

## Wykorzystanie rentgenogramów 2D do oceny skuteczności wtórnych przeszczepów kości do wyrostka zębodołowego u pacjentów z rozszczepem wargi i podniebienia. Przegląd piśmiennictwa

## *The use of 2D radiographs for the assessment of effectiveness of secondary alveolar bone grafting in patients with cleft lip and palate. A literature review*

Marcin Stasiak<sup>1</sup> **A B D E F**

Anna Wojtaszek-Słomińska<sup>2</sup> **A D E F**

Bogna Racka-Pilszak<sup>3</sup> **D E F**

**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>1,2,3</sup> Zakład Ortodontji, Wydział Lekarski, Gdański Uniwersytet Medyczny  
*Department of Orthodontics, Medical University of Gdańsk*

### Streszczenie

Rozszczepy wargi górnej, wyrostka zębodołowego szczęki i podniebienia (CLP) stanowią najczęstszą wadę rozwojową występującą w obrębie twarzowej części czaszki. Protokół leczenia chirurgicznego CLP obejmuje zabieg wtórnego autogennego przeszczepu kości do wyrostka zębodołowego (SABG). **Cel.** Celem pracy był przegląd metod służących do oceny SABG u pacjentów z CLP na podstawie

### Abstract

Clefts of the lip and the palate (CLP) represent the most common craniofacial developmental defects. The CLP surgical treatment protocol involves an autogenous secondary alveolar bone grafting (SABG). **Aim.** The aim of the study was to review the methods for the SABG assessment in CLP patients based on 2D radiographs and the assessment of the effectiveness of the foregoing surgical

<sup>1</sup> Lek. dent., w trakcie specjalizacji z ortodontji / *DDS, postgraduate student*

<sup>2</sup> Dr hab. n. med., specjalista ortodonta, specjalista I<sup>o</sup> stomatologii dziecięcej / *DDS, Assistant Professor, specialist in orthodontics, specialist I<sup>o</sup> in paediatric dentistry*

<sup>3</sup> Dr n. med., specjalista ortodonta, specjalista I<sup>o</sup> stomatologii ogólnej, kierownik Zakładu Ortodontji / *DDS, PhD, specialist in orthodontics, specialist I<sup>o</sup> in general dentistry, Head of the Department of Orthodontics*

Dane do korespondencji / *Correspondence address:*

Marcin Stasiak  
Zakład Ortodontji Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego  
Al. Zwycięstwa 42c  
80-210 Gdańsk  
e-mail: marcinstasiak@gumed.edu.pl

rentgenogramów 2D oraz ocena skuteczności powyższej procedury chirurgicznej na podstawie tych metod. **Materiał i metody.** Przeprowadzono analizę publikowanych prac z lat 1981–2018 dotyczących oceny SABG u pacjentów z CLP na podstawie rentgenogramów 2D. Do przeglądu zakwalifikowano 19 prac, których materiałem był ściśle związany z założeniami pracy. **Wyniki.** Większość spośród analizowanych prac wykorzystuje pojedyncze pooperacyjne zdjęcie rentgenowskie. Pozostałe badania bazują na dwóch lub trzech projekcjach. Dostępnych jest siedem podstawowych metod oraz trzy modyfikacje służące ocenie skuteczności SABG. Sposoby oceny SABG na podstawie rentgenogramów 2D są podobne. Głównym kryterium oceny skuteczności zabiegu jest położenie brzegu kości wyrostka w obrębie rozszczepu względem sąsiadujących z rozszczepem korzeni zębów. Klasyfikacje te różnią się stopniem złożoności i sposobem przedstawiania wyników. Najczęściej wykorzystywaną metodą oceny była skala Abyholm (Bergland). We wszystkich badaniach wykorzystujących rentgenogramy 2D wykazano skuteczność SABG wynoszącą od 71 do 95 proc. **Wnioski.** 1. Metody oceny SABG na podstawie rentgenogramów 2D są użytecznym sposobem oceny procedury chirurgicznej. 2. Badania z wykorzystaniem metod oceny na podstawie rentgenogramów 2D wskazują na dużą skuteczność procedury SABG. (Stasiak M, Wojtaszek-Słomińska A, Racka-Pilszak B. Wykorzystanie rentgenogramów 2D do oceny skuteczności wtórnych przeszczepów kości do wyrostka zębodołowego u pacjentów z rozszczepem wargi i podniebienia *Przeгляд piśmiennictwa. Forum Ortod* 2018; 14: 199-213).

Nadesłano: 14.06.2018

Przyjęto do druku: 27.09.2018

**Słowa kluczowe:** rozszczep wargi i podniebienia, wtórny przeszczep kości do wyrostka zębodołowego

## Wstęp

Rozszczepy wargi górnej, wyrostka zębodołowego szczęki i podniebienia (CLP) stanowią najczęstszą wadę rozwojową występującą w obrębie twarzowej części czaszki. Cechami charakterystycznymi rozszczepów są braki ciągłości anatomicznej oraz niedorozwój tkanek w obrębie wady. Do zaburzenia dochodzi na skutek działania czynników genetycznych oraz środowiskowych (1).

Standardem leczenia pacjentów z rozszczepami jest postępowanie interdyscyplinarne. Podstawowy protokół leczenia chirurgicznego CLP obejmuje zabieg plastyki wargi, plastyki podniebienia i autogennego przeszczepu kości do wyrostka zębodołowego. Przeszczepy kości do wyrostka zębodołowego u pacjentów z rozszczepami można podzielić na pierwotne, wtórne i trzeciorzędowe (2).

procedure based on those methods. **Material and methods.** Papers, published in the years 1981-2018, regarding SABG assessment in CLP patients based on 2D radiographs were reviewed. Nineteen papers in which the material was closely associated with the study assumptions were qualified for the review. **Results.** A major part of the papers under analysis use a single post-operative radiograph. The others are based on two or three radiographic projections. There are seven basic methods and three modified methods used for the assessment of SABG effectiveness. The SABG assessment methods based on 2D radiographs are similar to one another. The main criterion of surgery effectiveness is the position of the alveolar process edge within the cleft with relation to the tooth roots adjacent to the cleft. Said classification results differ in terms of the degree of complexity and the manner of presentation of the surgery outcomes. The Abyholm (Bergland) scale was the most commonly applied assessment method. As demonstrated in all the studies in which 2D radiographs were used, the SABG effectiveness varied from 71% to 95%. **Conclusions.** 1. The SABG assessment methods based on 2D radiographs are a useful manner of surgical procedure assessment. 2. The studies in which the SABG assessment methods based on 2D radiographs are used demonstrate a high effectiveness of the SABG procedure. (Stasiak M, Wojtaszek-Słomińska A, Racka-Pilszak B. The use of 2D radiographs for the assessment of effectiveness of secondary alveolar bone grafting in patients with cleft lip and palate. *A literature review. Orthod Forum* 2018; 14: 199-213).

Received: 14.06.2018

Accepted: 27.09.2018

**Key words:** lip and palate cleft, secondary alveolar bone grafting

## Introduction

Clefts of the upper lip, the alveolar process and the palate (CLP) represent the most common congenital orofacial malformation. Clefts are characterized by a lack of anatomic continuity and an incomplete tissue development within the malformed region. Such defect is caused by the action of genetic and environmental factors (1).

Interdisciplinary management is a standard treatment of patients with clefts. An elementary surgical protocol for CLP treatment embraces plastic surgery of the lip, plastic surgery of the palate and autogenous alveolar bone grafting. Alveolar bone grafting in patients with clefts can be divided into primary, secondary and tertiary (2).

In the first half of the twentieth century, primary osteoplasty involving the use of autogenic bone grafts was performed with simultaneous primary lip closure. However, in subsequent observations it was demonstrated that when

*The use of 2D radiographs for the assessment of effectiveness of secondary alveolar bone grafting...*

W połowie XX wieku pierwotna osteoplastyka z wykorzystaniem autogennych przeszczepów kostnych była wykonywana jednocześnie z pierwotnym zamknięciem wargi. Jednakże późniejsze obserwacje wykazały, że ta metoda u pacjentów w późniejszym wieku powoduje następczy niedorozwój szczęki (3–5).

Przeszczepy wtórne kości do wyrostka zębodołowego (SABG) są wykonywane w okresie uzębienia mieszanego. Pierwszego opisu tej metody dokonali Boyne i Sands w 1972 roku (6). W zależności od momentu wykonania procedury chirurgicznej przeszczepy wtórne dzieli się na wczesne (przed wyrznięciem zęba stałego siecznego bocznego) oraz późne (korzeń kła jest uformowany w  $\frac{1}{2}$ – $\frac{1}{3}$  swojej całkowitej długości) (7). Wspomniana metoda jest praktykowana w większości ośrodków zajmujących się leczeniem pacjentów z całkowitymi rozszczepami podniebienia.

Trzeciorzędowy przeszczep kości do wyrostka (w okresie uzębienia stałego) ma zastosowanie u pacjentów dorastających oraz dorosłych, u których szczelina rozszczepu nie została zamknięta przeszczepem kostnym przed wyrznięciem się kła (2).

Celami zabiegu przeszczepu kości do wyrostka zębodołowego są zamknięcie przetoki ustno-nosowej, stabilizacja segmentów szczęki oraz zapewnienie podparcia dla skrzydełek nosa (8).

Aby prowadzić dalsze leczenie ortodontyczne pacjenta po przeszczepie kostnym, trzeba znać jego efekt. Rezultat SABG wpływa na prawidłowe ustawienie zębów w strefie rozszczepu, a w przypadku braku zęba – na decyzję o jego uzupełnieniu bądź zamknięciu luki. Istnieją różne metody oceny przeszczepów kostnych na podstawie rentgenogramów 2D. Jednocześnie w literaturze brak aktualnych publikacji poruszających ten temat kompleksowo, dlatego przeprowadzono przegląd piśmiennictwa.

## Cel

Celem pracy był przegląd metod służących do oceny wyników SABG u pacjentów z CLP na podstawie rentgenogramów 2D oraz ocena skuteczności tej procedury chirurgicznej na podstawie tych metod.

## Materiał i metody

Przeprowadzono analizę publikowanych prac z lat 1981–2018 dotyczących oceny przeszczepów kości autogennej u pacjentów z CLP. Wykorzystano bazę PubMed, używając słów kluczowych: rozszczep wargi i podniebienia, wtórny przeszczep kości do wyrostka zębodołowego:

- P. (Population) co najmniej 30 pacjentów po zabiegu SABG
- I. (Intervention) rentgenodiagnostyka 2D (pantomogramy, zdjęcia zębowe, zgryzowe)
- C. (Comparison) niewymagane

the patient grows older the foregoing method causes secondary maxillary hypoplasia (3-5).

Secondary alveolar bone grafting (SABG) is performed in the mixed dentition period. The first description of that method was provided by Boyne and Sands in 1972 (6). Depending on the time when such surgical procedure is effected, secondary grafts are classified as early (before the permanent lateral incisor erupts) and late ones (when the canine tooth root is formed in  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{1}{3}$  of its total length) (7). The foregoing method is performed in most centres in which patients with complete palate clefts are treated.

A tertiary alveolar bone grafting (in the permanent dentition period) is done in adolescent and adult patients whose cleft fistula was not closed before canine tooth eruption (2).

The purpose of an alveolar bone grafting procedure is to close the oronasal fistula, stabilize maxillary segments and ensure support for the nostril wings (8).

In order to conduct further orthodontic treatment of a bone graft patient its effect should be known. The outcome of the SABG has an effect on the correct positioning of the teeth in the cleft site, and should a tooth be missing – on the decision to supply one or close the gap. Different methods are used for bone grafts to be evaluated based on 2D radiographs. At the same time, as there are no up-to-date publications in the literature touching on the subject in a complex manner, a literature review has been conducted.

## Aim

The aim of the paper was to review methods of assessment of SABG results in CLP patients based on 2D radiographs and evaluation of effectiveness of the surgical procedure based on those methods.

## Material and methods

Studies on autogenous alveolar bone grafting in CLP patients published in the years 1981-2018 were analysed. The PubMed base was used and the following key words were searched for: lip and palate cleft, alveolar bone grafting:

- P. minimum 30 patients who have undergone the SABG procedure
- I. 2D radiodiagnosics (orthopantomograms, dental and occlusal images)
- C. not required
- O. assessment method, procedure outcome.

There were 1498 papers found. Nineteen publications were classified for the review, in which the material was closely associated with the assumptions of this study (Fig.1). The following papers were excluded: those in which only primary or tertiary grafts were assessed, those using computer tomography (CT) or conical beam computer tomography (CBCT). From among the studies assessing the

O. (Outcome) metoda oceny, wynik zabiegu.

Odnaleziono 1498 artykuły. Do przeglądu zakwalifikowano 19 publikacji, których materiał był ściśle związany z założeniami pracy (ryc. 1). Wykluczono prace oceniające wyłącznie przeszczepy pierwotne lub trzeciorzędowe, wykorzystujące tomografię komputerową (CT) lub tomografię komputerową wiązką stożkową (CBCT). Spośród badań oceniających wyniki SABG wykluczono prace bez podanego okresu wykonania rentgenogramu pooperacyjnego z grupą badaną mniejszą niż 30 pacjentów, prace porównujące wyniki między różnymi ośrodkami oraz różne techniki zabiegowe.

## Wyniki

Po przeczytaniu zebranej literatury analizie tematycznej zostało poddanych 17 prac. Dwie prace przedstawiały metody oceny skuteczności SABG, natomiast zawarte w nich badania spełniały kryteria wykluczenia, w związku z czym nie zostały ujęte w zbiorczej tabeli (Ryc. 1).

W pierwszym etapie przeanalizowano metody wykorzystujące zdjęcia rentgenowskie 2D do oceny wyników SABG. W drugim etapie dokonano analizy osiągniętych rezultatów przedstawionych w zbiorczej tabeli.

Na przestrzeni lat rozwinęły się różne klasyfikacje radiologiczne służące do oceny skuteczności SABG na podstawie zdjęć rentgenowskich 2D. Dostępnych jest siedem podstawowych metod oraz trzy modyfikacje służące ocenie skuteczności SABG. Jedna z modyfikacji wykorzystuje jednocześnie dwie skale, przy czym jedną – w formie uproszczonej.

### Skala Abyholm (Bergland)

Metodę oceny skuteczności przeszczepu kości, polegającą na pomiarze uzyskanej wysokości przegrody międzyzębodołowej w miejscu rozszczepu względem zębów sąsiednich, zaproponowali w 1981 roku Abyholm i wsp. Autorzy wyróżnili 4 typy oceny skuteczności zabiegu SABG: 1. – wysokość przegrody w przybliżeniu normalna; 2. – co najmniej  $\frac{3}{4}$  normalnej wysokości (ubytek brzeżny do  $\frac{1}{4}$  długości korzenia); 3. – mniej niż  $\frac{3}{4}$  normalnej wysokości; 4. – niepowodzenie, brak ciągłego mostu kostnego (Ryc. 2).

Z klinicznego punktu widzenia typ 1 oraz 2 są wynikami akceptowalnymi (8, 9). Metoda Abyholm i wsp. jest uznawana za złoty standard (10). W wielu badaniach oceniających skuteczność przeszczepów kostnych do wyrostka zębodołowego ta klasyfikacja jest określana jako skala Bergland (10–13). Bergland był współautorem artykułu z 1981 roku (8). Jednakże publikacja, na którą się powołują autorzy tych prac, pochodzi z 1986 roku (9). Świadczy to o słuszności nazwy skala Abyholm.

Hynes i wsp. przedstawili modyfikację powyższej klasyfikacji polegającą na ocenie przegrody kostnej nie tylko od powierzchni grzbietu wyrostka zębodołowego, ale również od dna jamy nosowej. Ten pomiar jest prawdziwie reprezentatywny dla wysokości uzyskanej kości (11).

SABG, the papers were excluded in which the period of postoperative radiograph was not specified with the cohort smaller than 30 patients studied, and those in which results obtained by different health care centres and results of different procedure techniques were compared.

## Results

Once the literature collected was read, 17 papers underwent thematic analysis. Two of the papers did present methods of SABG effectiveness assessment but the research presented in them complied with the exclusion criteria whereby they were not included in the overall table (Fig.1).

During the first stage, methods using 2D radiograph images for the of SABG effectiveness assessment were analysed. In the second stage, analysis of the obtained results presented in the overall table was conducted.

Over the years, a number of different types of radiological classification for the SABG effectiveness assessment based on 2D radiograph images have been developed. Seven basic methods and three modifications for SABG effectiveness assessment are available. One of the modifications uses simultaneously two scales with one of them being used in a simplified form.

### The Abyholm (Bergland) scale

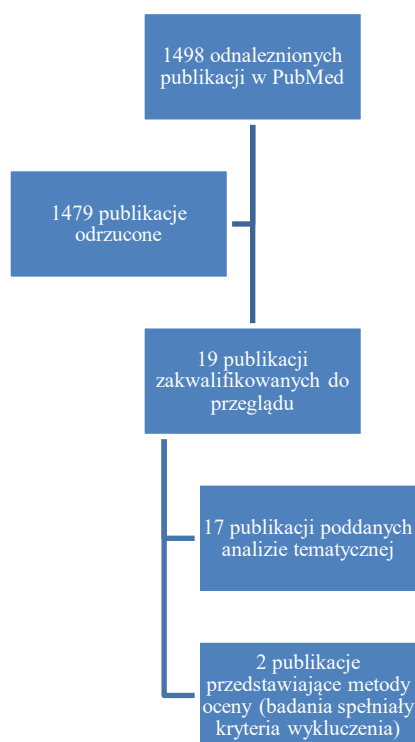
The bone grafting effectiveness assessment method consisting in the measurement of the obtained height of the interalveolar septum in the cleft site in relation to the adjacent teeth was proposed in 1981 by Abyholm et al. The authors distinguished 4 types of the assessment of SABG procedure effectiveness, namely, 1. – the height of the septum is approximately normal; 2. – at least  $\frac{3}{4}$  of the normal height (marginal loss up to  $\frac{1}{4}$  root length); 3. – less than  $\frac{3}{4}$  of the normal height; 4. - failure, osseous bridge non-existent (Fig.2).

From the clinical viewpoint, type 1 and type 2 are acceptable outcomes (8,9). The method of Abyholm et al. is considered to be the gold standard (10). In numerous studies assessing bone grafting effectiveness, this classification is defined as the Bergland scale (10-13). Bergland was a co-author of a paper from 1981 (8). However, the publication that the authors of those studies refer to comes from 1986 (9). This demonstrates that the 'Abyholm scale' term is the correct one.

Hynes et al. presented a modification of the foregoing classification which consists in the assessment of the osseous septum not only from the top of an alveolar process but also from the bottom of the nasal cavity. That measurement is truly representative for the height of the bone obtained (11).

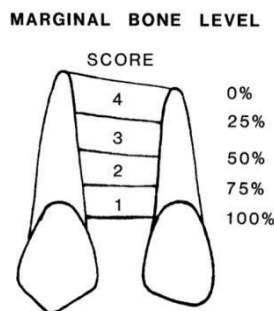
### The Enemark scale

The four-grade scale also recognizes as the reference point the height of the interalveolar septum in the cleft site in relation to the adjacent teeth: 1. – optimal rehabilitation



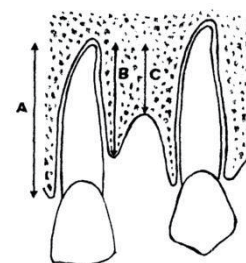
Rycina 1. Wybór literatury do przeglądu.

Figure 1. Selection of literature for review.



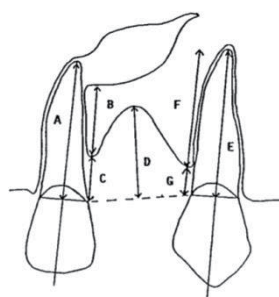
Rycina 3. Skala Enemark.

Figure 3. The Enemark scale.



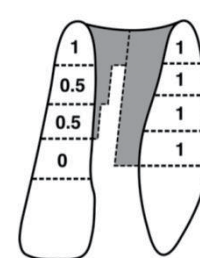
Rycina 4. Metoda Helms.

Figure 4. The Helms method.



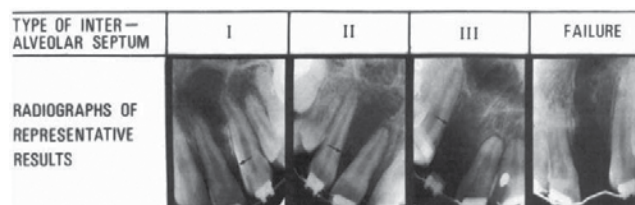
Rycina 5. Metoda Long.

Figure 5. The Long method.



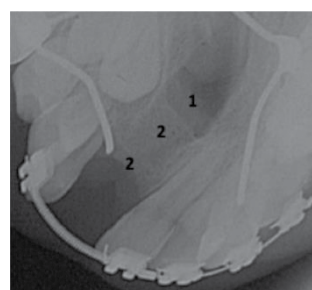
Rycina 6. Skala Chelsea.

Figure 6. The Chelsea scale.



Rycina 2. Skala Abyholm (Bergland).

Figure 2. The Abyholm (Bergland) scale.



Rycina 7. SWAG.

Figure 7. The SWAG (The Standardized Way to Assess Grafts) Method

### Skala Enemark

Czterostopniowa skala również uznaje za punkt odniesienia wysokość przegrody międzyzębodołowej w miejscu rozszczepu względem zębów sąsiednich: 1. – optymalne możliwości rehabilitacji (100–75 proc.); 2. – możliwości akceptowalne (75–50 proc.), 3. – możliwości nieakceptowalne (50–25 proc.), 4. – rehabilitacja pacjenta jest niemożliwa bez ponownej operacji (25 proc.–0) (Ryc. 3) (14).

### Metoda Helms

Polega na ocenie poziomu kości na mezjalanej powierzchni siekacza centralnego sąsiadującego z rozszczepem oraz w miejscu największego zagłębienia w obrębie mostu kostnego względem długości korzenia zęba siekacza centralnego (B/A oraz C/A) (Ryc. 4) (15). Przedstawione

opportunities (100-75 per cent); 2. – acceptable rehabilitation opportunities (75-50 per cent); 3. – unacceptable rehabilitation opportunities (5-25 per cent); 4. – patient's rehabilitation is impossible unless another surgery is conducted (25-0 per cent) (Fig. 3) (14).

### The Helms method

This method involves the assessment of the bone level on the mesial surface of the central incisor tooth adjacent to the cleft and in the deepest site within the osseous bridge with relation to the length of the central incisor root (B/A and C/A) (Fig. 4) (15). The presented research outcome complied with the exclusion criteria (the group of post-SABG patients was too small).

wyniki badań spełniały kryteria wykluczenia (za małą grupą badaną po SABG).

### Metoda Long

Metoda stanowi rozwinięcie metody Helms (15) i polega na ocenie ilości kości pokrywającej korzenie zębów sąsiadujących z rozszczepem w stosunku do długości korzeni. Pomiar jest wyrażany procentowo. W metodzie należy wykonać następujące pomiary: A – długość korzenia zęba położonego mezjalnie (od wierzchołka do połączenia szkliwno-cementowego); B – najbardziej koronowy przyczep kości wzdłuż dystalnej powierzchni korzenia zęba mezjalnego; C – położenie brzegu wyrostka na dystalnej powierzchni korzenia zęba mezjalnego; D – zakres wklęsłości w obrębie przeszczepu kostnego; E – długość korzenia zęba położonego dystalnie; F – najbardziej koronowy przyczep kości wzdłuż mezjalnej powierzchni korzenia zęba dystalnego; G – położenie brzegu wyrostka na mezjalnej powierzchni korzenia zęba dystalnego. Następnie procentowo wyznaczamy stosunek B/A, C/A, D/A, F/E oraz G/E (Ryc. 5). Autorzy za wskaźnik sukcesu uważają obecność mostu kostnego w przestrzeni rozszczepu (16).

Aurouze i wsp. przedstawili modyfikację tej analizy, wyróżniając 3 grupy wyników: 1. – wynik satysfakcjonujący (wszystkie wskaźniki w normie); 2. – wynik średni (co najmniej 1 wskaźnik w normie); 3. – wynik niesatysfakcjonujący (wszystkie wskaźniki poza normą) (17).

### Skala Kindelan

Jest to czterostopniowa skala oceniająca wysokość przegrody międzyzębodołowej w miejscu przeszczepu: stopień 1. – powyżej 75 proc. wypełnienia kością; stopień 2. – 50–75 proc.; stopień 3. – poniżej 50 proc.; stopień 4. – brak mostu kostnego. Stopień 1. oraz 2. są traktowane jako sukces terapeutyczny, 3. to częściowe, a 4. to całkowite niepowodzenie SABG. Ta metoda umożliwia ocenę skuteczności zabiegu SABG już na wczesnym etapie, ze względu na brak konieczności obecności wyrżniętego kła. Dodatkowy przeszczep może zostać wcześniej wykonany, jeżeli wynik pierwszej procedury jest niewystarczający (18).

### Skala Chelsea

Autorzy wprowadzili metodę opisującą położenie kości w obrębie rozszczepu względem sąsiadujących z rozszczepem korzeni zębów, która może być wykorzystana również w uzębieniu mlecznym. Autorzy zwrócili uwagę na fakt, że u części pacjentów most kostny znajduje się wyłącznie w koronowej części korzeni. Metoda składa się z dwóch etapów. Pierwszym jest stworzenie mapy kości w obrębie rozszczepu wyrostka. Rozszczep dzielimy na połowy pionową linią środka, a korzenie zębów sąsiadujących ze szczeliną – na cztery części liniami poziomymi. Zębem dystalnym może być kiel stały, a jeżeli ten jest niewyrżnięty, to inny ząb (w tym mleczny). Każdej z części korzenia jest

### The Long method

This method represents an enhanced version of the Helms method (15) and consists in the assessment of the amount of bone covering the roots of the teeth adjacent to the cleft with relation to the length of such roots. The measurement is expressed in per cent. The method requires taking the following measurements: A – the length of the mesial tooth (from the top to the cementum-enamel junction); B – the closest to the tooth crown located bone attachment along the distal surface of the mesial tooth root; C – the alveolar process margin located on the distal surface of the mesial tooth root; D – the concaveness range within the area of the bone graft; E – the length of the distal tooth root; F – closest to the tooth crown located bone attachment along the mesial surface of the distal tooth root; G – the alveolar process margin located on the mesial surface of the distal tooth root. Subsequently, the B/A, C/A, D/A, F/A and G/E (Fig. 5) relationships expressed in per cent were established. The authors deem the presence of an osseous bridge in the cleft space to be a success indicator (16).

Aurouze et al. presented a modification of that analysis by distinguishing 3 outcome groups: 1 – a satisfactory result (all the indicators comply with the standards); 2. – a result less than satisfactory (at least one indicator complying with the standards); 3 – an unsatisfactory result (none of the indicators complies with the standards) (17).

### The Kindelan scale

It is a four-grade scale for the assessment of the height of the interalveolar septum in the graft site: grade 1. – filled with bone in over 75 per cent; grade 2. – filled with bone in 50–75 per cent; grade 3. – filled with bone in less than 50 per cent; grade 4. – osseous bridge is missing. Grade 1. and 2. are deemed to be a therapeutic success, grade 3. – as a partial success and grade 4. As a complete SABG failure. The method enables the assessment of a SABG procedure as early as in the initial stage due to the fact that the presence of an erupted canine tooth is not necessary for such assessment. An additional graft can be performed earlier if the outcome of the first procedure is insufficient (18).

### The Chelsea scale

The authors introduced a method describing the position of the bones within the cleft area with relation to the tooth roots adjacent to the cleft, which can also be used in the deciduous dentition. The authors drew attention to the fact that in some of the patients the osseous bridge is located exclusively in the crown area of the roots. The method involves two stages. The first one is to create a map of the bones located in the area of the alveolar process cleft. The cleft is divided into two halves by a medial line and the roots of the teeth adjacent to the fistula – into four parts with horizontal lines. The distal tooth can be a permanent canine tooth, or another one if that one is unerupted

*The use of 2D radiographs for the assessment of effectiveness of secondary alveolar bone grafting...*

przyznawany wynik: 0 – brak kości od powierzchni korzenia do linii środka; 0,5 – obecna jest kość, która nie dochodzi do linii środka; 1 – kość rozprzestrzenia się od powierzchni korzenia do linii środka (Ryc. 6).

W ten sposób uzyskuje się 8-punktowy rezultat w postaci macierzy. Następnie w zależności od rozpiętości mostu kostnego w obrębie rozszczeptu oraz jego położenia względem sąsiadujących zębów, wyróżniamy 6 grup (A-F): A – co najmniej 75 proc. długości korzenia pokrytego kością od połączenia szkliwno-cementowego; B – co najmniej 25 proc. długości korzenia pokrytego kością od połączenia szkliwno-cementowego; C – ubytek kości na 25 proc. długości korzenia w okolicy koronowej; D – ubytek koronowej kości na 50 proc. długości korzenia w okolicy koronowej; E – brak mostu kostnego zarówno w okolicy wierzchołka, jak i połączenia szkliwno-cementowego (kość znajduje się pośrodku tych dwóch poziomów); F – co najmniej 75 proc. ubytku koronowej kości na powierzchni korzenia. Według autorów metody grupy A, B i C to wyniki satysfakcjonujące (10). Pojawia się również opinia, że tylko rezultaty A i C należy uznać za sukces terapeutyczny (13).

Toscano i wsp. do oceny wykorzystują skalę Abyholm (Bergland) oraz zmodyfikowaną skalę Chelsea. Ta ostatnia służy do poziomej oceny kości (stopnie 0; 0,5; 1). Za sukces terapeutyczny uznają przypadki, kiedy w porównaniu z rentgenogramem wykonanym tuż po zabiegu poziom kości w wymiarze pionowym i poziomym po roku jest równy lub lepszy, uzyskano stopień 1 wg Abyholm (Bergland) oraz 1 wg zmodyfikowanej skali Witherow (12).

**SWAG (Standardized Way of Assessing Grafts)**

Ocena polega na podziale rozszczeptu na trzy części: wierzchołkową, środkową i koronową. Najpierw dokonujemy oceny obecności mostu kostnego, która musi być jednoznaczna, mimo że nie musi on wypełniać całej powierzchni danej części. W przypadku jego braku oceniamy obnażenie korzeni sąsiadujących z rozszczeptem zębów. Każdej z części przypisujemy wartość liczbowa: 2 – obecność mostu kostnego; 1 – całkowite pokrycie korzeni kością mimo braku mostu kostnego; 0 – obnażenie korzenia stałego siekacza centralnego, kła, użytecznego siekacza bocznego. Wyniki dla poszczególnych sektorów należy zsumować. Dla uproszczenia wyniki zostały podzielone na 3 kategorie, zgodnie z implikacjami klinicznymi: 1. (suma mniejsza niż 3, niepowodzenie przeszczepu ze słabą prognozą kolejnego zabiegu); 2. (3 i 4, powodzenie zabiegu, ale przeszczep nie jest idealny i może wymagać dodatkowej augmentacji); 3. (5 i 6, pełen sukces terapeutyczny) (Ryc.7).

Według autorów ta metoda ma służyć porównawczej ocenie procedur chirurgicznych wykonywanych w różnych ośrodkach (19). Wyniki przedstawione w pracy spełniały kryteria wykluczenia i wobec tego nie ujęto ich w zbiorczej tabeli. Natomiast przedstawiono w niej badania wykorzystujące rentgenogramy 2D do oceny skuteczności SABG (Tab. 1).

(including a deciduous one). Each of the root parts is assigned with an outcome: 0 – absence of bone from the root surface to the central line; 0.5 – there is bone that does not reach the central line; 1 – the bone expands from the root surface to the central line (Fig. 6).

This is how an 8-point outcome is obtained in the form of a matrix. Next, depending on the span of the osseous bridge in the cleft area and its position in relation to the adjacent teeth, 6 groups are distinguished (A-F): A – at least 75 per cent of the root length from the cementum-enamel junction is covered with bone; B – at least 25 per cent of the root length from the cementum-enamel junction is covered with bone; C – there is a bone loss in 25 per cent of the root length in the crown area; D – there is a bone loss in 50 per cent of the root length in the crown area; E – the osseous bridge is absent both in the apical area and in the cementum-enamel junction (there is bone tissue in between the two levels); F – there is at least 75 per cent of bone crown loss on the root area. According to the authors of the method, A, B and C represent satisfactory outcomes (10). An opinion has also emerged that only A and C outcomes should be considered a therapeutic success (13).

Toscano et al. use for the assessment the Abyholm (Bergland) scale and the modified Chelsea scale. The latter is used for the horizontal bone assessment (grade 0; 0.5; 1). They deem to be a therapeutic success such cases when, compared with a radiograph made immediately post-surgery, the bone level in the vertical and horizontal dimension after a year is equal or better; grade 1 according to the Abyholm (Bergland) scale and grade 1 according to the modified Witherow scale were obtained (12).

**SWAG (Standardized Way of Assessing Grafts)**

The assessment consists in the division of the cleft into three parts: the apical, central and coronal. First we determine whether there is an osseous bridge in place, which has to exist even though it does not have to fill the entire surface of such part. If it is absent, we assess the exposition level of the tooth roots adjacent to the tooth cleft. Each part is assigned a numerical value: 2 – an osseous bridge is present; 1 – the tooth roots are completely covered with bone tissue despite the osseous bone absence; 0 – exposure of the permanent central incisor root, the canine tooth, and a useful lateral incisor tooth. The outcomes obtained for the specific sectors should be summed up. By way of simplification, the outcomes were divided into 3 categories in compliance with the clinical implications: 1. (the sum smaller than 3, graft failure with a low prognosis of another surgical procedure); 2. (3 and 4, successful procedure but the graft is not ideal and may require additional augmentation); 3 (5 and 6, full therapeutic success) (Fig. 7).

According to the authors, the method is to serve a comparative assessment of surgical procedures performed

W większości prac (n = 15) grupę badaną stanowili pacjenci zarówno z rozszczepami jednostronnymi, jak i obustronnymi, przy czym pierwsza z tych grup była zawsze bardziej liczna. Dwie prace oceniały wyniki SABG wyłącznie u pacjentów z rozszczepami jednostronnymi (22, 24). Praca z największą grupą badaną oceniała rezultaty w obrębie 292 rozszczepów (9). Jako podstawę do oceny skuteczności SABG w badaniach 2D wykorzystywano zdjęcia rentgenowskie wewnątrzustne (zębowe, zgryzowe) oraz zewnątrzustne (pantomogramy). Najkrótszym minimalnym okresem pooperacyjnej weryfikacji były 2 tygodnie (25), a najdłuższym – 5 lat (20). Większość spośród analizowanych prac (n = 11, głównie publikacje starsze) wykorzystuje pojedyncze pooperacyjne zdjęcia rentgenowskie. Druga część bazuje na dwóch lub trzech projekcjach (n = 6, w tym wszystkie prace od 2006 roku). Sposoby oceny SABG na podstawie rentgenogramów 2D są podobne. Głównym kryterium oceny skuteczności zabiegu jest położenie brzegu kości wyrostka w obrębie rozszczepu względem korzeni zębów sąsiadujących z rozszczepem. Klasyfikacje różnią się stopniem złożoności i sposobem przedstawiania wyników. Najczęściej wykorzystywaną metodą oceny była skala Abyholm (Bergland). We wszystkich 17 badaniach wykorzystujących rentgenogramy 2D wykazano wysoką skuteczność przeszczepów kości do wyrostka zębodołowego, wynoszącą od 71 do 95 proc. (Tab. 1).

## Dyskusja

Tradycyjnie do oceny skuteczności SABG wykorzystuje się rentgenowskie zdjęcia 2D. Pozwalają one ocenić rozległość rozszczepu, stadium erupcji zębów, status zębowy mesjalnie i dystalnie względem szczeliny, podparcie kostne oraz wysokość brzegu wyrostka przy zębach sąsiadujących z rozszczepem (16). Nightingale i wsp. dokonali oceny powtarzalności trzech metod radiologicznych: skali Abyholm (Bergland), Kindelan i Chelsea. Autorzy dodatkowo ocenili wykorzystanie rentgenogramów zgryzowych względem zębowych. Żadna z porównywanych metod nie była bardziej powtarzalna od pozostałych. Również w przypadku rentgenogramów nie stwierdzono różnic w powtarzalności (27). Skale Abyholm (Bergland) i Chelsea stanowią ważne narzędzie weryfikacji wyników chirurgicznych, są proste w użyciu, zapewniają porównywalność ocen oraz ułatwiają komunikację pomiędzy klinicystami i badaczami zaangażowanymi w rehabilitację pacjentów z CLP (24). Między tymi metodami występuje silna pozytywna korelacja (12, 13, 24). Literatura podkreśla użyteczność rentgenodiagnostyki 2D w ocenie SABG (10, 12, 18, 19, 24, 26). Rosnący stopień złożoności metod oceny SABG na podstawie rentgenogramów 2D (10, 12, 19) świadczy o konieczności coraz dokładniejszych analiz osiągniętych rezultatów.

Radiografia konwencjonalna posiada jednak czynniki ograniczające dokładność oraz powtarzalność pomiarów.

in different health care centres (19). The results presented in the study complied with the exclusion criteria and therefore they were not included in the overall table. However, the table presents the studies in which 2D radiographs were used for the assessment of SABG effectiveness (Tab. 1).

In the majority of the studies (n=15), the group under research included patients with both unilateral and bilateral clefts, with the first group being always more numerous. In two papers the SABG outcomes were assessed only in patients with unilateral clefts (22,24). In the study with the greatest number of patients under research, results of 292 cleft procedures were assessed (9). As a basis for the assessment of SABG effectiveness in 2D examinations, intraoral (dental and occlusal) and extraoral (orthopantomograms) radiographic images were used. The shortest minimal postoperative verification period was 2 weeks (25) and the longest – 5 years (20). The major part of the analysed papers (n=11, mainly older publications) have used single postoperative radiographic images. The other part uses two or three projections (n=6, this including all the studies published since 2006). The manners in which SABG is assessed based on 2D radiographs are similar to one another. The main criterion of assessment of SABG effectiveness is the position of the alveolar bone margin within the cleft with relation to the roots of the cleft-adjacent teeth. The classification methods differ in the complexity degree and the outcome presentation manner. The Abyholm (Bergland) assessment method was used the most frequently. A high effectiveness of secondary alveolar bone grafting was demonstrated in all the 17 studies in which 2D radiographs were used, which amounted from 71 to 95 per cent (Tab. 1).

## Discussion

For the assessment of SABG effectiveness 2D radiographs are traditionally used. They enable the assessment of the cleft size, tooth eruption stage, dental status mesially and distally with relation to the fissure, osseous support and the height of the alveolar margin for the teeth adjacent to the cleft (16). Nightingale et al. Have assessed the repeatability of three radiological methods: the Abyholm (Bergland), Kindelan and Chelsea scales. Additionally, the authors evaluated the use of occlusal radiographs with relation to the dental ones. None of the methods under comparison was more repeatable than the others. In the event of radiographs no differences were found with respect to repeatability (27). The Abyholm (Bergland) and Chelsea scales represent an important tool for verification of the effects of surgical procedures, they are simple to use, ensure evaluation comparability and facilitate communication between the clinicians and researchers engaged in rehabilitation of CLP patients (24). A strong positive



## The use of 2D radiographs for the assessment of effectiveness of secondary alveolar bone grafting...

Tabela 1. Skuteczność SABG u pacjentów z CLP na podstawie rentgenogramów 2D  
 Table 1. SABG effectiveness in CLP patients based on 2D radiographs

Lp. Item No.	Autor Author	Rok Year	Ilość pacien- tów Number of patients	Rodzaj rozsz- czepu Cleft type	Okres wykonania rentgenogramu pooperacyjnego Period when post-operative radiograph was performed	Rodzaj rentgeno- gramu pooperacyjnego Post-operative radiograph type	Wskaźnik Indicator	Skuteczność Effectiveness
1	Abyholm i wsp. (8) Abyholm et al. (8)	1981	80	UCLP - 71 BCLP - 9	min. 17 miesięcy (17 - 44 miesięcy) min. 17 months (17 - 44 months)	zębowe dental	Abyholm	81,2% I - 37,7%, II - 43,5%, III - 7,2%, IV - 11,6% *rezultat dla 69 rozszczepów z prawidłową pozycją kła 81,2% I - 37,7%, II - 43,5%, III - 7,2%, IV - 11,6% *result for 69 clefts with normal canine position
2	Bergland i wsp. (9) Bergland et al. (9)	1986	340	UCLP - 291 BCLP - 49	min. rok min. one year	zębowe dental	Abyholm	90% I - 50%, II - 40%, III - 7%, IV - 3% *rezultat dla 292 rozszczepów z prawidłową pozycją kła 90% I - 50%, II - 40%, III - 7%, IV - 3% *result for 292 clefts with normal canine position
3	Enemark i wsp. (14) Enemark et al. (14)	1987	166	UCLP - 134 BCLP - 32	min. 4 lata (4,1 - 9,1 lat) min. 4 years (4.1 - 9.1 years)	wewnątrzustne intraoral	Enemark	89,90% I - 62,63%, II - 27,27%, III - 5,56%, IV - 4,55% *pominięto grupę wiekową C (16,1 - 39 lat, przeszczepy późne) 89,90% I - 62,63%, II - 27,27%, III - 5,56%, IV - 4,55% * C age group was omitted (16.1 - 39 years, late grafting)
4	Long i wsp. (16) Long et al. (16)	1995	43	UCLP - 29 BCLP - 14	min. 6 miesięcy (średnio 3,1 roku) min. 6 months (an average of 3.1 year)	zębowe + zgry- zowe dental + occlusal	obecność mostu kost- nego Long An osseous bridge present Long	91%* wartości średnie: B/A=0,72*, C/A=0,24*, D/A=0,32*, F/ E=0,86*, G/E=0,14** *rezultat dla 56 rozszczepów **rezultat dla 38 rozszczepów 91%* Mean values: B/A=0,72*, C/A=0,24*, D/A=0,32*, F/E=0,86*, G/E=0,14** *result for 56 clefts **result for 38 clefts
5	Tan i wsp. (20) Tan et al. (20)	1996	85	UCLP - 72 BCLP - 13	min. 5 lat min. 5 years	zębowe dental	Abyholm	95% I - 88%, II - 7%, III - 3%, IV - 2% 95% I - 88%, II - 7%, III - 3%, IV - 2%

6	Kindelan i wsp. (18) Kindelan et al. (18)	1997	38	UCLP - 28 BCLP - 10	min. miesiąc (1 - 11 miesięcy, średnio 4 miesiące) min. one month (1 - 11 months, an average of 4 months)	zgrzyzowe occlusal	Kindelan	73% I - 50%, II - 23%, III - 22%, IV - 5% 73% I - 50%, II - 23%, III - 22%, IV - 5%
7	Opitz i wsp. (21) Opitz et al. (21)	1999	101	UCLP - 73 BCLP - 28	min. 1,8 roku (1,8 - 4,1 roku, średnio 2,9 roku) min. 1.8 year (1.8 - 4.1 years, an average of 2.9 years)	pantomogram + zgrzyzowe orthopantomogram + occlusal	Enemark	79,1% I - 53,5%, II - 25,6%, III - 11,6%, IV - 9,3% 79,1% I - 53,5%, II - 25,6%, III - 11,6%, IV - 9,3%
8	Aurouze i wsp. (17) Aurouze et al. (17)	2000	30	UCLP - 28 BCLP - 2	min. 6 miesięcy (6 miesięcy - 28 miesięcy, średnio 13 miesięcy) min. 6 months (6 months - 28 months, an average of 13 months)	zgrzyzowe lub zębowe occlusal or dental	modyfikacja Long Modified by Long	71% I - 32,26%, II - 38,71%, III - 29% *rezultat dla 31 rozszczepow 71% I - 32,26%, II - 38,71%, III - 29% *result for 31 clefts
9	Lilja i wsp. (22) Lilja et al. (22)	2000	70	UCLP - 70	min. rok (1 - 10,1 lat, średnio 4 lata) min. one year (1 - 10.1 years, an average of 4 years)	wewnątrzustne intraoral	Abyholm	94% I+II - 94%, III - 4%, IV - 2% 94% I+II - 94%, III - 4%, IV - 2%
10	Witherow i wsp. (10) Witherow et al. (10)	2002	66	UCLP - 62 BCLP - 4	min. 6 miesięcy (6 miesięcy - 13 lat, średnio 51 miesięcy) min. 6 months (6 months - 13 years, an average of 51 months)	zgrzyzowe occlusal	Abyholm Chelsea	84,3% I - 62,9%, II - 21,4%, III - 4,3%, IV - 5,7%, 5,7% - nieklasyfikowane (brak wyrznięcia kła) 85% A - 58%, B - 20%, C - 7%, D - 3%, E - 3%, F - 9% 84,3% I - 62,9%, II - 21,4%, III - 4,3%, IV - 5,7%, 5,7% - unclassified (unerupted canine) 85% A - 58%, B - 20%, C - 7%, D - 3%, E - 3%, F - 9%

*The use of 2D radiographs for the assessment of effectiveness of secondary alveolar bone grafting...*

11	Schultz -Mosgau i wsp. (23) Schulze -Mosgau et al. (23)	2003	57	UCLP - 46 BCLP - 11	min. 7 miesięcy (7 miesięcy - 9lat, średnio 3 lata) min. 7 months (7 months - 9 years, an average of 3 years)	pantomogram orthopantomogram	Enemark *autorzy błędnie podają, że wykorzystują skalę Abyholm Enemark *authors erroneously report using the Abyholm scale	88% I - 69%, II - 19%, III - 10%, IV - 1% 88% I - 69%, II - 19%, III - 10%, IV - 1%
12	Hynes i wsp. (11) Hynes et al. (11)	2003	58	UCLP - 45 BCLP - 13	min. 6 miesięcy (6 miesięcy - 10 lat, średnio 4,5 roku) min. 6 months (6 months - 10 years, an average of 4.5 year)	zębowe dental	modyfikacja Abyholm Modified by Abyholm	76% I - 38%, II - 38%, III - 22,5%, IV - 1,5% 76% I - 38%, II - 38%, III - 22.5%, IV - 1.5%
13	Trindade i wsp. (24) Trindade et al. (24)	2005	65	UCLP - 65	min. rok min. one year	zębowe dental	Abyholm Chelsea	86% I - 71%, II - 15%, III - 0, IV - 0, nieklasyfikowane - 17% 86% A - 71%, B - 0, C - 15%, D - 0, E - 0, F - 0, nieklasyfikowa- ne - 17% 86% I - 71%, II - 15%, III - 0, IV - 0, unklassified - 17% 86% A - 71%, B - 0, C - 15%, D - 0, E - 0, F - 0, unclassified - 17%
14	Bayerlein i wsp. (25) Bayerlein et al. (25)	2006	46	UCLP - 37 BCLP - 9	min. 2 tygodnie (2 tygodnie - 12 miesięcy) min. 2 weeks (2 weeks - 12 months)	pantomogram + zębowe orthopantomogram + dental	Kindelan *autorzy błędnie podają, że wykorzy- stują skalę Abyholm Kindelan * authors erroneously report using the Aby- holm scale	76,1% I - 47,8%, II - 28,3%, III - 15,2%, IV - 8,7% 76.1% I - 47.8%, II - 28.3%, III - 15.2%, IV - 8.7%

15	Felstead i wsp. (26) <i>Felstead et al.</i> (26)	2010	46	UCLP - 46 BCLP - 7	min. 6 miesięcy (6 - 9 miesięcy) <i>min. 6 months (6 - 9 months)</i>	zgrzyzowe + zębowe <i>occlusal + dental</i>	Kindelan	94,3% I - 67,9%, II - 26,4%, III - 0,1%, IV - 0 *rezultat dla 53 rozszczepów 94,3% I - 67,9%, II - 26,4%, III - 0,1%, IV - 0 *result for 53 clefts
16	Tosciano i wsp. (12) <i>Tosciano et al.</i> (12)	2012	49	UCLP - 45 BCLP - 4	min. rok (rok - 4,8 roku, średnio 1,87 roku) <i>min. one year (1 year - 4.8 years, an avera- ge of 1.87 years)</i>	zgrzyzowe (3 projekcje, 2 projekcje dodatkowe pod kątem 70° mezjalnie i 70° dystalnie) <i>occlusal (3 projections, 2 additional projections under the angle of 70° mesially and distally)</i>	Tosciano (składowe stanowi Abyholm i zmody- fikowana Chelsea) <i>Tosciano (com- ponents include Aby- holm and modified Chelsea)</i>	91,84%
17	Khalili wsp. (13) <i>Khalil et al.</i> (13)	2014	36	UCLP - 32 BCLP - 4	min. 3 miesiące (3 - 48 miesięcy) <i>min. 3 months (3 - 48 months)</i>	zębowe + zgrzyzowe +/- lub pantomogram <i>dental + occlusal +/- or orthopantomo- gram</i>	Abyholm Chelsea	74,9% I - 54,1%, II - 20,8%, III - 16,6%, IV - 8,3% 72,5% A - 50%, B - 2,5%, C - 22,5%, D - 12,5%, E - 0, F - 12,5%

**Wnioski**

1. Metody oceny SABG na podstawie rentgenogramów 2D są użytecznym sposobem oceny procedury chirurgicznej.
2. Badania z wykorzystaniem metod oceny na podstawie rentgenogramów 2D wskazują na dużą skuteczność procedury SABG.

radiography should be treated as approximate and for the purpose of a more precise SABG assessment it is necessary to perform additional projections or to use a 3D radiodiagnostics.

**Conclusions**

1. The SABG assessment methods based on 2D radiographs are a useful manner of a surgical procedure assessment.
2. The studies performed with the use of assessment methods based on 2D radiographs indicate that the SABG procedure is highly effective.

**Piśmiennictwo / References**

1. Karłowska I, Bielawska-Victorini H, Janiszewska-Olszowska J, Rucińska-Grygiel B, Wędrychowska-Szulc B, Ziemia Z. Zarys współczesnej ortodoncji 2016: 357-65.
2. Matthews-Brzozowska T. Rozszczepy wargi i podniebienia. UM Wrocław 2007.
3. Friede H, Johanson B. A follow-up study of cleft children treated with primary bone grafting. 1. Orthodontic aspects. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1974; 8: 88-103.
4. Rehrmann AH, Koberg WR, Koch H. Long-term postoperative results of primary and secondary bone grafting in complete clefts of lip and palate. *Cleft Palate J* 1970; 7: 206-21.
5. Robertson NR, Jolleys A. Effects of early bone grafting in complete clefts of lip and palate. *Plast Reconstr Surg* 1968; 42: 414-21.
6. Boyne PJ, Sands NR. Secondary bone grafting of residual alveolar and palatal clefts. *J Oral Surg (Chic)* 1972; 30: 87-92.
7. Cameron AC, Widmer RP. *Stomatologia Dziecięca* 2013: 383-403.
8. Abyholm FE, Bergland O, Semb G. Secondary bone grafting of alveolar clefts. A surgical/orthodontic treatment enabling a non-prosthetic rehabilitation in cleft lip and palate patients. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1981; 15: 127-40.
9. Bergland O, Semb G, Abyholm FE. Elimination of the residual alveolar cleft by secondary bone grafting and subsequent orthodontic treatment. *Cleft Palate J* 1986; 23: 175-205.
10. Witherow H, Cox S, Jones E, Carr R, Waterhouse N. A new scale to assess radiographic success of secondary alveolar bone grafts. *Cleft Palate Craniofac J* 2002; 39: 255-60.
11. Hynes PJ, Earley MJ. Assessment of secondary alveolar bone grafting using a modification of the Bergland grading system. *Br J Plast Surg* 2003; 56: 630-6.
12. Toscano D, Baciliero U, Gracco A, Siciliani G. Long-term stability of alveolar bone grafts in cleft palate patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012; 142: 289-99.
13. Khalil W, de Musis CR, Volpato LER, Veiga KA, Vieira EMM, Aranha AM. Clinical and Radiographic Assessment of Secondary Bone Graft Outcomes in Cleft Lip and Palate Patients *Int Sch Res Not* 2014; 2014: 1-8.
14. Enemark H, Sindet-Pedersen S, Bundgaard M. Long-term results after secondary bone grafting of alveolar clefts. *J Oral Maxillofac Surg* 1987; 45: 913-9.
15. Helms JA, Speidel TM, Denis KL. Effect of timing on long-term clinical success of alveolar cleft bone grafts. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987; 92: 232-40.
16. Long RE, Spangler BE, Yow M. Cleft width and secondary alveolar bone graft success. *Cleft Palate Craniofac J* 1995; 32: 420-7.
17. Aurouze C, Moller KT, Bevis RR, Rehm K, Rudney J. The presurgical status of the alveolar cleft and success of secondary bone grafting. *Cleft Palate Craniofac J* 2000; 37: 179-84.
18. Kindelan JD, Nashed RR, Bromige MR. Radiographic Assessment of Secondary Autogenous Alveolar Bone Grafting in Cleft Lip and Palate Patients. *Cleft Palate Craniofac J* 1997; 34: 195-8.
19. Russell K, Long RE, Daskalogiannakis J, Mercado A, Hathaway R, Semb G, Shaw W. A Multicenter Study Using the SWAG Scale to Compare Secondary Alveolar Bone Graft Outcomes for Patients with Cleft Lip and Palate. *Cleft Palate Craniofac J* 2016; 53: 180-6.
20. Tan AES, Brogan WF, McComb HK, Henry PJ. Secondary Alveolar Bone Grafting - Five-Year Periodontal and Radiographic Evaluation in 100 Consecutive Cases. *Cleft Palate Craniofac J* 1996; 33: 513-8.
21. Opitz C, Meier B, Stoll C, Subklew D. Radiographic evaluation of the transplant bone height in patients with clefts of the lip/alveolus/palate after secondary bone grafting. *J Orofac Orthop* 1999; 60: 383-91.
22. Lilja J, Kalaaji A, Friede H, Elander A, Lilja J, et al. Combined bone grafting and delayed closure of the hard palate in patients with unilateral cleft lip and palate: facilitation of lateral incisor eruption and evaluation of indicators for timing of the procedure. *Cleft Palate Craniofac J* 2000; 37: 98-105.

*The use of 2D radiographs for the assessment of effectiveness of secondary alveolar bone grafting...*

23. Schultze-Mosgau S, Nkenke E, Schlegel AK, Hirschfelder U, Wiltfang J. Analysis of Bone Resorption After Secondary Alveolar Cleft Bone Grafts Before and After Canine Eruption in Connection With Orthodontic Gap Closure or Prosthodontic Treatment. *J Oral Maxillofac Surg* 2003; 61: 1245-8.
24. Trindade IK, Mazzottini R, Da Silva Filho OG, Kiemle Trindade IE, Zindel Deboni MC. Long-term radiographic assessment of secondary alveolar bone grafting outcomes in patients with alveolar clefts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 100: 271-2.
25. Bayerlein T, Proff P, Heinrich A, Kaduk W, Hosten N, Gedrange T. Evaluation of bone availability in the cleft area following secondary osteoplasty. *J Cranio-Maxillofac Surg* 2006; 34: 57-61.
26. Felstead A, Deacon S, Revington P. The outcome for secondary alveolar bone grafting in the South West UK region post CSAG. *Cleft Palate Craniofac J* 2010; 47: 359-63.
27. Nightingale C, Witherow H, Reid FDA, Edler R. Comparative reproducibility of three methods of radiographic assessment of alveolar bone grafting. *Eur J Orthod* 2003; 25: 35-41.
28. Waitzman AA, Posnick JC, Armstrong DC, Pron GE. Craniofacial Skeletal Measurements Based on Computed Tomography: Part I. Accuracy and Reproducibility. *Cleft Palate Craniofac J* 1992; 29: 112-7.
29. Lee C, Crepeau RJ, Williams HB, Schwartz S. Alveolar cleft bone grafts: results and imprecisions of the dental radiograph. *Plast Reconstr Surg* 1995; 96: 1534-8.
30. Feichtinger M, Mossböck R, Kärcher H. Assessment of Bone Resorption After Secondary Alveolar Bone Grafting Using Three-Dimensional Computed Tomography: A Three-Year Study. *Cleft Palate Craniofac J* 2007; 44: 142-8.
31. Feichtinger M, Mossböck R, Kärcher H. Evaluation of bone volume following bone grafting in patients with unilateral clefts of lip, alveolus and palate using a CT-guided three-dimensional navigation system. *J Cranio-Maxillofac Surg* 2006; 34: 144-9.
32. Feichtinger M, Zemann W, Mossböck R, Kärcher H. Three-dimensional evaluation of secondary alveolar bone grafting using a 3D- navigation system based on computed tomography: a two-year follow-up. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2008; 46: 278-82.
33. Ozawa T, Omura S, Fukuyama E, Matsui Y, Torikai K, Fujita K. Factors influencing secondary alveolar bone grafting in cleft lip and palate patients: Prospective analysis using CT image analyzer. *Cleft Palate Craniofac J* 2007; 44: 286-91.
34. Suomalainen A, Åberg T, Rautio J, Hurmerinta K. Cone beam computed tomography in the assessment of alveolar bone grafting in children with unilateral cleft lip and palate. *Eur J Orthod* 2014; 36: 603-11.
35. Garib D, Massaro C, Yatabe M, Janson G, Lauris JRP. Mesial and distal alveolar bone morphology in maxillary canines moved into the grafted alveolar cleft: Computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 151: 869-77.
36. Linderup BW, Cattaneo PM, Jensen J, Kùseler A. Mandibular symphyseal bone graft for reconstruction of alveolar cleft defects: Volumetric assessment with cone beam computed tomography 1-year postsurgery. *Cleft Palate Craniofac J* 2016; 53: 64-72.
37. Nagashima H, Sakamoto Y, Ogata H, Miyamoto J, Yazawa M, Kishi K. Evaluation of bone volume after secondary bone grafting in unilateral alveolar cleft using computer-aided engineering. *Cleft Palate Craniofac J* 2014; 51: 665-8.
38. Oberoi S, Chigurupati R, Gill P, Hoffman WY, Vargervik K. Volumetric assessment of secondary alveolar bone grafting using cone beam computed tomography. *Cleft Palate Craniofac J* 2009; 46: 503-11.