

# NOWE MOŻLIWOŚCI DIAGNOSTYCZNE TKANEK PRZYŻĘBIA PRZY ZASTOSOWANIU BIOMETRII ULTRADŹWIĘKOWEJ

PRACA RECENZOWANA

**Streszczenie:** Celem pracy jest przedstawienie nowych możliwości diagnostyki tkanek miękkich przyzębia i identyfikacji położenia brzegu kości wyrostka zębodołowego od strony wargowej przy zastosowaniu metody biometrii ultradźwiękowej.

**Słowa kluczowe:** grubość dziąsła, wyrostek zębodołowy, pomiar, metoda ultradźwiękowa

**Abstract:** The aim of the paper is to present new possibilities of periodontal soft tissue diagnostics and identification of alveolar margin location from the labial side using the method of ultrasound biometry.

**Key words:** gingival thickness, alveolar crest, measurement, ultrasound method



dr n. med. **Wojciech Bednarz**

**Specjalistyczna Przychodnia Lekarska MEDIDENT w Gorlicach**  
Kierownik: dr n. med. Wojciech Bednarz

**Adres korespondencyjny, mailing address:**

dr n. med. Wojciech Bednarz  
Specjalistyczna Przychodnia Lekarska MEDIDENT  
ul. Okulickiego 19, 38-300 Gorlice, tel.: 603 96 27 61  
e-mail: [wojcie\\_ch@poczta.onet.pl](mailto:wojcie_ch@poczta.onet.pl)

## Wstęp

Początek wykorzystywania fal ultradźwiękowych w obrazowaniu tkanek zęba oraz tkanek miękkich jamy ustnej datuje się na lata 60. ubiegłego wieku [1]. Przez dziesięciolecie rozwijano możliwości diagnostyczne z wykorzystaniem urządzeń ultradźwiękowych w badaniu tkanek twardych zęba, stawów skroniowo-żuchwowych, ożębnej, kości wyrostka zębodołowego, mięśni żwaczy, ale głównie skupiając się na biometrii dziąsła, błony śluzowej podniebienia i ruchomej błony śluzowej pokrywającej kości szczęk [2, 3]. Badacze zazwyczaj wykorzystywali w tym celu urządzenia ultrasonograficzne stworzone dla innych dziedzin medycyny, zwłaszcza okulistyki [4, 5]. Jedynym aparatem stworzonym na potrzeby stomatologiczne pod koniec lat 90. był Krupp SDM® (Austenal Medizintechnik, Niemcy) [6]. Był to aparat USG A-scan o częstotliwości 5 MHz, wykorzystujący prędkość rozchodzenia się fali ultradźwiękowej w tkankach miękkich – 1514 m/s. Mimo kilku obiecujących doniesień naukowych jego zastosowanie w diagnostyce stomatologicznej nie stało się powszechne. Urządzenie nie jest już od kilku lat produkowane. Obecnie dostępne są nieliczne doniesienia opisujące zastosowanie urządzeń – przeważnie okulistycznych – do pomiarów grubości dziąsła. Ich wielką wadą jest wielkość głowicy i znaczne niedokładności pomiarowe. Wymiary czoła głowicy stykającej się z ocenianymi tkankami wynosiły 13,5" x 7" [5], zaś średnica 5 mm [4], 4 mm [6], a najmniej 3,6 mm [7]. Zakładając, że pomiar dotyczy jednostki zębodołowej o szerokości dziąsła zrogowaciałego około 3 mm, przy głębokości sondowania równej 1 mm ocena biometryczna takiego miejsca nie była miarodajna.

W porównaniu do wyników uzyskiwanych w badaniu inwazyjnym z użyciem igieł i narzędzi endodontycznych z silikonowymi ogranicznikami w metodzie *bone*

*sounding*, rezultaty pomiarów metodą ultradźwiękową znacznie od nich odbiegały [5, 8, 9]. Wyniki tych pierwszych były uważane za najdokładniejsze, chociaż Bednarz i Zielińska [10] udowodnili, że zwłaszcza przy pomiarach w zakresie najmniejszych grubości dziąsła to metoda *transgingival probing* jest źródłem większych błędów. Do podobnych wniosków doszli Slak i wsp. [11], dokonując porównania dokładności pomiarowej metody inwazyjnej i ultradźwiękowej na fantomie imitującym dziąsło i kość szczęki oraz na świńskiej szczęce w zakresie biometrii *in vitro*.

Zarówno inwazyjnie, jak i ultrasonograficznie grubość dziąsła najczęściej mierzono w punkcie tzw. GT1 (*gingival thickness 1*), zlokalizowanym w połowie szerokości dziąsła zrogowaciałego, oraz w punkcie GT2 – 2 mm wierzchołkowo w stosunku do połączenia śluzówkowo-dziąsłowego (MGJ – *mucogingival junction*), zwanym tak, mimo że mierzona była grubość ruchomej błony śluzowej pokrywającej szczękę [5, 10, 12].

W innym punkcie grubość dziąsła mierzyli inwazyjnie Zucchelli i wsp. [13]. Stosowali igłę iniekcijną z silikonowym ogranicznikiem o średnicy 3 mm w metodzie *transgingival probing*. Tkwiąca w środku ogranicznika igła była wprowadzana w powtarzalny sposób 1,5 mm wierzchołkowo w stosunku do brzegu dziąsła.

Bednarz [14] wykorzystuje aparat ultradźwiękowy Piroop® (Echo-Son S.A.) o częstotliwości 20 MHz, z sondą o średnicy czoła 1,7 mm. Ma on możliwość pomiaru tkanek miękkich pokrywających zęby i kości szczęk w trybie A-scan oraz w prezentacji TM-Mode, podczas której jest możliwa rejestracja grubości tkanek w trakcie przesuwania sondy po ich powierzchni. Zakres pomiarów to 0,2–6 mm. Impuls ultradźwiękowy wysyłany z przetwornika z prędkością 1540 m/s, po uzyskaniu prostopadłości z podłożem o gęstszej strukturze kości lub zęba powraca do urządzenia

## NEW POSSIBILITIES OF PERIODONTAL TISSUE DIAGNOSTICS USING ULTRASOUND BIOMETRY

### Introduction

Ultrasound waves were used for the first time to visualise dental tissues and soft tissues of the oral cavity in the 1960s [1]. For dozens of years, the diagnostic possibilities based on the application of ultrasound devices in the examination of dental hard tissues, temporomandibular joints, periosteum, alveolar crest and masseter muscles have been developed, but most of the attention has been focused on the biometry of the gums, palatal mucosa and the mobile mucosa covering jaw bones [2, 3].

For this purpose, researchers usually used ultrasound devices designed for other fields of medicine, especially ophthalmology [4, 5]. The only piece of equipment developed specifically for dental needs at the end of the 1990s was Krupp SDM® (Austenal Medizintechnik, Germany) [6]. It was an USG A-scan device with a frequency of 5 MHz, which used the speed of ultrasonic wave propagation in soft tissues totalling 1514 m/s. Despite several promising scientific reports, its application in dental diagnostics has never become common. This equipment has not been manufactured for several years now. Presently, few reports can still be found, which describe the application of mainly ophthalmologic devices in the measurements of gingival thickness. However, the main disadvantages of such equipment include the size of the head and significant measurement imprecision.

The dimensions of the head's front surface, which is contact with the examined tissues, are 13.5" x 7" [5], while the diameter totals 5 mm [4], 4 mm [6], and 3.6 mm [7]. Assuming that a measurement refers to a dentogingival unit with the width of keratinised gingiva of approximately 3 mm, with the depth of probing equal to 1 mm, a biometric evaluation of such a place would not be reliable.

In comparison to an invasive examination with the use of needles and endodontic tools with silicone limiters in the bone sounding method, the results of measurements using the ultrasound method were much different [5, 8, 9]. The results of the first measurements were considered most accurate and precise, although Bednarz and Zielińska [10] demonstrated that especially in the

w konkretnym czasie. Automatycznie obliczana jest przebyta przez impuls droga powrotu, której metryczna wartość jest grubością badanego dziąsła. Dzięki tak małej głowicy możliwe stało się badanie grubości dziąsła nie w jednym, ale w kilku punktach [3].

### Omówienie

Dziąsło rozciąga się pomiędzy ruchomą błoną śluzową, z którą tworzy połączenie śluzówkowo-dziąsłowe (MGJ – *mucogingival junction*) i koronowym brzegiem (GM – *gingival margin*), a nazywane jest w literaturze anglosaskiej dziąsłem zrogowaciałym (KT – *keratinized tissue*). Granica szkliwno-cementowa (CEJ – *cemento-enamel junction*) i część korony zęba ze szkliwem w warunkach zdrowia jest zasłonięta przez dziąsło, które ogranicza od zewnątrz szczelinę dziąsłową. Prawidłowo dziąsło jest przyczepione na CEJ do powierzchni zęba, tworząc przyczep kliniczny (CAL – *clinical attachment level*). Dziąsło pomiędzy CAL a najbardziej koronowym ograniczeniem (GM) nie jest przyczepione do powierzchni zęba i nazywane jest dziąsłem wolnym (FG – *free gingiva*). Dziąsło pomiędzy CAL a MGJ jest przyczepione do powierzchni zęba i kości wyrostka zębodołowego. Jego część znajdująca się bardziej koronowo niż brzeg kości (AC – *alveolar crest*) to dziąsło przyczepione nadwyrostkowe (SG – *supracrestal gingiva*), a bardziej apikalnie to dziąsło wyrostkowe (CG – *crestal gingiva*). Dzią-

**Kluczowym elementem w diagnostyce periodontologicznej dla oznaczania szerokości biologicznej jest określenie położenia brzegu kości wyrostka zębodołowego, głównie od strony przedsionkowej, ale także językowej zęba.**

*Finding the location of the alveolar crest, mainly from the vestibular and glossal side of the tooth, is one of the key elements in periodontal diagnostics as regards the determination of biological width.*

sło przyczepione nadwyrostkowe zwane jest szerokością biologiczną zęba (BW – *biological width*). Dla oznaczenia grubości dziąsła wolnego (FGT – *free gingival thickness*) brzeg czoła sondy biometru Pirop® powinien znajdować się koronowo nad CAL, dochodząc do brzegu dziąsła. Dla polepszenia efektów badania FGT w szczelinę dziąsła może być wprowadzany nakładacz stomatologiczny (ryc. 1). Po prostopadłym skierowaniu do jego płaskiej powierzchni czoła sondy kontaktującej z powierzchnią dziąsła wolnego, uzyskuje się bardzo dokładne i powtarzalne pomiary. Dla oznaczenia SGT (SGT – *supracrestal gingival thickness*) brzeg czoła sondy powinien stykać się od strony koronowej z miejscem dna szczeliny dziąsłowej (ryc. 2, 3). Dla określenia CGT (CGT – *crestal gingival thickness*) brzeg apikalny sondy przyłożonej do powierzchni dziąsła zrogowaciałego powinien kontaktować z MGJ (ryc. 4), a dla pomiaru wartości MGT (MGT – *mucosal gingival thickness*) brzeg koronowy sondy, dotykającej powierzchni ruchomej błony śluzowej powinien stykać się z MGJ (ryc. 5). Po wyborze trybu badania A-scan, aparat każdorazowo uruchamia się nożnym przyciskiem i po indywidualnie ustalonym czasie opóźnienia (od 2 do 9 sekund) następuje 10-krotny automatyczny pomiar. Na ekranie monitora pojawia się średnia wartość razem z odchyleniem standardowym (ryc. 6–9).

Dla zapisania w urządzeniu wyników

uzyskanych z pomiarów grubości tkanek miękkich w nowych punktach stworzony został nowy autorski program. Dotychczas zapis cyfrowy wartości GT w punktach GT1 i GT2 w diagramie odpowiadającym kwadrantom uzębienia i numerem zębów znajdował się w zakładce MAPA. W nowym oprogramowaniu zakładka otrzymała nazwę MAPA1. Natomiast w nowej zakładce MAPA2 uzyskuje się obraz diagramu, na którym wybierany jest także kwadrant uzębienia i numer zęba. W wyniku dotknięcia odpowiedniego okienka diagramu, automatycznie zapisana zostaje wartość poszczególnych pomiarów – FGT, SGT, CGT, MGT. Po powrocie do trybu A-scan, wykonywany jest pomiar w kolejnym punkcie. Czynności powtarza się aż do zapisania wszystkich potrzebnych danych (ryc. 10). Następnie, po wybraniu numeru zęba, na ekranie pokazuje się obraz przekroju badanej jednostki zębodołowej z zaznaczonymi po prawej stronie wartościami grubości tkanek miękkich (ryc. 11). Po stronie lewej znajdują się pola, po dotknięciu których można zapisać ustaloną wcześniej klinicznie lokalizację GM, CAL, MGJ względem punktu referencyjnego znajdującego się na powierzchni tkanek twardych zęba. Ma to istotne znaczenie przy ustalaniu grubości tkanek miękkich w nowych punktach pomiarowych. Tym punktem powinien być najbardziej apikalnie położony punkt granicy szkliwno-cementowej zęba CEJ, tzw. zenit korony anatomicznej. W przypadku zniszczenia CEJ, np. w wyniku abrazji, należy ją odtworzyć i oznaczyć punkt zenitu korony anatomicznej lub obrać inny punkt położony na największej wypukłości korzenia (*midbuccal*). W warunkach fizjologicznych wartość CAL jest zapisywana jako zero, natomiast w przypadku choroby przyzębia i niezapalnych chorób przebiegających z obnażeniem powierzchni korzeni wartość CAL jest większa, co oznacza utratę przyczepu klinicznego. Dla potrzeb

zapisania wartości parametrów klinicznych na proponowanym schemacie ustalono, że na osi pionowej wartość zero jest przypisana punktowi referencyjnemu, czyli CEJ/REF. Miejsca znajdujące się na osi pionowej bardziej koronowo mają wartość dodatnią, a zlokalizowane bardziej apikalnie – wartość ujemną, co należy uwzględnić przy wprowadzaniu danych zarówno przy zębach górnych, jak i dolnych. Jednostką na obu osiach wykresu są milimetry, ale na osi pionowej całe, wyrażające wartości sondowania i pomiarów dokonywanych przy użyciu sondy periodontologicznej kalibrowanej co 1 mm, a na osi poziomej dziesiąte milimetra, wyrażające grubości tkanek miękkich przyzębia. Jedynie punkt GM może być zlokalizowany ponad CEJ (wartości dodatnie w warunkach zdrowia przyzębia). Punkt CAL w zdrowiu znajduje się w punkcie CEJ (CAL = 0), a przy dowierzchołkowej utracie posiada wartość ujemną. GM może być także równe zero, jeżeli brzeg dziąsła jest zlokalizowany na poziomie CEJ. Najczęściej jednak wartość GM jest większa od zera nie tylko w warunkach zdrowia, ale także w przypadku zapalenia dziąseł i przyzębia. Natomiast w przypadku występowania recesji dziąsłowej należy wpisać odpowiednio wartość ujemną. Położenie granicy śluzówkowo-dziąsłowej w zdrowiu powinno być zapisane wartością ujemną, ale w sytuacji braku dziąsła zrogowaciałego będzie opisane wartością zero (na rysunku nie będzie widoczna strefa dziąsła). Podczas fizjologicznego rozwoju zdarza się, że ząb wyrzyna się poza dziąsłem w obrębie ruchomej błony śluzowej albo dziąsło ulega zniszczeniu w wyniku urazu lub choroby przyzębia. Punkt pomiarowy grubości ruchomej błony śluzowej (MGT) może być wtedy zlokalizowany nad i poniżej CAL (to odpowiednio FGT i SGT w warunkach zdrowia). Znając położenie punktów orientacyjnych (CEJ, CAL, GM, MGJ) w stosunku do punktu referencyjnego

case of measurements of the smallest thickness values of the gingiva, the transgingival probing method was the source of more mistakes. Similar conclusions were made by Slak et al. [11], who analysed the measuring accuracy of the invasive method and the ultrasound method on a phantom imitating the gingiva and the maxillary bone, and on the jaw of a pig in the scope of *in vitro* biometry.

Both invasively and ultrasonographically, gingival thickness was measured in the majority of cases in the so-called GT1 point (gingival thickness 1), located in the middle of the keratinised gingiva's width, and in the GT2 point – 2 mm apically in relation to the mucogingival junction (MGJ), although it was the thickness of the mobile mucosa covering the jaws that was measured [5, 10, 12]. Gingival thickness was measured invasively in a different point by Zucchelli et al. [13]. They used an injection needle with a silicone limiter with a diameter of 3 mm in the transgingival probing method. The needle placed inside the limiter was introduced in a repetitive manner 1.5 mm apically in relation to the gingival margin. Bednarz [14] uses the Pirop® (Echo-Son S.A.) ultrasonic device with a frequency of 20 MHz and a probe with a diameter of the front surface totalling 1.7 mm. It provides an opportunity to measure soft tissues covering teeth and maxillary bones in the A-scan mode and in the TM-Mode presentation, during which it is possible to register tissue thickness during probe movements on the surface. The measuring range is 0.2–6 mm. An ultrasonic impulse sent from the transducer with the speed of 1540 m/s, having reached perpendicularity with the surface of a denser structure of the bone or tooth, returns to the device within a specific period of time. The distance covered by the impulse is calculated automatically, the metric value of which is the thickness of the examined gingiva. Thanks to such a small head, it has been possible to measure gingival thickness not in one, but in several points [3].

### Presentation

The gingiva stretches between the mobile mucous membrane, with which it creates the so-called mucogingival junction (MGJ), and the gingival margin (GM), and is referred to as keratinised tissue (KT). In healthy conditions, the cemento-enamel junction (CEJ) and the part of the dental crown with enamel is covered by the gingiva, which is limited from the outside by the gingival fissure.

A correct gingiva is attached on CEJ to the surface of a tooth; hence it creates the so-called clinical attachment level (CAL). The gingiva between CAL and the gingival margin (GM) is not attached to the surface of a tooth and is referred to as free gingiva (FG). The gingiva between CAL and MGJ is attached to the surface of a tooth and the alveolar crest. Its part located more coronally than the alveolar crest (AC) is called the supracrestal gingiva (SG) and the gingiva located more apically is the crestal gingiva (CG). The supracrestal gingiva is referred to as the biological width of a tooth (BW). In order to determine free gingival thickness (FGT) the edge of the frontal part of the probe in the Pirop® biometer should be positioned coronally above CAL, reaching the gingival margin. To improve the effects of an FGT examination, a dental plugger may be introduced into the gingival fissure (fig. 1). After positioning the front part of the probe, which is in contact with the surface of the free gingiva, perpendicular to its flat surface, very accurate and repeatable measurements are obtained. In order to determine SGT (supracrestal gingival thickness), the front edge of the probe should contact the bottom of the gingival fissure from the coronal side (fig. 2, 3). In order to measure CGT (crestal gingival thickness), the apical edge of the probe pressed to the surface of keratinised gingiva should be in contact with MGJ (fig. 4), and to measure the MGT (mucosal gingival thickness) value, the coronal edge of the probe in contact with the surface of mobile mucosa should adjoin MGJ (fig. 5). Having selected the A-scan mode, the device is activated each time with a foot-operated button; after an individually set period of delay (from 2 to 9 seconds) a tenfold automatic measurement is performed. The average value with a standard deviation is displayed on the screen (fig. 6–9). New and genuine software was designed and developed to record results obtained during measurements of soft tissue thickness in new points. So far, the digital recording of the GT values in points GT1 and GT2 in a diagram corresponding to dentition quadrants and tooth numbers was located in the MAPA tab. The name of the TAB has been changed to MAPA1 in the new software. A new tab – MAPA2 – makes it possible to view a diagram, from which it is also possible to select a given dentition quadrant and tooth number. After tapping the appropriate diagram window, the value of individual measurements is automatically saved – FGT, SGT, CGT, and MGT. After returning

CEJ/REF, można kontrolować zachodzące z upływem czasu zmiany grubości tkanek miękkich. Podobnie po zabiegach chirurgicznych, mających na celu poprawę warunków anatomicznych przyzębia, mimo zmiany topografii (bo pogrubiamy dziąsła przy użyciu przeszczepów i przesuwamy tkanki miękkie po ich rozcięciu w kierunku dokoronowym, apikalnym lub bocznym), można w tych samych punktach ocenić zmianę parametrów grubości dziąsła, a nawet zobrazować utworzenie dziąsła w miejscu, w którym wcześniej znajdowała się ruchoma błona śluzowa.

Jeżeli nieoznaczona jest lokalizacja brzegu kości wyrostka zębodołowego (AC), to po wpisaniu tych wartości i potwierdzeniu kliknięciem, te punkty orientacyjne są otwarzane na wykresie. Po zapisaniu wszystkich niezbędnych wartości klinicznych dla danego zęba powinno się zatwierdzić całość. Wtedy, używając odpowiednich funkcji, można obraz wydrukować lub zapisać na nośniku pamięci i przenieść go do bazy danych pacjenta. Obecnie trwają prace nad programem, który umożliwiłby archiwizację i przetwarzanie uzyskanych danych po ich przeniesieniu do komputera. Wewnętrzna pamięć urządzenia Pirop® jest bowiem niewielka, co uniemożliwia nawet przechowywanie danych. W niedalekiej przyszłości należy przewidywać powstanie możliwości trójwymiarowej wizualizacji tkanek miękkich pokrywających kości szczęk i otaczających zęby.

Salmon i wsp. [7] stosując prototyp aparatu B-scan o częstotliwości 25 MHz,

przedstawili możliwość oznaczania m.in. głębokości szczeliny dziąsłowej i brzegu kości wyrostka zębodołowego, ale na podstawie analizy powstającego obrazu. Prototyp jednak nie został wprowadzony do produkcji.

Nowym pomysłem jest ultrasonograficzna identyfikacja punktu AC dokonywana w trybie TM-Mode aparatu Pirop®. We własnych niepublikowanych jeszcze badaniach dotyczących powtarzalności pomiarowej tego urządzenia, przeprowadzonych u 10 pacjentów ze zdrowym przyzęciem w zakresie górnych zębów siecznych i kłów, wykazano istotne statystycznie różnice pomiędzy wartościami SGT i CGT. Średnia wartość CGT zmierzona w 60 miejscach wyniosła  $0,75 \pm 0,19$  mm i była mniejsza w stosunku do SGT, która wyniosła  $1,24 \pm 0,23$  mm. Dlatego postanowiono wykorzystać ten fakt w ustalaniu miejsca na powierzchni dziąsła, odpowiadającego lokalizacji brzegu kości wyrostka zębodołowego (AC). W trakcie przesuwania czuła sondy po powierzchni dziąsła (ryc. 12), na ekranie aparatu zauważalny jest moment zmniejszenia wartości pomiarowej grubości dziąsła (ryc. 13, 14). Ten punkt powinien zostać zaznaczony na powierzchni dziąsła (ryc. 15) i określony odpowiednią odległością od punktu referencyjnego (CEJ/REF), co w diagramie, w polu AC, zapisywane jest odpowiednio wartością ujemną.

Zaplanowano przeprowadzenie eksperymentu naukowego, którego celem będzie ocena dokładności określania położenia AC przy użyciu biometru Pirop® w powyżej

to the A-scan mode, a measurement in the next point is made. The activities are repeated until all the necessary data have been recorded and saved (fig. 10). Then, after clicking a specific tooth number, a cross section of the examined dento-gingival unit is displayed on the screen with soft tissue thickness value marked on the right side (fig. 11). On the left side you can find buttons which are used to save the previously set clinical location of GM, CAL, MGJ in relation to the reference point found on the surface of a tooth's hard tissues. It is of significant importance when determining the thickness of soft tissues in new measurement points. This should be the most apically located point of the cemento-enamel junction, the so-called anatomical crown zenith. In the case of CEJ destruction, e.g. as a result of abrasion, it needs to be recreated and the anatomical crown zenith point should be marked or another point located on the largest root convexity (midbuccal) should be selected. In physiological conditions, the CAL value is recorded as zero, while in the case of a periodontal disease and non-inflammatory diseases accompanied by the denudation of root surfaces, the CAL value is greater, which means clinical attachment level loss. For the sake of saving clinical parameter values, the proposed scheme specifies that the zero value on the vertical axis is assigned to the reference point, i.e. CEJ/REF. The places located more coronally on the vertical axis have a positive value and the ones located more apically have a negative value, which needs to be taken into account when entering data concerning both the upper and lower teeth. Millimetres are used on both axes – absolute values on the vertical axis expressing values of probing and measurements made with the use of the periodontal probe calibrated to 1 mm, and fractions of millimetre on the horizontal axis expressing periodontium's soft tissue thickness.

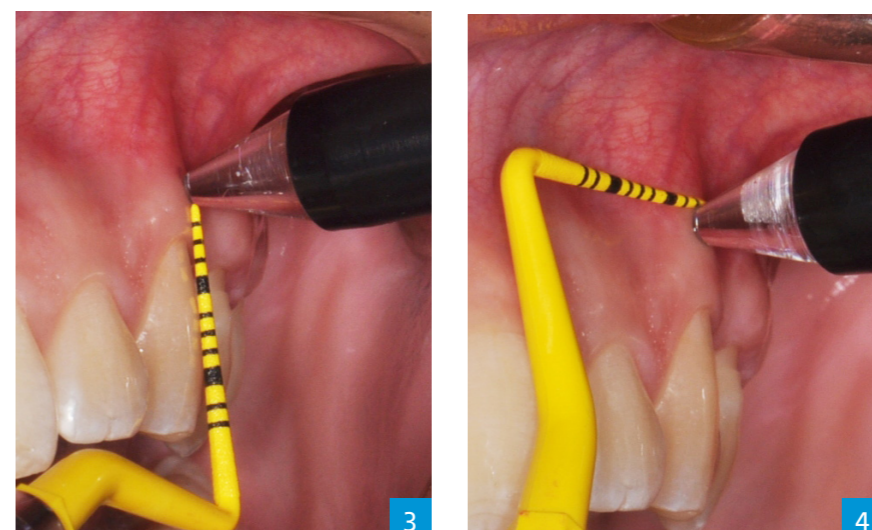
Only the GM point can be located above CEJ (positive values in the conditions of a healthy periodontium). The CAL point in healthy conditions is located in the CEJ point (CAL = 0), and has a negative value in the case of an apical loss. GM can also equal 0 if the gingival margin is located on a CEJ level. Most often, however, the GM value is greater than zero not only in healthy conditions, but also during periodontitis and gingivitis. Meanwhile, an appropriate negative value needs to be entered in the cases of gingival recessions. The location of the mucogingival junction in healthy

**Kois badając przy użyciu periodontometru odległość pomiędzy brzegiem dziąsła i crista alveolaris, w grupie dorosłych pacjentów udowodnił istnienie przynajmniej 3 kategorii szerokości biologicznej.**

After examining – with the use of a periodontometer – the distance between the gingival margin and the alveolar crest, in a group of adult patients, Kois demonstrated the presence of at least 3 categories of biological width.



Ryc. 1. Ultradźwiękowy pomiar grubości dziąsła wolnego (FGT) z użyciem nakładacza stomatologicznego przy zębie 23.



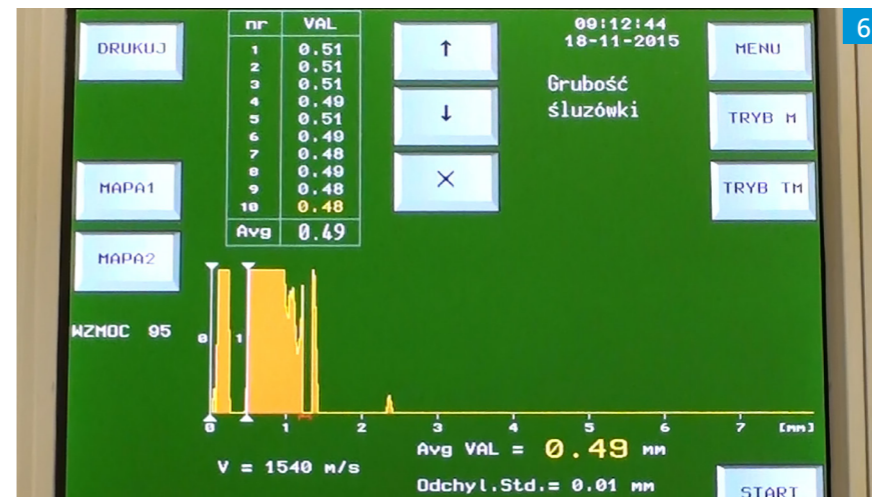
Ryc. 2. Pomiar głębokości sondowania przy zastosowaniu sondy periodontologicznej.

Fig. 2. Probing depth measurement using a periodontal probe.



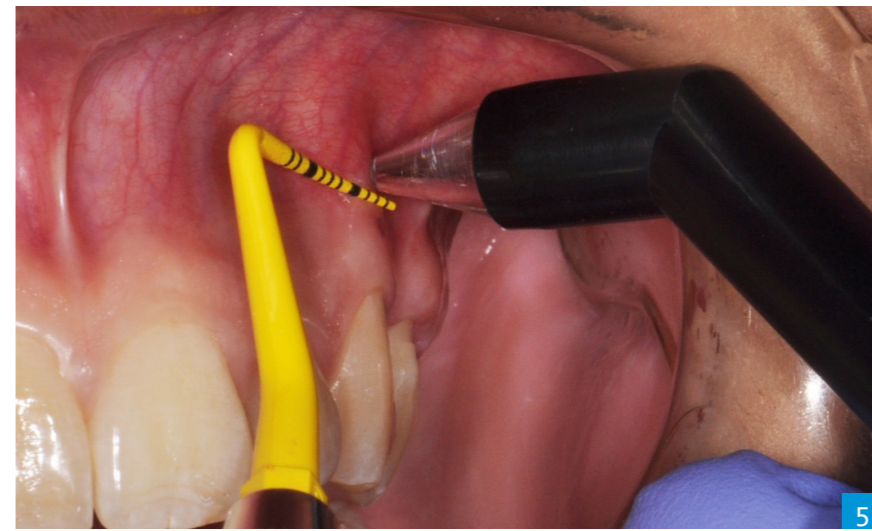
Ryc. 3. Ultradźwiękowy pomiar grubości dziąsła nadwyrostkowego (SGT) przy zębie 23.

Fig. 3. Ultrasonic measurements of supracrestal gingival thickness (SGT) near tooth 23.



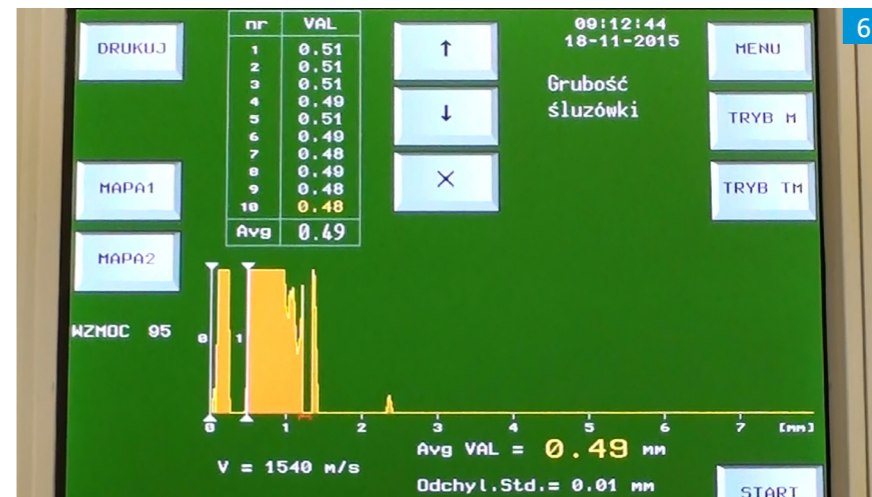
Ryc. 4. Ultradźwiękowy pomiar grubości dziąsła wyrostkowego (CGT) przy zębie 23.

Fig. 4. Ultrasonic measurements of crestal gingival thickness (CGT) near tooth 23.



Ryc. 5. Ultradźwiękowy pomiar grubości ruchomej błony śluzowej (MGT) przy zębie 23.

Fig. 5. Ultrasonic measurements of mucosal gingival thickness (MGT) near tooth 23.



Ryc. 6. Zapis średniej wartości FGT i odchylenia standardowego na ekranie urządzenia.

Fig. 6. Recording of the average FGT value and standard deviation on the screen of the device.

opisany sposób, a także metodą inwazyjną – *transsulcular probing* (TSP) w porównaniu do bezpośredniego pomiaru u pacjentów, u których będą wykonywane zabiegi chirurgiczne augmentacji dziąseł.

Bezpośrednio przed i w trakcie takiego zabiegu wykonanego u pacjentki ustalono położenie brzegu kości wyrostka zębodołowego przy zębie 23 trzema metodami, uzyskując ultradźwiękowo wartość 3 mm (ryc. 16), metodą TSP – 2,9 mm (ryc. 17), a metodą pomiaru bezpośredniego – 3,4 mm (ryc. 18). Wcześniej dokonano pomiarów grubości tkanek miękkich metodą ultradźwiękową i parametrów klinicznych przy użyciu sondy periodontologicznej przy tym zębie, co zostało zapisane w urządzeniu (ryc. 1–15).

**Dyskusja**

Kluczowym elementem w diagnostyce periodontologicznej dla oznaczania szerokości biologicznej jest określenie położenia brzegu kości wyrostka zębodołowego, głównie od strony przedstonkowej, ale także językowej zęba.

W znieczuleniu miejscowym w sposób inwazyjny ustala się wartość szerokości biologicznej przy użyciu igły iniekcyjnej lub narzędzia endodontycznego z nasuniętym nań silikonowym ogranicznikiem. Narzędzie powinno być wprowadzone do rowka dziąsłowego w kierunku szczytu wyrostka zębodołowego zgodnie z długą osią zęba (TSP – *transsulcular probing*), aż do kontaktu z *alveolar crest*. Następnie stoper zostaje dosunięty do brzegu dziąsła, a po wyjęciu narzędzia z tkanek przyzębia wartość pomiarowa zostaje odczytana na kalibratorze Pearsona lub suwmiarce ortodontycznej. Od uzyskanej wartości należy odjąć wartość głębokości sondowania PD (PD – *probing depth*). Zanatta i wsp. [15] oraz Vandana i wsp. [16] uważają metodę TSP za najdokładniejszą wśród dostępnych metod pomiarowych.

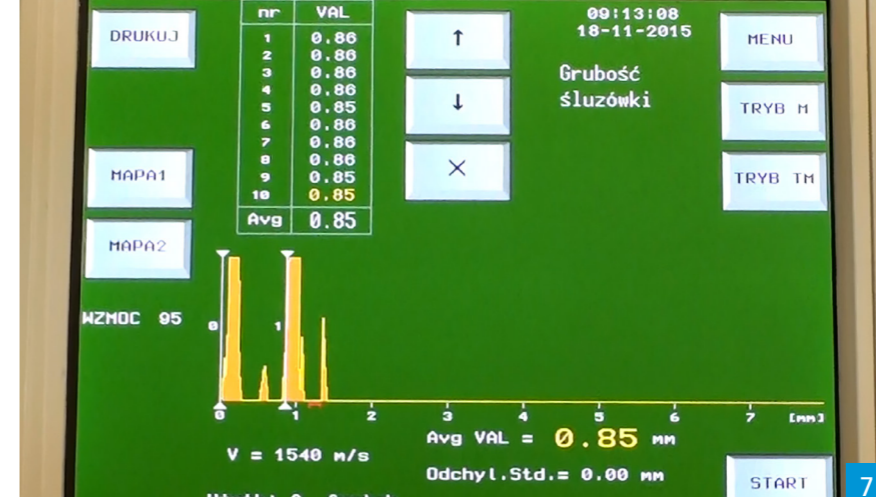
W warunkach fizjologicznych szerokość

biologiczna zęba rozpościera się pomiędzy CEJ a *alveolar crest*, a jej średnia wartość w populacji dorosłej wynosi około 2,5–3,5 mm [17, 18]. Kois [18] badając przy użyciu periodontometru odległość pomiędzy brzegiem dziąsła i *crista alveolaris*, w grupie dorosłych pacjentów udowodnił istnienie przynajmniej trzech kategorii szerokości biologicznej. W znacznej większości przypadków (85%) szerokość biologiczna po stronie policzkowej określana była jako normalna i wynosiła 3,0 mm, a w przestrzeniach międzyzębowych 3,0–4,5 mm. U 13% badanych pacjentów autor stwierdził występowanie wąskiej strefy biologicznej, kiedy wynosiła ona poniżej 3,0 mm zarówno w projekcji korzeni zębów, jak i interproksymalnie. Tylko u 2% badanych ujawniono szeroką strefę biologiczną, która od strony labialnej wynosiła więcej niż 3,0 mm, a w przestrzeniach międzyzębowych ponad 4,5 mm. Autor podkreśla, że zachowanie odpowiedniego umiejscowienia brzegów koron protetycznych od brzegu kości wyrostka zębodołowego pozwala – w zależności od stwierdzonej kategorii szerokości biologicznej – na zachowanie tkanek przyzębia w optymalnym stanie. Z kolei Zanatta i wsp. [15] u 21 pacjentów przy 36 zębach przeznaczonych do zabiegu wydłużenia chirurgicznego koron klinicznych stwierdzili, że szerokość biologiczna wynosiła średnio 2,05 mm. Należy jednak pamiętać, że BW jest indywidualna i powinna być mierzona u każdego pacjenta.

Podjęcie decyzji o zabiegu wydłużenia koron klinicznych zębów opiera się o bardzo wnikliwą ocenę wielu parametrów i szczegółów, w tym także o położenie brzegu dziąsła w stosunku do połączenia szkliwno-cementowego (CEJ) i brzegu kości wyrostka zębodołowego oraz ocenę odległości CEJ do najbardziej koronowo położonego punktu kości wyrostka zębodołowego od strony policzkowej [15, 19]. Wiedza dotycząca położenia *alveolar crest*

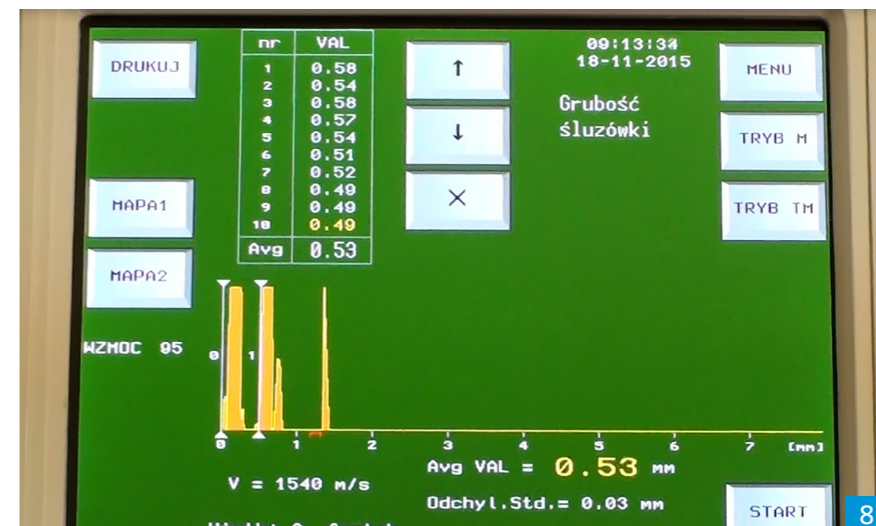
conditions should be recorded with a negative value, but in the situation of keratinised gingiva absence it will have a zero value (the gingival zone will not be visible in the picture). During physiological development it sometimes happens that a tooth is erupting outside the gingiva within mobile mucosa or the gingiva is destroyed as a result of a trauma or a periodontal disease. Then, the measuring point of mucosal gingival thickness (MGT) can be located above and below CAL (FGT and SGT, respectively, in healthy conditions). Being aware of the location of specific landmarks (CEJ, CAL, GM, MGJ) in relation to the reference point CEJ/REF, it is possible to control changes in soft tissue thickness taking place over time. Similarly, after surgical procedures aimed at improving the anatomical conditions of the periodontium, despite a change in the topography (due to the fact that the gingiva is thickened using grafts and soft tissues are moved after being cut in the coronal, apical or lateral direction), it is possible to evaluate – in the same points – the change of gingival thickness parameters and even visualise the formation of the gingiva in the place where mobile mucosa was located previously.

If the location of the alveolar crest (AC) is not determined, after entering the values and confirming them with a click, these landmarks are reproduced on a diagram. Having saved all the required clinical values for the given tooth, everything should be confirmed and approved. Then, using appropriate functions, it is possible to print the image or save it on a data storage device and transfer to the patient's database. Development work on the software is currently under way, which will enable archiving and processing of the data after their transfer into a computer. The internal memory of the Pirop® device is small, which does not enable to store the data. In the near future, we may predict that three-dimensional visualisation of the soft tissues covering the bones of jaws and surrounding teeth may be available. Using a prototype of a B-scan device, operating with the frequency of 25 MHz, Salmon et al. [7] presented a possibility of determining among others the depth of the gingival fissure and the alveolar crest on the basis of an analysis of the reconstructed image. Unfortunately, the prototype has not been put into production. Ultrasound identification of the AC point made in the TM-Mode of the Pirop® device is a new concept. In the author's



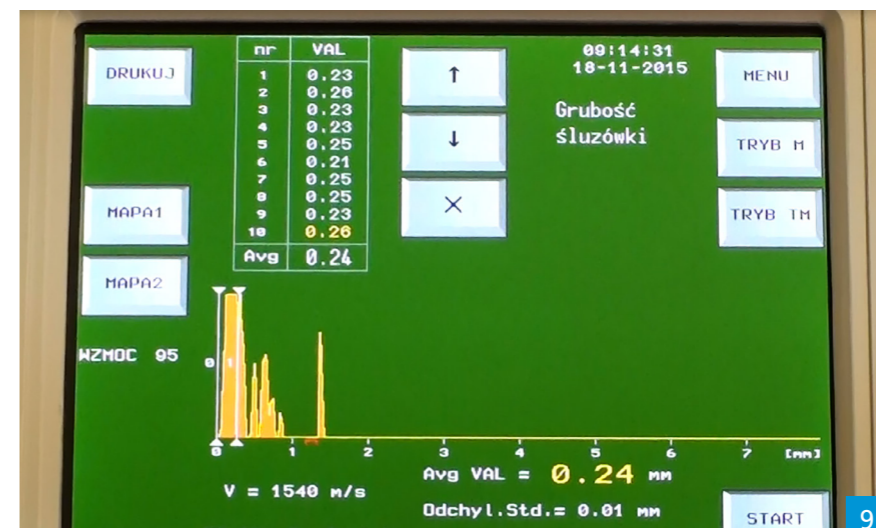
Ryc. 7. Zapis średniej wartości SGT i odchylenia standardowego na ekranie urządzenia.

Fig. 7. Recording of the average SGT value and standard deviation on the screen of the device.



Ryc. 8. Zapis średniej wartości CGT i odchylenia standardowego na ekranie urządzenia.

Fig. 8. Recording of the average CGT value and standard deviation on the screen of the device.



Ryc. 9. Zapis średniej wartości MGT i odchylenia standardowego na ekranie urządzenia.

Fig. 9. Recording of the average MGT value and standard deviation on the screen of the device.



Ryc. 10. Widok wprowadzonych wartości GT, mierzonych w poszczególnych miejscach na największej wypukłości korzenia (*midbuccal*) przy zębie 23 od strony przedstonkowej.

Fig. 10. View of GT values entered, measured in particular places on the largest convexity of the root (*midbuccal*) near tooth 23 from the vestibular side.

przy zębach i implantach, szczególnie od strony wargowej przed rozpoczęciem leczenia, w jego trakcie i w fazie podtrzymującej leczenia, ma istotne znaczenie dla określania procesów odnowy i utraty kości wyrostka zębodołowego [17, 20–23]. W implantologii stomatologicznej brak lub nieznaczna utrata kości wyrostka jest jednym z kryteriów oceny powodzenia leczenia [24]. Według Geigera [20] poziom kości wyrostka zębodołowego i jej grubość są rozwojowymi czynnikami ryzyka powstawania recesji dziąsłowych. Olson i Lindhe [21] określając biotypy przyzębia, stwierdzili, że na jego charakter ma głównie wpływ grubość dziąsła i kości wyrostka zębodołowego od strony przedsionkowej, co dodatkowo ma korelować z kształtem zębów siecznych szczęki. Zbliżony do jedności stosunek szerokości do długości koron klinicznych tych zębów świadczyć ma o grubym biotypie przyzębia, a wąskie i długie korony kliniczne o biotypie cienkim [25]. Cook i wsp. [17] oceniając przyzębie w zakresie zębów siecznych i kłów u 60 pacjentów wykazali obecność węższego dziąsła zrogowiałego, większej odległości brzegu kości od granicy szklino-cementowej i cieńszej wargowej blaszki kości skorelowanej z cienkim biotypem periodontologicznym w porównaniu do biotypu grubego.

Mandelaris i wsp. [22] wskazują na duże znaczenie znajomości struktur kości wyrostka zębodołowego od strony policzkowej dla właściwego planowania i osiągnięcia pozytywnych rezultatów leczenia ortodontycznego. Dzięki ocenie powstałej na podstawie tomograficznego pomiaru kości wyrostka zębodołowego od strony policzkowej (CBCT – cone beam computed tomography) można według autorów oszacować ryzyko niepowodzenia takiego postępowania i jednocześnie w trudnych warunkach wybrać alternatywną metodę leczenia, opartą najczęściej o postępowanie interdyscyplinarne (ITD – interdisciplinary

dentofacial therapy).

Braut i wsp. [26] dokonywali detekcji kości od strony wargowej (facial bone) i jej pomiarów dla zębów przednich szczęki przy zastosowaniu CBCT u 125 pacjentów przy 498 zębach. Pierwszy punkt pomiarowy (MP1) znajdował się 4 mm apikalnie od CEJ, a drugi w middle of the root position – (MP2). Autorzy donoszą, że w 90% przypadków kość była cieńsza niż 1 mm, przy czym w MP1 w 62,9%, a w MP2 w 80,1%. Kości nie stwierdzono w 25,7% w MP1 i w 10% w MP2. Kość grubości 1 mm i więcej znajdowała się tylko w 11,4% w MP1 i 9,8% w MP2. Autorzy podkreślają duże znaczenie tych informacji dla planowania leczenia, zwłaszcza implantologicznego. Badania na zwierzętach przeprowadzone przez Araújo i wsp. [27] oraz Tomasiego i wsp. [28] wykazały, że w ciągu 4–8 tygodni po ekstrakcji zębów z cienką blaszką przedsionkową dochodzi do resorpcji kości od strony wargowej o około 2–3 mm. Jeżeli zatem kość od strony wargowej jest cienka i/lub występuje dehiscencja/fenestracja, należy zaplanować jej augmentację, a jeżeli jest gruba ( $\geq 1$  mm), można bezpośrednio po ekstrakcji zęba wykonać implantację.

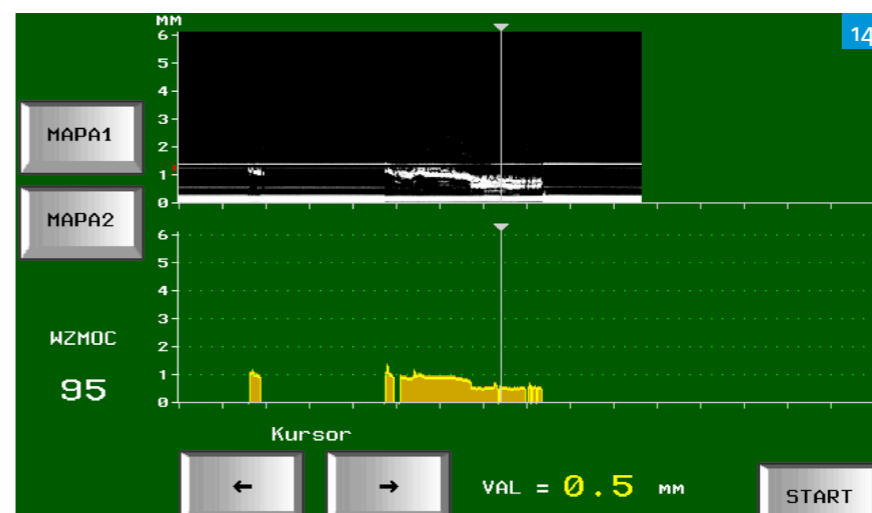
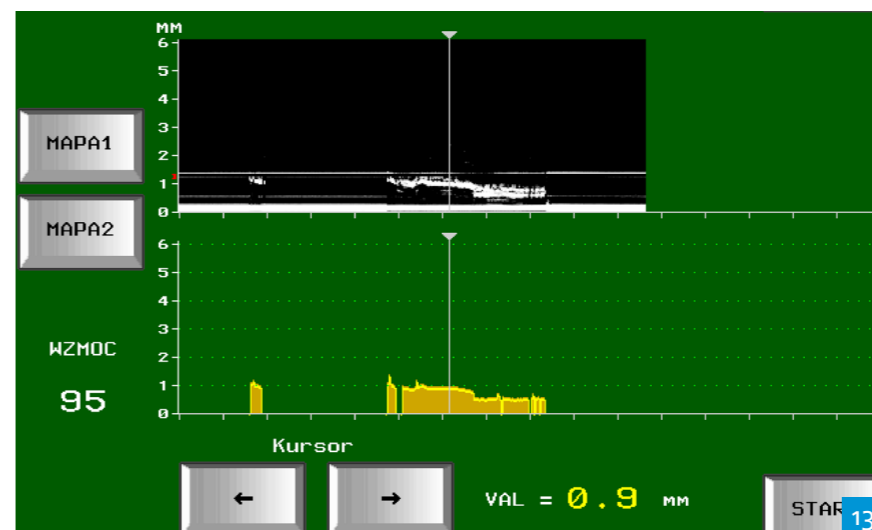
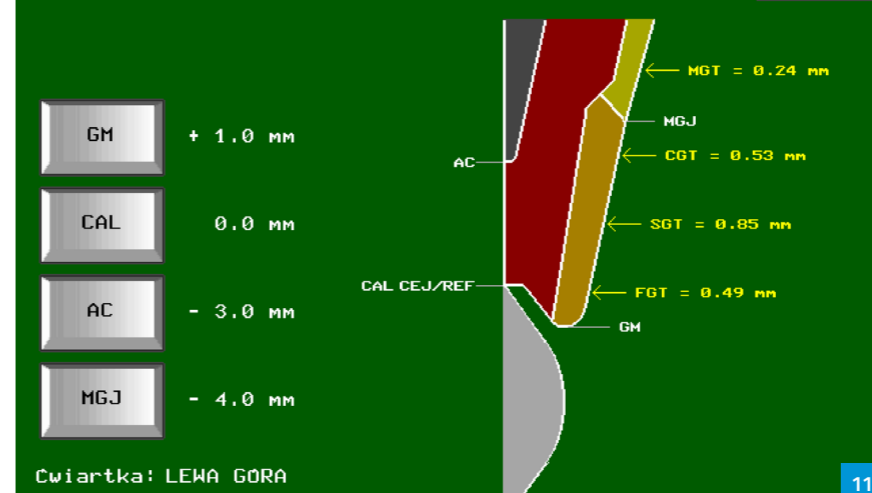
Dehiscencja została zdefiniowana przez Daviesa i wsp. [29] jako ubytek kości – co najmniej 4 mm wysokości w stosunku do interproximal crestal bone. Fenestrację określono jako ubytek kości wyrostka zębodołowego odsłaniającego korzeń zęba, ale nieobejmujący brzegu wyrostka zębodołowego (alveolar margin).

Badając 146 czaszek współczesnych mieszkańców Ameryki, Rupperecht i wsp. [30] udowodnili istnienie dodatniej korelacji pomiędzy występowaniem dehiscencji i fenestracji oraz cienkiej kości wyrostka zębodołowego. Średnia liczba zębów przypadająca na jedną badaną czaszkę wynosiła 22,7 zęba. Ze wszystkich 3315 zębów w 4,1% stwierdzono dehiscencję, a w 9% fenestrację kości od strony policzkowej.

own, not yet published research studies concerning measurement repeatability of this device, carried out in 10 patients with healthy periodontium in the vicinity of upper incisors and canine teeth, statistically significant differences were found between the SGT and CGT values. The CGT mean value, measured in 60 places, totalled  $0.75 \pm 0.19$  mm and was smaller in relation to SGT, which was  $1.24 \pm 0.23$  mm. Therefore, a decision was made to use this fact to determine the place on the surface of the gingiva that corresponds to the location of the alveolar crest (AC). While moving the probe on the surface of the gingiva (fig. 12), the moment when the measurement value of gingiva thickness reduces can be seen on the screen of the device (fig. 13, 14). This point should be marked on the gingival surface (fig. 15) and its distance from the reference point (CEJ/REF) should be determined, which is recorded in the diagram in the AC field with a negative value, respectively. A scientific experiment was planned, the aim of which would be to evaluate the accuracy of AC location determination using the Pirop® biometer in the manner described above as well as with the invasive method – transsulcular probing (TSP), in comparison with a direct measurement in the patients in whom surgical procedures of gingival augmentation were intended to be performed. Directly before and during such a procedure conducted in a female patient, the location of the alveolar crest near tooth 23 was determined based on three methods, and the following results were recorded: ultrasonic method – 3 mm (fig. 16), TSP method – 2.9 mm (fig. 17), direct measurement – 3.4 mm (fig. 18). Measurements of soft tissue thickness were conducted previously using the ultrasonic method and clinical parameters with the use of a periodontal probe were recorded near the said tooth, which was also recorded in the device (fig. 1–15).

### Discussion

Finding the location of the alveolar crest, mainly from the vestibular and glossal side of the tooth, is one of the key elements in periodontal diagnostics as regards the determination of biological width. In topical anaesthesia, the biological width value is measured in an invasive manner using an injection needle or an endodontic tool with a silicone limiter applied. The tool should be inserted into a gingival groove towards the apex



Ryc. 11. Widok diagramu przedstawiającego schemat badanej jednostki zębodołowej wraz z wprowadzonymi danymi klinicznymi.

Fig. 11. View of the diagram which presents a scheme of the examined dento-gingival unit with clinical data entered.

Ryc. 12. Badanie ultrasonograficzne w trybie TM-Mode pozwalające na biometrię tkanek miękkich podczas przesuwania sondy.

Fig. 12. Ultrasound scan in the TM-Mode enabling to perform the biometry of soft tissues during probe movements.

Ryc. 13. Zapis badania biometrycznego w trybie TM-Mode z zaznaczoną wartością grubości dziąsła nadwyrostkowego (SGT).

Fig. 13. Biometric examination registration in the TM-Mode with the supracrestal gingival thickness (SGT) value.

Ryc. 14. Zapis badania biometrycznego w trybie TM-Mode z zaznaczoną wartością grubości dziąsła wyrostkowego (CGT).

Fig. 14. Biometric examination registration in the TM-Mode with the crestal gingival thickness (CGT) value.

Miejscami, w których najczęściej stwierdzano obecność dehiscencji, były dolne kły (12,9%), a fenestracja była obecna najczęściej w pierwszych górnych zębach trzonowych (37%).

Dominia [23] oceniając na zdjęciach telerentgenowskich wysokość kości wyrostka zębodołowego przy przyśrodkowych zębach siecznych w żuchwie, zakładała, że hipotetyczny punkt brzegu kości (CEJ2) powinien znajdować się 2 mm w kierunku apikalnym od CEJ. Wielkość dehiscencji kostnej ustalano, mierząc odległość pomiędzy punktem CEJ2 i najbardziej koronowo i doprzędno położonym punktem kości wyrostka zębodołowego pomiędzy przyśrodkowymi zębami siecznymi w żuchwie (ID – *infradentale*). Na podstawie stworzonego modelu regresji wielokrotnej autorka udowodniła, że szerokość wargowa kości żuchwy, wysokość blaszki przedśionkowej i wiek pacjenta są parametrami mającymi istotny wpływ na powstawanie recesji dziąsłowych. Wartości mniejsze niż 16° dla kąta szerokości wargowej kości, większe niż 1,4 mm dla dehiscencji kostnej i większe niż 24 lata dla wieku pacjenta pozwalały wytłumaczyć ich potencjalny wpływ recesjogenny w 72%. Uwzględniając istnienie dodatniej korelacji pomiędzy obecnością dehiscencji kości wyrostka zębodołowego i jego grubości od strony policzkowej, można założyć, że nieinwazyjne, ultrasonograficzne ustalenie

poziomu jej brzegu może wstępnie kwalifikować pacjenta do bardziej wnikliwej diagnostyki tomograficznej. Jeżeli natomiast ustalone położenie brzegu kości wyrostka zębodołowego nie budzi zastrzeżeń, to w powiązaniu z grubością dziąsła nadzębodołowego przekraczającą 1 mm oraz przynajmniej 0,7 mm dziąsła wyrostkowego można zrezygnować z badania tomograficznego.

Dzięki tym informacjom można by także lepiej zaplanować przebieg zabiegu chirurgicznego lub implantologicznego i jego zakres w kontekście czasu fotelowego. Ultrasonograficzna diagnostyka tkanek przyzębia przed i w trakcie leczenia ortodontycznego pozwoliłaby na odpowiednią kwalifikację do metody postępowania, a także na wykonanie periodontologicznej interwencji mającej na celu augmentację dziąsła w momencie stwierdzenia nadmiernej utraty jego objętości i dowierchołkowej wędrowki przyczepu klinicznego oraz brzegu kości wyrostka zębodołowego.

### Podsumowanie

Poszukiwania badaczy mają na celu znalezienie diagnostycznej metody nieinwazyjnej, możliwej do częstego powtarzania, niedrogiej i umożliwiającej lepsze opisywanie tkanek przyzębia, w tym grubości dziąsła i określenie położenia brzegu kości wyrostka zębodołowego. Zastosowanie

of the alveolar ridge in compliance with the long axis of the tooth (TSP – transsulcular probing), until contact with the alveolar crest is made. Then, the limiter is moved to the gingival margin and, after removing the tool from the periodontal tissues, the measured value is recorded on the Pearson's calibrator or an orthodontic calliper. The PD value (probing depth) should be subtracted from the value obtained. Zanatta et al. [15] and Vandana et al. [16] consider the TSP method to be the most accurate one in comparison with other methods of measurement.

In physiological conditions, the biological width of a tooth stretches between CEJ and the alveolar crest, and its average value in adult population oscillates from about 2.5 to 3.5 mm [17, 18].

After examining – with the use of a periodontometer – the distance between the gingival margin and the alveolar crest, in a group of adult patients, Kois [18] demonstrated the presence of at least 3 categories of biological width. In the majority of cases (85%) the biological width on the buccal side was referred to as normal and totalled 3.0 mm, whereas in interdental spaces it was from 3.0 mm to 4.5 mm.

In 13% of the examined patients the author confirmed the existence of narrow biological width, which was below 3.0 mm both in the projection of dental roots and interproximally. A wide biological zone, which was more than 3.0 mm from the labial side and more than 4.5 mm in interdental spaces, was observed only in 2% of the patients. The author emphasises that keeping the correct location of the edges of a prosthetic crown in relation to the alveolar crest enables – depending on the category of biological width confirmed – maintenance of periodontal tissue in the optimal condition. On the other hand, Zanatta et al. [15], after a research study on a group of 21 patients with 36 teeth intended for a procedure of surgical elongation of clinical crowns, measured that the biological width was 2.05 mm on average. However, BW is an individual feature and should be measured in every patient. A decision to conduct a procedure of clinical crown elongation is based on a very thorough evaluation of a number of parameters and details, including the location of the gingival margin in relation to the cemento-enamel junction (CEJ) and the alveolar crest, as well as the evaluation of the distance of CEJ from the most coronally located point of the alveolar crest from the buccal side [15, 19]. Being aware

**Uwzględniając istnienie dodatniej korelacji pomiędzy obecnością dehiscencji kości wyrostka zębodołowego i jego grubości od strony policzkowej, można założyć, że nieinwazyjne, ultrasonograficzne ustalenie poziomu jej brzegu może wstępnie kwalifikować pacjenta do bardziej wnikliwej diagnostyki tomograficznej.**

Considering the existence of a positive correlation between the presence of alveolar crest dehiscence and its thickness from the buccal side, we may assume that non-invasive, ultrasound determination of its margin level may be used during the patient's initial qualification for more thorough tomographic diagnostics.



15

**Ryc. 15.** Zaznaczony markerem punkt na powierzchni dziąsła, w którym następowała zmiana odczytywanej na ekranie aparatu grubości dziąsła. Prawdopodobne umiejscowienie brzegu kości wyrostka zębodołowego (AC).

**Fig. 15.** The point on the gingival surface marked with a marker pen where a change in the recorded gingival thickness was visible on the screen of the device. Probable location of the alveolar crest (AC).



16

**Ryc. 16.** Pomiar odległości brzegu kości wyrostka zębodołowego (AC) określonego ultrasonograficznie do połączenia szklwno-cementowego (CEJ/REF).

**Fig. 16.** Measurement of the distance between the alveolar crest (AC) determined ultrasonographically and the cemento-enamel junction (CEJ/REF).



17

**Ryc. 17.** Pomiar odległości brzegu kości wyrostka zębodołowego (AC) wykonanego inwazyjnie metodą *transsulcular probing* do połączenia szklwno-cementowego (CEJ/REF).

**Fig. 17.** Measurement of the distance between the alveolar crest (AC) determined using the invasive method of transsulcular probing and the cemento-enamel junction (CEJ/REF).



18

**Ryc. 18.** Śródzabiegowy, bezpośredni pomiar odległości brzegu kości wyrostka zębodołowego (AC) do połączenia szklwno-cementowego (CEJ/REF).

**Fig. 18.** Intratreatment direct measurement of the distance between the alveolar crest (AC) and the cemento-enamel junction (CEJ/REF).

ultrasonografii wydaje się być w tej sytuacji ciekawym rozwiązaniem, aczkolwiek na drodze do skonstruowania urządzenia używanego w mikrobiagnostyce stomatologicznej stoją różne ograniczenia – duże czoło sondy, stosowanie powtarzalnej siły nacisku na badane tkanki, kąt odgięcia sondy, pofałdowania powierzchni kostnego podłoża i zębów itd. Prace nad udoskonalaniem biometru PiroP® i jego oprogramowania są aktualnie prowadzone.

Praca w redakcji: 10.01.2016

Praca po recenzji: 23.01.2016

Praca skierowana do druku: 05.02.2016

## Piśmiennictwo References:

- Baum G. i wsp.: Observation of internal structures of teeth by ultrasonography. *Science*, 1963, 139: 495–496.
- Slak B. i wsp.: Enamel thickness measurement with a high frequency ultrasonic transducer-based hand-held probe for potential application in the dental veneer placing procedure. *Acta Bioeng. Biomech.*, 2011, 13, 1: 65–70.
- Bednarz W., Slak B.: Biometria ultradźwiękowa tkanek miękkich jamy ustnej – problemy kliniczne. *Mag. Stomatol.*, 2013, 5: 66–73.
- Dominiak M., Konopka T.: Porównawcze badania kliniczne wykorzystania błon resorbowalnych i przeszczepów podnabłonkowej tkanki łącznej w leczeniu recesji dziąsłowych [w]: *Postępy w chirurgii słuźówkowo-dziąsłowej*. Red.: Konopka T., Ziętek M., Wrocław 2001, s. 77–104.
- Savitha B., Vandana K.L.: Comparative assessment of gingival thickness using transgingival probing and ultrasonographic method. *Indian J. Dent. Res.*, 2005, 16, 4: 135–139.
- Müller H.P., Eger T., Schorb A.: Gingival dimen-

- sions after root coverage with free connective tissue grafts. *J. Clin. Periodontol.*, 1998, 25, 5: 424–430.
- Salmon B., Le Denmat D.: Intraoral ultrasonography: development of a specific high-frequency probe and clinical pilot study. *Clin. Oral Investig.*, 2012, 16, 2: 643–649.
- Müller H.P., Stahl M., Eger T.: Dynamics of mucosal dimensions after root coverage with a bioresorbable membrane. *J. Clin. Periodontol.*, 2000, 27, 1: 1–8.
- Müller H.P. i wsp.: Thickness of masticatory mucosa. *J. Clin. Periodontol.*, 2000, 27, 6: 431–436.
- 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, 4: 481–489.
- Slak B. i wsp.: Assessment of gingival thickness using an ultrasonic dental system prototype: A comparison to traditional methods. *Ann. Anat.*, 2015, 199: 104–108.
- da Silva R.C. i wsp.: Root coverage using the coronally positioned flap with or without a subepithelial connective tissue graft. *J. Periodontol.*, 2004, 75, 3: 413–419.
- Zucchelli G. i wsp.: Patient morbidity and root coverage outcome after subepithelial connective tissue and de-epithelialized grafts: a comparative randomized-controlled clinical trial. *J. Clin. Periodontol.*, 2010, 37, 8: 728–738.
- Bednarz W.: The thickness of periodontal soft tissue ultrasonic examination – current possibilities and perspectives. *Dent. Med. Probl.*, 2011, 48, 3: 303–310.
- Zanatta F.B. i wsp.: Comparison of different methods involved in the planning of clinical crown lengthening surgery. *Braz. Oral Res.*, 2010, 24, 4: 443–448.
- Vandana K.L., Savitha B.: Thickness of gingiva in association with age, gender and dental arch location. *J. Clin. Periodontol.*, 2005, 32, 7: 828–830.
- Cook D.R. i wsp.: Relationship between clinical periodontal biotype and labial plate thickness:

- an in vivo study. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, 2011, 31, 4: 345–354.
- Kois J.C.: The restorative-periodontal interface: biological parameters. *Periodontol.* 2000, 1996, 11: 29–38.
- Lanning S.K. i wsp.: Surgical crown lengthening: evaluation of the biological width. *J. Periodontol.*, 2003, 74, 4: 468–474.
- Geiger A.M.: Mucogingival problems and the movement of mandibular incisors: A clinical review. *Am. J. Orthod.*, 1980, 78, 5: 511–527.
- Olsson M., Lindhe J.: Periodontal characteristics in individuals with varying form of the upper central incisors. *J. Clin. Periodontol.*, 1991, 18, 1: 78–82.
- Mandelaris G.A. i wsp.: A classification system for crestal and radicular dentoalveolar bone phenotypes. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, 2013, 33, 3: 289–296.
- Dominiak M.: Własna metoda oceny prognozowania recesji przyzębia. *Rozprawa na stopień doktora habilitowanego*. Akademia Medyczna we Wrocławiu, Wrocław 2009.
- Dahlin C., Simion M., Hatano N.: Long-term follow-up on soft and hard tissue levels following guided bone regeneration treatment in combination with a xenogeneic filling material: a 5-year prospective clinical study. *Clin. Implant. Dent. Relat. Res.*, 2010, 12, 4: 263–270.
- De Rouck T. i wsp.: 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, 5: 428–433.
- Braut V. i wsp.: Thickness of the anterior maxillary facial bone wall: a retrospective radiographic study using cone beam tomography. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, 2011, 31, 2: 125–131.
- Araújo M.G. i wsp.: Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: an experimental study in dog. *J. Clin. Periodontol.*, 2005, 32, 6: 645–652.
- Tomasi C. i wsp.: Bone dimensional variations at implant placed in fresh extraction sockets: a multilevel multivariate analysis. *Clin. Oral Implants Res.*, 2010, 21, 1: 30–36.
- Davies R.M. i wsp.: Alveolar defects in human skulls. *J. Clin. Periodontol.*, 1974, 1: 107–111.
- Rupprecht R.D. i wsp.: Prevalence of dehiscences and fenestrations in modern American skulls. *J. Periodontol.*, 2001, 72, 6: 722–729.

Lista piśmiennictwa dostępna jest także w formie elektronicznej na stronie [www.edentico.pl](http://www.edentico.pl).

of the location of the alveolar crest in the vicinity of teeth and implants, particularly from the labial side, before treatment begins, during its course and in the treatment-supporting phase has significant importance for the determination of regeneration processes and alveolar crest loss [17, 20–23]. In dental implantology, the absence or insignificant loss of the alveolar bone is one of the criteria determining therapeutic success or failure [24]. According to Geiger [20], the alveolar crest level and its thickness are the developmental risk factors of gingival recessions. When identifying periodontium biotypes, Olson and Lindhe [21] revealed that it is mainly affected by the thickness of the gingiva and the alveolar crest from the vestibular side, which is said to additionally correlate with the shape of the maxillary incisors. The close-to-unity relationship of the width and length of the clinical crowns of these teeth is intended to determine the thick periodontium biotype, while narrow and long clinical crowns indicate the thin biotype [25]. When examining the periodontium within the scope of incisors and canine teeth in 60 patients, Cook et al. [17] revealed the presence of a narrower keratinised gingiva, a greater distance of the alveolar crest from the cemento-enamel junction, and a thinner labial bone lamella correlated with the thinner periodontal biotype as compared to the thick biotype. Mandelaris et al. [22] indicate greater importance of the knowledge of the alveolar crest structures from the buccal side in the proper planning and obtaining positive results of orthodontic treatment. Thanks to an evaluation on the basis of a tomographic measurement of the alveolar crest from the buccal side (CBCT – cone beam computed tomography), it is possible – according to the authors – to estimate the risk of failure of such a procedure and at the same time, and in difficult conditions, select an alternative therapeutic method based most often on an interdisciplinary dentofacial therapy (ITD). Braut et al. [26] performed bone detection from the labial side (facial bone) and conducted its measurements for the front teeth of the maxilla using CBCT in 125 patients (498 teeth). The first measurement point (MP1) was located 4 mm apically in relation to CEJ, and the second one was in the middle of the root position (MP2). The authors report that in 90% of cases the bone was thinner than 1 mm – in 62.9% in MP1 and in 80.1% in MP2. No bone was found in 25.7% in

MP1 and in 10% in MP2. The bone whose thickness was 1 mm and more was detected only in 11.4% in MP1 and in 9.8% in MP2. The authors underline the great importance of this information for the process of treatment planning, especially in implantology. Experiments carried out on animals by Araújo et al. [27] and by Tomasi et al. [28] showed that within 4–8 weeks after the extraction of teeth with a thinner vestibular lamella, bone resorption by approximately 2–3 mm from the labial side took place. Therefore, if the bone from the labial side is thin and/or dehiscence/fenestration is observed, its augmentation needs to be planned; if the bone is thick ( $\geq 1$  mm), implementation can be conducted immediately after tooth extraction. Dehiscence was defined by Davies et al. [29] as a bone defect of at least 4 mm of its height in relation to the interproximal crestal bone. Fenestration is referred to as an alveolar crest defect with tooth root denudation, but without any alveolar margin coverage. Rupprecht et al. [30] proved the presence of a positive correlation between the occurrence of dehiscence and fenestration and a thin alveolar crest after analysing 146 skulls of contemporary inhabitants of America. An average number of teeth per one skull examined were 22.7 teeth. Among all 3315 teeth, dehiscence was confirmed in 4.1%, while bone fenestration from the buccal side in 9%. The places where the presence of dehiscence was revealed most often were lower canine teeth (12.9%), while fenestration was present in the majority of cases in the first upper molars (37%). When evaluating – based on tele-roentgenograms – the height of the alveolar crest near medial incisors in the mandible, Dominiak [23] assumed that the hypothetical point of alveolar margin (CEJ2) should be located 2 mm in the apical direction in relation to CEJ. The size of bone dehiscence was determined by measuring the distance between CEJ2 and the point of the alveolar crest located in the most coronal and anterior direction between the medial incisors in the mandible (ID – infradentale). Based on the created model of multiple regression, the author demonstrated that the labial width of the mandibular bone, the height of the vestibular lamella and the patient's age were the parameters that had a significant influence on the formation of gingival recessions. Values smaller than  $16^\circ$  for the bone's labial width angle, greater than 1.4 mm for bone dehiscence and greater than 24 years for the patient's age made it possible to explain their

potential influence on the development of recessions in 72% of cases. Considering the existence of a positive correlation between the presence of alveolar crest dehiscence and its thickness from the buccal side, we may assume that non-invasive, ultrasound determination of its margin level may be used during the patient's initial qualification for more thorough tomographic diagnostics. On the other hand, if the determined location of the alveolar margin does not raise any objections, in combination with the supracrestal gingival thickness exceeding 1 mm and the thickness of the crestal gingiva totalling at least 0.7 mm, it is possible to resign from a tomographic examination. Based on this information, a surgical or implant procedure can be planned more easily and its scope in terms of the time spent in a dental chair can be optimised. Ultrasound diagnostics of periodontal tissues before and during orthodontic treatment would make it possible to properly qualify patients for the most suitable method of treatment, as well as to perform a periodontal intervention aimed at gingival augmentation at the time of revealing an excessive loss of its volume and the apical movement of the clinical attachment level and the alveolar margin.

## Conclusion

The studies carried out by researchers are intended to find a non-invasive diagnostic method, possible to be repeated frequently, inexpensive and enabling better description of periodontal tissues, including gingival thickness and the location of the alveolar margin. The use of ultrasonography seems to be an interesting solution; however, there are various limitations and obstacles on the way to designing and creating a special device used in dental microdiagnostics – large front surface of the probe, the application of repeatable forces of pressure on the tissues examined, the probe's angle of reflection, the plication of the osseous surface and teeth, etc. Work aimed to improve the PiroP® biometer and its software is currently in progress.

Received: 10.01.2016

Revised: 23.01.2016

Accepted: 05.02.2016

Wojciech Bednarz MD PhD

The list of references is also available in an electronic form on [www.edentico.pl](http://www.edentico.pl).