during and after orthodontic treatment.

The hypothesis that tooth movements cause changes in the gingival margin position is still valid (19, 63). An increased risk of recession is present when the gingival thickness is less than 0.5 mm. Such thin gingivae are particularly vulnerable to the development of recession and the loss of gingival width as a result of tooth movements in the labial direction in the mandible (16, 63, 19). The soft tissue thickness that is optimal for orthodontic movements of teeth is considered to be in the range above 1.1 mm (64). In mucogingival surgery, on the other hand, 0.8 mm (55) is considered to be a critical value of the gingival thickness below which recession is not fully covered using a coronally advanced flap technique. Regarding a thin phenotype, the gingiva is usually 0.63–1.24 mm thick (65). If a thin periodontal phenotype is found in patients with risk factors of recession development during orthodontic treatment, there are two ways of management: observation or a surgical change of a gingival phenotype. Observation is indicated when an orthodontic treatment plan includes lingual movement of a tooth or group of teeth with a risk of vestibular recession. Then, the gingiva will gradually thicken as a tooth is being moved, and the vestibular

grubości dziąsła, poniżej której nie uzyskiwano całkowitego pokrycia recesji techniką dokoronowego przemieszczenia płyta, uznaje się 0,8 mm (55). Przy cienkim fenotypie dziąsła ma zazwyczaj 0,63–1,24 mm grubości (65). W przypadku stwierdzenia cienkiego fenotypu przyzębia u pacjentów z czynnikami ryzyka rozwoju recesji podczas leczenia ortodontycznego możliwe są dwa sposoby postępowania: obserwacja lub chirurgiczna zmiana fenotypu dziąsła. Obserwacja jest wskazana, gdy plan leczenia ortodontycznego obejmuje dojęzykowy ruch zęba lub grupy zębów z ryzykiem recesji od strony przedsionkowej. Wówczas dziąsła będzie ulegało stopniowemu pogrubianiu w trakcie przemieszczania zęba, a przedsionkowy brzeg dziąsła będzie się przesuwiał dokoronowo. Wskazaniem do obserwacji jest również sytuacja leczenia ortodontycznego dzieci z uzębieniem mieszanym. Cienkie i wąskie dziąsła obserwowane w tym okresie ulega zazwyczaj pogrubieniu i poszerzeniu, wraz ze wzrostem wymiarów wyrostków zębodołowych szczęki i części zębodołowej żuchwy oraz wymianą uzębienia mlecznego na stałe. Należy wówczas przestrzegać terminów okresowych kontroli, podczas których szczególną uwagę zwraca się na utrzymywanie prawidłowej higieny oraz monitoruje parametry przyzębia w celu eliminacji czynników ryzyka rozwoju recesji dziąsłowych (66).

Odmienne postępowanie należy przyjąć w przypadku pacjentów z istniejącymi recesjami, cienkim fenotypem i wąską strefą dziąsła zrogowaciałego, u których planowane jest rozpoczęcie leczenia ortodontycznego. Jeśli zęby będą przemieszczane w kierunku przedsionkowym, wówczas konieczne jest pogrubienie dziąsła, gdyż ten kierunek ruchu może doprowadzić do zmniejszenia grubości dziąsła i blaszki wargowej wyrostka zębodołowego. Współistniejące zapalenie dziąsła brzeźnego, związane z trudnościami w utrzymaniu prawidłowej higieny, może wówczas doprowadzić do powstania recesji dziąsła (67). Podjęcie leczenia ortodontycznego jest możliwe dopiero po około 3–4 miesiącach po przeprowadzeniu zabiegu periodontologicznego (17, 61).

Leczenie periochirurgiczne w określonych przypadkach można przeprowadzić po zakończeniu leczenia ortodontycznego. Są to sytuacje, gdy pomimo dojęzykowego przesunięcia zęba nadal pozostaje recesja dziąsłowa, która wymaga interwencji chirurgicznej. Prawidłowe uszeregowanie zębów zazwyczaj wpływa korzystnie na stan przyzębia, m.in. przez zmniejszenie ryzyka stanu zapalnego, stworzenie optymalnych warunków do kontroli płytki bakteryjnej oraz ustawienie zębów na szczycie wyrostka zębodołowego, które pozytywnie koreluje z szerokością i grubością dziąsła (68, 61). Ponadto poprawia warunki do przeprowadzenia zabiegów chirurgii śluzówkowo-dziąsłowej i podwyższa przewidywalność wyników leczenia.

Czasami jednak dochodzi do jatrogennego powstania recesji przez nadmierne ortodontyczne wysunięcie korzenia zęba poza blaszkę wargową, skutkujące ścięciem dziąsła oraz powstaniem dehiscencji/fenestracji kostnej. Zdarza się

gingival margin will move coronally. Orthodontic treatment of children with mixed dentition is also an indication for observation. Thin and narrow gingivae observed in this period usually thicken and widen along with increased dimensions of the alveolar processes of the maxilla and the alveolar part of the mandible and replacement of the deciduous dentition with the permanent one. In such cases, deadlines for regular follow-ups should be observed, during which particular attention is paid to maintaining proper hygiene and monitoring periodontal parameters to eliminate risk factors for the development of gingival recession (66).

A different treatment approach should be adopted for patients with existing recessions, a thin phenotype and narrow keratinised tissue who are planning to start orthodontic treatment. If teeth are moved in the vestibular direction, then it is necessary to thicken the gingiva as this direction of movement can reduce the thickness of the gingiva and the labial plate of the alveolar process. Coexisting inflammation of the marginal gingiva, associated with difficulties in maintaining proper hygiene, can then lead to a gingival recession (67). Orthodontic treatment can be started only about 3–4 months after a periodontal surgery (17, 61).

In some instances, periodontal surgical treatment may be performed after the completion of orthodontic treatment. These are situations where, despite a lingual shift of a tooth, there is still a gingival recession that requires surgical intervention. Correct alignment of teeth usually has a positive effect on the periodontal condition, among other things by reducing the risk of inflammation, creating optimal conditions for the control of a bacterial plaque and placing teeth on top of the alveolar process what positively correlates with the gingival width and thickness (68, 61). In addition, it improves conditions for mucogingival surgery procedures and increases the predictability of treatment outcomes.

Sometimes; however, iatrogenic recession occurs due to excessive orthodontic protrusion of a tooth root beyond the labial plate, resulting in gingival thinning and bone dehiscence/fenestration. This also occurs in situations of derotation of teeth with roots with large vestibulolingual dimensions, as well as in situations of tongue tipping (e.g. correction of Angle's class III defects) or after tooth distalisation towards the narrow alveolar process. In these situations, we observe a thin gingival phenotype, recessions and a thin labial plate of bone with present fenestrations or dehiscences. The gingiva is delicate and can easily be damaged during surgical preparation, leading to an increase in the original recession. As a thin gingival phenotype is very susceptible to mechanical trauma, gingival flap thickness is essential for the success of surgical procedures. If it exceeds 0.8 mm mentioned earlier, then therapeutic success can be expected. In order

*Diagnostics and preparation of soft tissues before orthodontic treatment*

to również w sytuacjach derotacji zębów z korzeniami o dużym wymiarze przedstonkowo-językowym, jak również przy tippingu językowym (np. przy korekcie wad klasy III Angle'a) lub po dystalizacji zębów w stronę obszaru wąskiego wyrostka zębodołowego. W wymienionych sytuacjach obserwujemy cienki fenotyp dziąsła, recesję i ścięćcząłą blaszkę wargową kości z obecnymi fenestracjami lub dehiscencjami. Dziąsło jest delikatne i może łatwo ulec uszkodzeniu podczas preparacji chirurgicznej, doprowadzając do powiększenia się pierwotnie istniejącej recesji. W związku z tym, że cienki fenotyp dziąsła jest bardzo podatny na uraz mechaniczny istotne znaczenie dla powodzenia procedur chirurgicznych ma grubość płata dziąsłowego. Gdy przekracza ona wspomniane wyżej 0,8 mm, wówczas można się spodziewać sukcesu terapeutycznego. W celu wzmocnienia struktur twardych i miękkich przyzębia wskazana jest augmentacja zarówno dziąsła, jak i kości. Najczęściej przeprowadza się wówczas zabiegi z zastosowaniem przeszczepów podnabłonkowej tkanki łącznej, w połączeniu z augmentacją kości (69).

Decyzja o przeprowadzenia zabiegów chirurgii śluzówkowo-dziąsłowej zależy w dużej mierze od współpracy pacjenta w zakresie higieny jamy ustnej oraz planu i możliwości leczenia ortodontycznego i periodontologicznego.

**Wnioski**

Przegląd piśmiennictwa wskazuje na korzyści płynące z zespołowego zaplanowania leczenia. Wnikliwa analiza ustawienia zębów, ocena fenotypu dziąsła, szerokości koperty wyrostkowej i sklasyfikowanie recesji umożliwiają uniknięcie powikłań periodontologicznych w trakcie leczenia aparatami stałymi. Ocena periodontologiczna i pomiary fenotypu dziąsła powinny być przeprowadzone przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego. Ewentualna poprawa fenotypu dziąsła przeważnie przynosi wówczas pozytywne rezultaty. Ścisła współpraca pomiędzy ortodontą i periodontologiem pozwala na monitorowanie przesunięć zębów i podnosi przewidywalność wyników leczenia. Decyzja dotycząca wyboru metody leczenia powinna być podejmowana indywidualnie w przypadku każdego pacjenta.

to enhance hard and soft structures of the periodontium, augmentation of both the gingivae and bones is recommended. Procedures with subepidermal connective tissue grafts combined with bone augmentation are most often performed in such cases (69).

A decision to perform mucogingival surgery depends largely on the patient's compliance in relation to oral hygiene and a plan and possibilities of orthodontic and periodontal treatment.

**Conclusions**

The literature review shows the benefits of team treatment planning. A thorough analysis of tooth alignment, assessment of the gingival phenotype, width of the alveolar envelope and recession classification allow avoiding periodontal complications during treatment with fixed braces. Periodontal evaluation and gingival phenotype measurements should be performed before the onset of orthodontic treatment. Possible improvement of the gingival phenotype usually brings positive outcomes. Close cooperation between an orthodontist and a periodontist allows for the monitoring of tooth displacement and increases the predictability of treatment outcomes. The decision on the choice of a treatment method should be made individually for each patient.

**Piśmiennictwo / References**

1. Kao R, Pasquinelli K. Thick vs thin gingival tissue: a key determinant in tissue response to disease and restorative treatment. *J Calif Dent Assoc* 2002; 30: 521-5.
2. Olsson M, Lindhe J, Marinello CP. On the relationship between crown form and clinical features of the gingiva in adolescents. *J Clin Periodontol* 1993; 20: 570-7.
3. Olsson M, Lindhe J. Periodontal characteristics in individuals with varying form of the upper central incisors. *J Clin Periodontol* 1991; 18: 78-82.
4. Müller H, Eger T. Gingival phenotypes in young male adults. *J Clin Periodontol* 1997; 24: 65-71.
5. Fu J, Yeh C, Chan H, Tatarakis N, Leong D, Wang H. Tissue biotype and its relation to the underlying bone morphology. *J Periodontol* 2010; 81: 569-74.
6. Becker W, Ochsenbein C, Tibbetts L, Becker B. Alveolar bone anatomic profiles as measured from dry skulls Clinical ramifications. *J Clin Periodontol* 1997; 24: 727-31.
7. Seibert J, Lindhe J. Esthetics and periodontal therapy. In: Lindhe J. *Textbook of clinical periodontology*. Munksgaard 1989: 477-514.
8. Sanavi F, Weisgold AS, Rose LF. Biologic width and its relation to periodontal biotypes. *J Esthet Restor Dent* 1998; 10: 157-63.
9. Müller HP, Heinecke A, Schaller N, Eger T. Masticatory mucosa in subjects with different periodontal phenotypes. *J Clin Periodontol* 2000; 27: 621-6.
10. Abraham S, Deepak KT, Ambili R, Preeja C, Archana V. Gingival biotype and its clinical significance - A review. *Saudi J Dent Res* 2014; 5: 3-7.
11. Pietruska M, Pietruski J. Periodontologiczno-implantologiczna chirurgia plastyczna. *Czelej* 2014: 22-86.
12. De Rouck T, Eghbali R, Collys K, De Bruyn H, Cosyn J. The gingival biotype revisited: Transparency of the periodontal probe through the gingival margin as a method to discriminate thin from thick gingiva. *J Clin Periodontol* 2009; 36: 428-33.
13. Claffey N, Shanley D. Relationship of gingival thickness and bleeding to loss of probing attachment in shallow sites following nonsurgical periodontal therapy. *J Clin Periodontol* 1986; 13: 654-7.
14. Vandana KL, Savitha B. Thickness of gingiva in association with age, gender and dental arch location. *J Clin Periodontol* 2005; 32: 828-30.
15. Müller HP, Könönen E. Variance components of gingival thickness. *J Periodontol Res* 2005; 40: 239-44.
16. Rasool G, Naveed I, Tasneem A, Hussain U. Influence of incisor inclination and position on the gingival biotype of orthodontic patients. *Pakistan Orthod J* 2014; 6: 60-4.
17. Melsen B, Allais D. Factors of importance for the development of dehiscences during labial movement of mandibular incisors: A retrospective study of adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 127: 552-61.
18. Henneman S, Von Den Hoff JW, Maltha JC. Mechanobiology of tooth movement. *Eur J Orthod* 2008; 30: 299-306.
19. Rasperini G, Acunzo R, Cannalire P, Farronato G. Influence of periodontal biotype on root surface exposure during orthodontic treatment: A preliminary study. *Int J Perio Rest Dent* 2015; 35: 655-75.
20. Gambarini G, Miccoli G, Gaimari G, Pompei D, Pilloni A, Piasecki L, Al-Sudani D, Di Nardo D, Testarelli L. Detection of bone defects using CBCT exam in an Italian population. *Int J Dent* 2017; 2017: 1-4.
21. Bagis N, Kolsuz ME, Kursun S, Orhan K. Comparison of intraoral radiography and cone-beam computed tomography for the detection of periodontal defects: an in vitro study. *BMC Oral Health* 2015; 15: 1-8.
22. Eghbali A, De Rouck T, De Bruyn H, Cosyn J. The gingival biotype assessed by experienced and inexperienced clinicians. *J Clin Periodontol* 2009; 36: 958-63.
23. Shiva Manjunath RG, Rana A, Sarkar A. Gingival biotype assessment in a healthy periodontium: transgingival probing method. *J Clin Diagnostic Res* 2015; 9: 66-9.
24. Bednarz W, Furtak A, Leszczyńska E, Sender-Janeczek A. The repeatability and reproducibility of gingival thickness measurement with an ultrasonic device. *Dent Med Probl* 2018; 55: 281-8.
25. Bednarz W, Zielińska A. Ultrasonic biometer and its usage in an assessment of periodontal soft tissue thickness and comparison of its measurement accuracy with a bone sounding method. *Dent Med Probl* 2011; 48: 481-9.
26. Rossell J, Puigdollers A, Girabent-Farres M. A simple method for measuring thickness of gingiva and labial bone of mandibular incisors. *Quintessence Int* 2015; 46: 265-71.
27. Wyrębek B, Orzechowska A, Cudziło D, Plakwicz P. Evaluation of changes in the width of gingiva in children and youth. *Review of literature*. *Dev Period Med* 2015; 19: 2012-6.
28. Bertl K, Melchard M, Pandis N, Müller-Kern M, Stavropoulos A. Soft tissue substitutes in non-root coverage procedures: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* 2017; 21: 505-18.
29. Nanci A, Bosshardt D. Structure of periodontal tissues in health and disease. *Periodontol* 2000 2006; 40: 11-28.
30. Kim DM, Neiva R. Periodontal soft tissue non-root coverage procedures: A systematic review from the AAP Regeneration Workshop. *J Periodontol* 2015; 86: 56-72.
31. Scheyer ET, Sanz M, Dibart S, Greenwell H, John V, Kim DM, Langer L, Neiva R, Rasperini G. Periodontal soft tissue non-root coverage procedures: A consensus report from the AAP regeneration workshop. *J Periodontol* 2015; 86: 73-6.
32. Zuhr O, Bäumer D, Hürzeler M. The addition of soft tissue replacement grafts in plastic periodontal and implant surgery: Critical elements in design and execution. *J Clin Periodontol* 2014; 41: 123-42.
33. Gapski R, Parks CA, Wang H-L. Acellular dermal matrix for mucogingival surgery: A meta-analysis. *J Periodontol* 2005; 76: 1814-22.
34. Żurek J, Dominiak M, Botzenhart U, Bednarz W. The use of a biostatic fascia lata thigh allograft as a scaffold for autologous human culture of fibroblasts- An in vitro study. *Ann Anat* 2015; 199: 104-8.
35. Nevins MLM, Camelo M, Schupbach P, Kim DM. The clinical efficacy of DynaMatrix extracellular membrane in augmenting keratinized tissue. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2010; 30: 151-61.
36. Lorenzo R, García V, Orsini M, Martin C, Sanz M. Clinical efficacy of a xenogeneic collagen matrix in augmenting keratinized mucosa around implants: A randomized controlled prospective clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23: 316-24.



*Diagnostics and preparation of soft tissues before orthodontic treatment*

37. Thoma DS, Hämmerle CHF, Cochran DL, Jones AA, Görlach C, Uebersax L, Mathes S, Graf-Hausner U, Jung RE. Soft tissue volume augmentation by the use of collagen-based matrices in the dog mandible - A histological analysis. *J Clin Periodontol* 2011; 38: 1063-70.
38. Snyder DL, Sullivan N, Schoelles KM. Skin substitutes for treating chronic wounds - technology assessment. Agency for Healthcare Research and Quality 2012.
39. McGuire MK, Scheyer ET, Nunn ME, Lavin PT. A pilot study to evaluate a tissue-engineered bilayered cell therapy as an alternative to tissue from the palate. *J Periodontol* 2008; 79: 1847-56.
40. Linnes B, Ratner B, Giachelli C. A fibrinogen based precision microporous scaffold. *Biomaterials* 2007; 28: 5298-306.
41. Goonoo N, Bhaw-Luximon A, Bowlin GL, Jhurry D. An assessment of biopolymer- and synthetic polymer-based scaffolds for bone and vascular tissue engineering. *Polym Int* 2013; 62: 523-33.
42. Park CH. Biomimetic hybrid scaffolds for engineering human tooth- ligament interfaces. Image-based hybrid scaffold design for multiple tissue regeneration application in periodontal engineering. University of Michigan 2010.
43. Hwang D, Wang H-L. Flap thickness as a predictor of root coverage: A systematic review. *J Periodontol* 2006; 77: 1625-34.
44. Rebele SF, Zuhr O, Schneider D, Jung RE, Hürzeler MB. Tunnel technique with connective tissue graft versus coronally advanced flap with enamel matrix derivative for root coverage: A RCT using 3D digital measuring methods. Part II. Volumetric studies on healing dynamics and gingival dimensions. *J Clin Periodontol* 2014; 41: 593-603.
45. Baldi C, Pini-Prato G, Pagliaro U, Nieri M, Saletta D, Muzzi L, Cortellini P. Coronally advanced flap procedure for root coverage. Is flap thickness a relevant predictor to achieve root coverage? A 19-case series. *J Periodontol* 1999; 70: 1077-84.
46. Erpenstein H, Diedrich P. Atlas chirurgii periodontologicznej. Urban & Partner 2005: 325-6.
47. Zucchelli G, Mele M, Mazzotti C, Marzadori M, Montebugnoli L, De Sanctis M. Coronally advanced flap with and without vertical releasing incisions for the treatment of multiple gingival recessions: A comparative controlled randomized clinical trial. *J Periodontol* 2009; 80: 1083-94.
48. Zucchelli G, Mounssif I. Periodontal plastic surgery. *Periodontol* 2000 2015; 68: 333-68.
49. Zuhr O, Hürzeler M. Plastyczno – estetyczna chirurgia periodontologiczno – implantologiczna. Kwintesencja 2015: 337-57.
50. Vergara J, Caffese R. Localized gingival recessions treated with the original envelope technique: A report of 50 consecutive patients. *J Periodontol* 2004; 75: 1397-403.
51. Allen AL. Use of the supraperiosteal envelope in soft tissue grafting for root coverage, II. Clinical results. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994; 14: 302-15.
52. Suzuki S, Nagano T, Yamakoshi Y, Gomi K, Arai T, Fukae M, Katagiri T, Oida S. Enamel matrix derivative gel stimulates signal transduction of BMP and TGF - beta. *J Dent Res* 2005; 84: 510-4.
53. Al-Hezaimi K, Al-Fahad H, O'Neill R, Shuman L, Griffin T. The effect of enamel matrix protein on gingival tissue thickness in vivo. *Odontology* 2012; 100: 61-6.
54. Miron RJ, Fujioka-Kobayashi M, Hernandez M, Kandalam U, Zhang Y, Ghanaati S, Choukroun J. Injectable platelet rich fibrin (i-PRF): opportunities in regenerative dentistry? *Clin Oral Invest* 2017; 21: 2619-27.
55. Cortellini P, Pini-Prato G. Coronally advanced flap and combination therapy for root coverage. Clinical strategies based on scientific evidence and clinical experience. *Periodontol* 2000 2012; 59: 158-84.
56. Ozsagir Z, Saglam E, Sen BMT, Choukroun J. PR377A new method to enhancing gingival biotype. *J Clin Periodontol* 2018; 45: 247.
57. Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM, Marquez MG. The contribution of periodontics to orthodontic therapy. In: Koerner K. *Practical Advanced Periodontal Surgery*. John Wiley & Sons 2008: 23-50.
58. Wilcko WM, Wilcko T, Bouquot JE, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Perio Restorative Dent* 2001; 21: 9-19.
59. Dibart S, Sebaoun J, Surmenian J. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent* 2009; 30: 342-50.
60. Murphy KG, Wilcko MT, Wilcko WM, Ferguson DJ. Periodontal Accelerated Osteogenic Orthodontics: A description of the surgical technique. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67: 2160-6.
61. Gorbunkova A, Pagni G, Brizhak A, Farronato G, Rasperini G. Impact of orthodontic treatment on periodontal tissues: A narrative review of multidisciplinary literature. *Int J Dent* 2016; 2016: 1-9.
62. Joss-Vassalli I, Grebenstein C, Topouzelis N, Sculean A, Katsaros C. Orthodontic therapy and gingival recession: A systematic review. *Orthod Craniofac Res* 2010; 13: 127-41.
63. Russo L, Zhurakivska K, Montaruli G, Gallo C, Salamini A, Troiano G, Ciavarella D. Effects of crown movement on periodontal biotype: a digital analysis. *Odontology* 2018; 106: 414-21.
64. Johal A, Katsaros C, Kiliardis S, Leito P, Rosa M, Sculean A, Weiland F, Zachrisson B. State of the science on controversial topics: Orthodontic therapy and gingival recession (a report of the Angle Society of Europe 2013 meeting). *Prog Orthod* 2013; 14: 1-5.
65. Cortellini P, Bissada N. Mucogingival conditions in the natural dentition: Narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. *J Periodontol* 2018; 89: 204-13.
66. Drożdżik A. Jak postąpić w przypadku recesji dziąsłowych? miejsca biorcze przeszczepu. *Mag Stomatol* 2018; 3: 98.
67. Wennstrom JL, Lindhe J, Sinclair F. Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *J Clin Periodontol* 1987; 14: 121-9.
68. Szarmach I, Wawrzyn-Sobczak K, Kaczyńska J, Kozłowska M, Stokowska W. Recession occurrence in patients treated with fixed appliances-preliminary report. *Adv Med Sci* 2006; 51: 213-6.
69. Wang C, Yu S, Mandelaris G, Wang H. Is periodontal phenotypic modification therapy beneficial for patients receiving orthodontic treatment? An American Academy of Periodontology best evidence review. *J Periodontol* 2019; 2019: 1-12.