



ARTICOL DE CERCETARE

## Evaluarea defectelor osoase ale crestei alveolare la maxilarul superior

Alexandru Ghețiu<sup>1\*</sup>, Dumitru Sîrbu<sup>1†</sup>, Vadim Jurjiu<sup>1‡</sup>

<sup>1</sup>*Catedra de chirurgie oro-maxilo-facială și implantologie orală „Arsenie Guțan”, Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”, Chișinău, Republica Moldova.*

Data primirii manuscrisului: 25.08.2020

Data acceptării spre publicare: 26.11.2020

### Autor corespondent:

Alexandru Ghețiu, doctorand, asist. univ.

*Catedra de chirurgie oro-maxilo-facială și implantologie orală „Arsenie Guțan” Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”*

*str. Toma Ciorbă, 1, Chișinău, Republica Moldova, MD-2004*

*e-mail: alexandrughetiu@gmail.com*

RESEARCH ARTICLE

## Assessment of alveolar ridge bone defects in the upper jaw area

Alexandru Ghețiu<sup>1\*</sup>, Dumitru Sirbu<sup>1†</sup>, Vadim Jurjiu<sup>1‡</sup>

<sup>1</sup>*Chair of oro-maxillo-facial surgery and oral implantology „Arsenie Guțan”, Nicolae Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy, Chisinau, Republic of Moldova.*

Date of the manuscript receipt: 25.08.2020

Date accepted for publication: 26.11.2020

### Corresponding author:

Alexandru Ghețiu, assist. prof., PhD student

*Chair of oro-maxillo-facial surgery and oral implantology „Arsenie Guțan” Nicolae Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy*

*1, Toma Ciorba street, Chisinau, Republic of Moldova, MD-2004*

*e-mail: alexandrughetiu@gmail.com*

### Ce nu este cunoscut, deocamdată, la subiectul abordat

Rămâne neelucidată problema măsurării cât mai exacte a dimensiunilor defectelor osoase de creastă alveolară și a volumului acestora. Aceste date ne ajută în alegerea tehnicii de reconstrucție osoasă, a materialului și a zonei donor în recoltarea grefelor autogene.

### Ipoteza de cercetare

Analiza defectelor osoase de creastă alveolară pe tomografia computerizată cu fascicol conic și fotograme furnizează date precise și complexe.

### Noutatea adusă literaturii științifice din domeniu

Articolul aduce cu sine informații suplimentare în evaluarea defectelor osoase de creastă alveolară, informații despre efectuarea și analiza examenului fotografic, tehnici de măsurare a defectelor pe tomografia computerizată.

### What is not known, yet about the topic

The precise measuring of the dimensions of alveolar ridge bone defects and their volume remains an issue. The data presented in the article are of great help while choosing the suitable bone reconstruction techniques as well as material and donor area in the autogenic grafts harvesting.

### Research hypothesis

Cone beam computed tomography and photograms provide accurate and complex data for assessment of alveolar ridge bone defects.

### Article's added novelty on this scientific topic

The article provides additional information on the following aspects: assessment of alveolar ridge bone defects, conduct and analysis of photographic examination, as well as techniques for measuring defects on computed tomography.

### Rezumat

**Introducere.** Pentru evaluarea defectelor osoase de creastă alveolară există mai multe metode clinice și paraclinice cum ar fi: examenul fotografic, analiza modelelor de studiu, fișa clinică parodontală, metodele radiologice și scanarea intraorală. Articolul a avut drept scop prezentarea tehnicilor de măsurare și analiză a defectelor osoase care au fost utilizate la pacienții ce au necesitat reabilitare orală implanto-protetică.

**Material și metode.** În articol au fost analizate defectele osoase de creastă alveolară la maxilarul superior la 70

### Abstract

**Introduction.** To assess the alveolar ridge bone defects several clinical and paraclinical methods have been applied. These were: photographic examination, analysis of study patterns, periodontal clinical recording, radiological methods and intraoral scanning. The purpose of the article was to analyze and present the techniques for measuring and assessment of bone defects used in patients that require implant-prosthetic rehabilitation.

**Material and methods.** The research study analyzed al-

pacienți, 27 de bărbați și 43 femei, cu vârsta cuprinsă între 18-67 ani, media fiind  $42,1 \pm 1,4$  ani. În total, au fost analizate 79 de defecte osoase, dintre care, 26 de defecte orizontale, 1 defect vertical și 52 de defecte combinate. Evaluarea defectelor osoase a fost realizată prin analiza CBCT-urilor și pozelor pre- și intra-operatorii. Analiza statistică a datelor s-a realizat utilizând programele Microsoft Excel și IBM SPSS Statistics 22.

**Rezultate.** Cele mai multe defecte de creastă alveolară au fost întâlnite la nivelul dinților 1.4 și 2.4, 21 defecte osoase (10,6%) și respectiv 22 defecte osoase (11,1%). Lățimea crestei în zona defectului a variat între 1,1 mm (la defectele orizontale) și 12,3 mm (la defectele verticale) constituind o medie de  $3,9 \pm 0,1$  mm, mediana fiind 3,5 mm. După evaluarea defectelor în cele trei planuri au fost obținute: lungimea defectelor între 4,6-52,3 mm, cu media  $18,4 \pm 1,2$  mm; lățimea defectelor a fost cuprinsă între 0,4-5,9 mm, cu o medie de  $3,4 \pm 0,1$  mm; înălțimea defectelor osoase a variat între 0,5-9,6 mm, formând, în medie,  $3,9 \pm 0,1$  mm.

**Concluzii.** Metodele de evaluare prezentate în articol au furnizat multiple date suplimentare despre defectul osos de creastă alveolară, ceea ce a oferit o evaluare complexă a defectului. Totalitatea metodelor enumerate reprezintă modalități de evaluare a defectelor osoase și pot fi utilizate atât solitar, cât și combinate între ele pentru obținerea unei imagini cât mai complexe a cazului clinic.

**Cuvinte cheie:** defect osos de creastă alveolară, CBCT, examen fotografic, reconstrucție osoasă.

## Introducere

Defectele de creastă alveolară sunt un impediment în calea reabilitării orale implanto-protetice. Deseori, din cauza lipsei de țesut osos alveolar, tratamentul implantologic este complicat sau chiar imposibil. Osul alveolar, care menține dinții și este situat pe maxilarul superior și mandibulă, este considerat a fi o entitate separată. Inițiatorul și centrul de creștere al osului alveolar este organul dentar. De fapt, însăși dezvoltarea organului dentar permite crearea, dezvoltarea și creșterea osului alveolar. Aceasta este o situație unică: când un organ, dintele, joacă rolul unui centru de creștere regional pentru țesutul osos vecin [1], conform studiilor din domeniu, de aici survine și noțiunea de complex dento-alveolar. Khoury F. și colab. menționează că ligamentul parodontal este și el parte a acestui complex, influențând direct troficitatea procesului alveolar, astfel, formându-se o entitate care ar trebui identificată ca atare și denumită „entitatea funcțională odontologică” (*engl.* OFE) [2]. Autorii consideră că OFE poate fi definită ca o structură formată din 3 elemente anatomice: dinți, os și ligament parodontal, care sunt independente, dar conectate embriologic și fiziologic.

Procesul alveolar este o structură dependentă de dinți, iar dezvoltarea sa este strict legată de erupția dentară. Se cunoaște foarte bine că apar modificări volumetrice marcante în locul edentației ca urmare a pierderii dentare; nu numai corticala

veolar ridge bone defects of the upper jaw area, in 70 patients, 27 men and 43 women, aged between 18 and 67 years, the mean age constituted  $42.1 \text{ years} \pm 1.4$ . Overall, 79 bone defects have been analyzed: 26 horizontal defects; 1 vertical defect; and 52 combined defects. The assessment of bone defects was carried by the analysis of pre/intraoperative CBCT imaging. Statistical analysis of the data was done using the Microsoft Excel and IBM SPSS Statistics 22 programs.

**Results.** Most alveolar ridge defects have been found at the level of the teeth 1.4 and 2.4, respectively 21 cases (10.6%) and 22 cases of bone defects (11.1%). The width of the ridge in the defect area ranged from 1.1 mm (in horizontal bone defects) to 12.3 mm (in vertical bone defects), thus, constituting an average length  $3.9 \pm 0.1$  mm, and the median one – 3.5 mm. After assessing the defects in the three planes the following data have been obtained: the length of the defects was between 4.6-52.3 mm, with an average of  $18.4 \pm 1.2$  mm; the width of the defects was between 0.4-5.9 mm, with an average of  $3.4 \pm 0.1$  mm; the height of the defects ranged from 0.5 to 9.6 mm, with an average of  $3.9 \pm 0.1$  mm.

**Conclusions.** The assessment methods presented in the research paper provided multiple data on the alveolar ridge bone defects, in this way ensuring a complex analysis of such kind of abnormalities. The listed methods reveal ways of assessing bone defects and can be used both alone or combined to obtain a more complex picture of the clinical case.

**Key words:** alveolar ridge bone defect, CBCT, photographic examination, bone reconstruction.

## Introduction

Alveolar ridge bone defects constitute an impediment to implant-prosthetic rehabilitation. Often, due to the lack of alveolar bone tissue, the implant treatment can be difficult or even impossible. The alveolar bone, which maintains the teeth and is located on the upper and lower jaws, is considered to be a separate entity. The growth center of the alveolar bone is the dental organ. In fact, the development of the dental organ allows the creation, development and growth of the alveolar bone. This is a unique situation when an organ, tooth, plays the role of a regional growth center to surrounding bone tissue [1], hence the notion of dento-alveolar complex comes. Khoury F. et al. mention that the periodontal ligament is also part of this complex, it being capable to influence directly the alveolar process trophicity, thus forming an entity that can be identified as the „odontological functional entity” (*engl.* OFE) [2]. The authors consider that OFE can be defined as a structure consisting of three anatomical elements: teeth, bone, and periodontal ligament, which are considered to be independents, but, at the same time, are connected embryologically and physiologically.

The alveolar process is a tooth-dependent structure, and its development is strictly dependent on dental eruption. It is well known that marked volumetric changes occur in the place of dental loss. As a result of dental loss, not only the alveo-

vestibulară alveolară se resoarbe, dar, în consecință, întreaga lățime a crestei este redusă [3]. Excluderea dintelui și, în consecință, a ligamentului parodontal din complexul dento-alveolar sau din OFE duce la efecte inevitabile asupra elementului rămas: osul alveolar.

Cauzele și condițiile pierderilor dentare, de asemenea, condiționează modificarea creștelor alveolare. Pierderea timpurie a dinților, infecțiile osoase, boala parodontală, cavitățile reziduale alveolare au un impact direct asupra modificărilor creștelor alveolare. Anomaliile dento-maxilare au și ele un rol major în creșterea, dezvoltarea și morfologia post-extracțională alveolară. Hipo- sau oligodontia și tulburările metabolice perturbă structura naturală a osului alveolar și/sau procesul de creștere [4]. Dimensiunea verticală a crestei alveolare este, adesea, condiționată de anomaliile morfologice manifestate prin apariția unei ocluzii adânci cu subdezvoltare în segmentul posterior. Pe de altă parte, ocluzia deschisă anterioară sau laterală (cu spațiu infraoclusal, ca urmare a parafuncțiilor, cum ar fi suptul degetului mare) afectează, de asemenea, procesul alveolar [4]. Parodontopatia marginală cronică participă semnificativ la modificările procesului alveolar dentat și, ca rezultat, asupra celui edentat, unii autori descriind și rolul ei resorbativ asupra osului peri-implantar viitor [5, 6].

Astfel, resorbția alveolară va fi evaluată în funcție de etiologie, care se clasifică în mai multe categorii (Seban și colab., 2003, Harris, 1997) [7, 8]:

- Etiologia patologică: resorbția osoasă postextracțională; parodontopatia marginală cronică cu atrofi osoasă; parodontopatia apicală; defectele posttraumatice; defectele osoase maxilare după extirpări tumorale; malformațiile congenitale sau de dezvoltare; anomaliile anatomice legate de sinusul maxilar, de canalul mandibular și de nervul alveolar inferior.
- Etiologia chirurgicală: extracțiile traumatice, extracții de dinți incluși, rezecțiile apicale, exereza de tumori, dar și eșecurile de implantare dentară.
- Etiologia fiziologică: poate fi incriminată în urma pierderii dinților și pneumatizărilor de sinus maxilar. După pierderea dentiției resorbția osului alveolar are loc inițial orizontal în primele 6 luni, după care în direcție verticală [9].

Cea mai răspândită clasificare a defectelor de creastă alveolară se consideră după C. E. Misch (Figura 1). În dependență de gradul de atrofi, *Misch* clasifică creasta edentată în 4 tipuri:

- Tip A – os suficient, cu lățimea >6 mm, înălțimea >12 mm, spațiu pentru coroană ≤15 mm.
- Tip B – os disponibil la limită, care se împarte în 2 grupe B+ (lățimea 4-6 mm) și B-w (lățimea 2,5-4 mm), înălțimea >12 mm, spațiu disponibil pentru coroană <15 mm.
- Tip C – os insuficient pe verticală (C-h înălțimea <12 mm) sau orizontală (C-w 0-2,5 mm), angularea ocluzală >30°, spațiul pentru coroană >15 mm.
- Tip D – atrofia completă a crestei alveolare însoțită de atrofia marginii bazilare, maxilar plat, mandibulă subțire tip lamă, spațiul disponibil pentru coroană >20 mm.

lar vestibular cortical is resorbed, but, the entire width of the ridge is reduced [3]. Exclusion of the tooth and, consequently, of the periodontal ligament from the dentoalveolar complex or from the OFE leads to inevitable effects on the alveolar bone.

The causes and conditions of dental loss, also lead to changes of the alveolar ridges. Early tooth loss, bone infections, periodontal disease, residual alveolar cavities have a direct impact on the changes of the alveolar ridges. Dentomaxillary abnormalities also play a major role in alveolar post-extraction growth, development and morphology. Hypo- or oligodontia and metabolic disorders disrupt the natural structure of the alveolar bone and/or the growth process [4]. On the one hand, the vertical size of the alveolar ridge is often conditioned by morphological anomalies manifested by the appearance of a deep occlusion with underdeveloped posterior segment. On the other hand, the anterior or lateral open occlusion (with infraoclusal space, as a result of parafunctions, such as thumb sucking) also affects the alveolar process [4]. Chronic marginal parodontopathy participates significantly in the changes of the dental alveolar process and, as a result, in the edentulous dentures some, authors also describe its resorptive role on the future peri-implant bone [5, 6].

Thus, alveolar resorption is evaluated according to its etiology, which is classified into several categories, as follows (Seban *et al.*, 2003, Harris, 1997) [7, 8]:

- Pathological etiology: post-extraction bone resorption; chronic marginal parodontopathy with bone atrophy; apical parodontopathy; post-traumatic defects; mandibular bone defects after tumor removal; congenital or growth abnormalities; anatomical abnormalities related to the maxillary sinus, mandibular canal and inferior alveolar nerve.
- Surgical etiology: traumatic extractions, tooth extractions of included teeth, apical resections, tumor exegesis, and dental implantation failures.
- Physiological etiology: can be considered as a result of loss of teeth and maxillary sinus pneumatization. After loss of teeth the resorption of the alveolar bone occurs horizontally during the first 6 months, after which it goes in a vertical direction [9].

The most common classification of alveolar ridge defects is that of C. E. Misch (Figure 1). According to the degree of atrophy, *Misch* divides the edentulous ridge into 4 types:

- Type A – sufficient bone, width >6 mm, height >12 mm, crown space ≤15 mm.
- Type B – bone available at the limit, which is divided into 2 groups B+ (width 4-6 mm) and B-w (width 2,5-4 mm), height >12 mm, space available for crown < 15 mm.
- Type C – insufficient bone in vertical position (C-h height <12 mm) or horizontal (C-w 0-2.5 mm), occlusal angulation >30°, crown space >15 mm.
- Type D – complete atrophy of the alveolar ridge accompanied by basilar edge atrophy, flat jaw, thin blade-like mandible, space available for crown >20 mm.

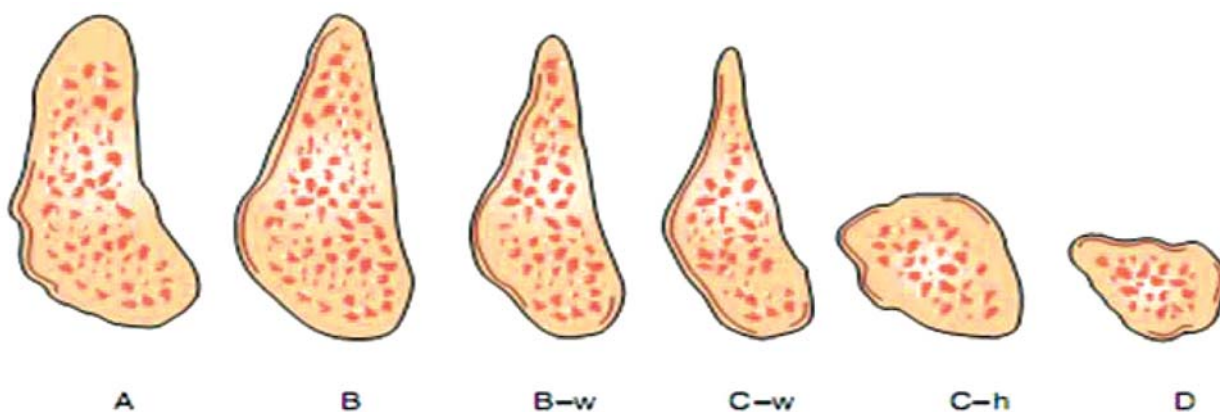
În 1988, *Cawood și Howell* au împărțit statusul crestei alveolare în 6 clase (Figura 2):

- Clasa I: creasta alveolară dentată;
  - Clasa II: creasta alveolară la care s-au practicat extracții dentare recent;
  - Clasa III: creasta alveolară edentată, suficient de înaltă și lată;
  - Clasa IV: creasta alveolară ascuțită, înaltă, dar cu diametru transversal mic;
  - Clasa V: creasta plată cu atrofie verticală și transversală;
  - Clasa VI: creasta resorbită în ambele sensuri, până la osul bazal.
- Tipurile de defecte au fost grupate de către Terheyden

In 1988, *Cawood and Howell* divided the alveolar ridge status into 6 classes (Figure 2):

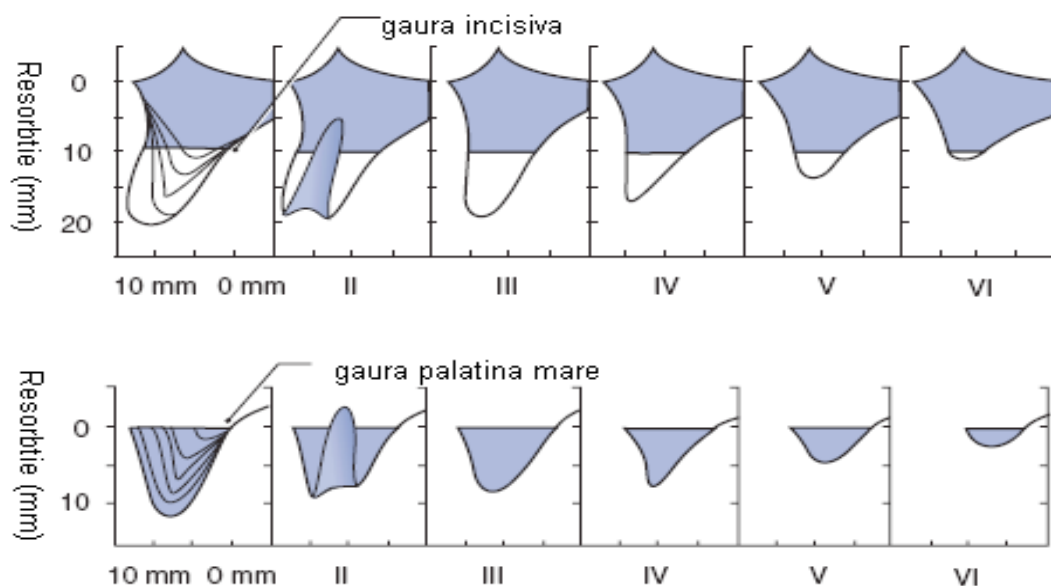
- Class I: full alveolar ridge;
- Class II: alveolar ridge in which dental extractions have been carried out recently;
- Class III: edentulous alveolar ridge, sufficient height and width;
- Class IV: sharp alveolar ridge, high, but with small transverse diameter;
- Class V: flat ridge with vertical and transverse atrophy;
- Class VI: ridge resorbed in both directions to the basal bone.

Terheyden (2010) grouped the types of defects into 4



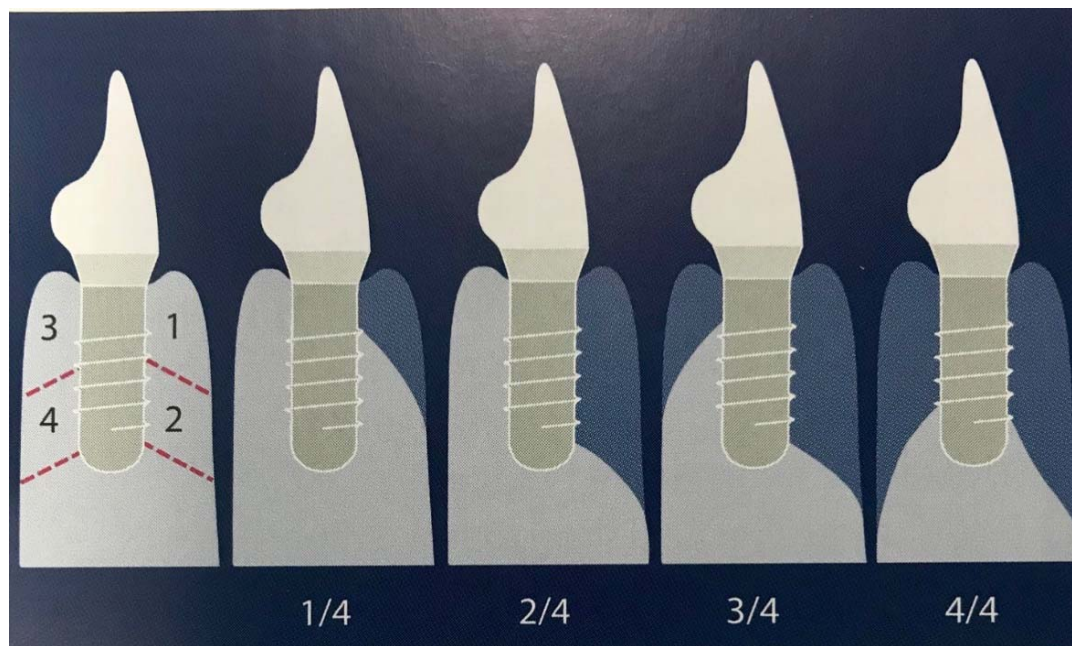
**Fig. 1** Clasificarea defectelor de creastă alveolară după C. E. Misch (Referință: Sîrbu D. Biomateriale în reconstrucția creștelor alveolare mandibulare în tratamentul implantar. Chișinău, 2018).

**Fig. 1** Classification of alveolar ridge defects by C. E. Misch (Reference: Sîrbu D. Biomateriale în reconstrucția creștelor alveolare mandibulare în tratamentul implantar. Chișinău, 2018).



**Fig. 2** Statusul crestei alveolare după *Cawood și Howell* (regiune anterioară și regiune laterală).

**Fig. 2** Alveolar ridge status according to *Cawood and Howell* (anterior and lateral region).



**Fig. 3** Clasificarea defectelor osoase alveolare de către Terheyden (2010) (Referință: Cordaro L, Terheyden H. ITI Treatment Guide, Volume 7).  
**Fig. 3** Classification of alveolar bone defects by Terheyden (2010) (Reference: Cordaro L, Terheyden H. ITI Treatment Guide, Volume 7).

(2010) în 4 clase, care se referă la cantitatea de os lipsă în raport cu implantul dentar poziționat corect (Figura 3):

- 1/4: corticală vestibulară este redusă la mai puțin de 50% din lungimea potențială a implantului;
- 2/4: corticală vestibulară este redusă la mai mult de 50% din lungimea potențială a implantului; creasta este îngustă, ascuțită, dar înaltă;
- 3/4: corticală orală este redusă la mai puțin de 50% din lungimea potențială a implantului, iar corticala vestibulară este resorbită total;
- 4/4: reducerea totală a înălțimii crestei alveolare prin resorbția și corticalei sale orale.

Pentru evaluarea defectelor osoase de creastă alveolară există mai multe metode clinice și paraclinice: examenul fotografic, analiza modelelor de studiu, fișa clinică parodontală, metodele radiologice și scanarea intraorală.

Una din utilitățile mai puțin scoase în evidență ale fotografiei dentare este instrument de diagnostic. Acestui aspect i s-a acordat mai puțină importanță în trecut, dar care devine din ce în ce mai vizibil în zilele noastre, ceea ce permite să fie un element util în realizarea planificării digitale a unor variate soluții chirurgicale [10]. Soluțiile terapeutice estetice moderne impun o analiză minuțioasă estetică dento-facială, care cuprinde, după Fradeani M., următoarele aspecte: analiza facială, analiza dento-labială, analiza fonetică, analiza dinților, analiza gingivală. Toate aceste informații nu pot fi obținute doar din examinarea clinică directă ci, mai ales din examinarea fotografiilor digitale, eventual utilizând programe speciale care permit evidențierea parametrilor și dimensiunilor cazului în parte [11].

Pentru a se putea asigura o viziune medicală completă cu

classes, which refer to the amount of bone missing in relation to the correctly positioned dental implant (Figure 3):

- 1/4: vestibular cortical is reduced to less than 50% of the potential length of the implant;
- 2/4: vestibular cortical is reduced to more than 50% of the potential length of the implant; the ridge is narrow, sharp, but high;
- 3/4: oral cortical bone is reduced to less than 50% of the potential length of the implant, and the vestibular cortical bone is totally resorbed;
- 4/4: total reduction of the height of the alveolar ridge by resorption and its oral cortical bone.

For the assessment of alveolar ridge bone defects there are several clinical and paraclinical methods: photographic examination, analysis of study models, periodontal clinical file, radiological methods, and intraoral scanning.

Dental photography was one of the less highlighted diagnostic tools, but it is becoming more and more used nowadays, constituting a useful element in the digital planning of various surgical solutions [10]. According to Fradeani M., modern aesthetic therapeutic solutions require a thorough dentofacial aesthetic analysis, which includes, the following aspects: facial, dentolabial, phonetic, tooth and gum examination. This information can be obtained not only from direct clinical examination but, in particular, from the examination of digital photographs using special programs to reveal the parameters and dimensions of each case in part [11].

In order to ensure a complete medical assessment with a guided prosthetic bone reconstruction, it is necessary to analyze the state of static gearing of the two dental arches and models performed after a prior impression of the arches. Stu-

o reconstrucție osoasă protetic ghidată, este necesară analiza stării de angrenare statică a celor două arcade dentare și a modelelor, executate după o prealabilă amprentare a arcadeilor. Modelele de studiu, denumite și diagnostice, sunt necesare pentru observarea particularităților morfologice ale câmpului protetic dentat sau edentat. Pentru crestele edentate se va determina: înălțimea, lățimea, direcția (orizontală, concavă, ascendentă mezial/distal, descendentă mezial/distal), forma profilului pe secțiune (triunghiulară, parabolică, trapezoidală), aspect (neted, rugos, cu exostoze), dimensiunea mezo-distală a spațiului edentat, distanța de la creasta alveolară până la planul de ocluzie, aspectul versanților crestei alveolare (retențivi, neretențivi, neutri), inserția frenurilor și bridelor laterale.

Parodontograma este o metodă auxiliară în evaluarea defectelor osoase, este metoda de stabilire a stării parodontiului dinților adiacenți defectului osos. Scopul acesteia este de a înregistra existența și adâncimea pungilor parodontale și nivelelor de atașament a dinților sau implantului care limitează defectul osos. Un eventual tratament parodontal sau peri-implantar se va efectua simultan cu tratamentul defectului osos sau amânat. În evaluarea defectelor osoase se apreciază și lungimea defectului, iar starea dinților limitrofi vor condiționa această dimensiune.

Metodele radiologice în stomatologie sunt utilizate pentru confirmarea diagnosticului clinic, planificarea tratamentului și supravegherea evoluției efectului terapeutic, aici putem remarca utilizarea radioviziografiei dentare (RVG), ortopantomografiei (OPG) și a tomografiei computerizate cu fascicol conic (CBCT). Radioviziografia reprezintă metoda cea mai simplă de înregistrare radiologică a statusului dento-alveolar, aceasta ne oferă procesarea imediată a imaginii pe ecranul computerului, calitate înaltă a imaginii, dar cu o captare limitată la 1-3 dinți.

În calitate de metodă paraclinică de diagnostic servește și ortopantomografia, care permite obținerea imaginii integrale a regiunii oro-maxilo-faciale. Metoda dată este utilizată cel mai frecvent în practica stomatologică datorită avantajelor sale: tehnica de efectuare simplă, este suficient de informativă pentru un diagnostic preventiv-orientativ, este accesibilă, durata scurtă a procedurii, poate fi efectuată de orice specialist fără o pregătire specială, doză de iradiere minimă. Însă în unele situații clinice această metodă nu ne oferă informații suficiente [12].

Datorită progresului tehnico-științific și apariția noilor metode de tratament, apare necesitatea implementării noilor metode de diagnostic cu o capacitate de prelucrare și prezentare a informației în plan 3D. Aceasta a contribuit la implementarea computer tomografiei spiralate sau dentare cu fascicol conic, utilizate ca instrument de diagnosticare și planificare al tratamentului [12]. De la introducerea sa la sfârșitul anilor 1990, tomografia computerizată cu fascicol conic (CBCT) a devenit o metodă imagistică comună care furnizează date tridimensionale ale scheletului facial, cu o expunere semnificativ mai redusă la radiații, perioade de scanare mai scurte și costuri mai mici comparativ cu tomografia computerizată convențională [13]. Pentru stomatologia implantologică, CBCT-ul a îmbunătățit evident planificarea tratamentului, deoarece oferă o re-

dy models, also called diagnostic ones, are necessary for observing the morphological peculiarities of the dentulous or edentulous prosthetic field. To assess the edentulous ridges are applied the following determinants: height, width, direction (horizontal, concave, mesial/distal ascending, mesial/distal descendant), the shape of the profile per section (triangular, parabolic, trapezoidal), appearance (smooth, rough, with exostoses), mesiodistal dimension of the edentulous space, distance from the alveolar ridge to the occlusion plane, appearance of the slopes of the alveolar ridge (retention, non-retentive, neutral), as well as insertion of the lateral frenes and bridles.

Periodontograma is an auxiliary method in the assessment of bone defects, it is the method of determining the state of the periodontium of teeth adjacent to the bone defect. Its purpose is to record the presence and depth of periodontal bags and attachment levels of the teeth or implant that limit the bone defect. Possible periodontal or peri-implant treatment are performed simultaneously with the treatment of the bone defect or deferred. To determine the range of bone defects, the length of the defect is assessed, thus, the state of the limitroph teeth usually conditions it.

In dentistry, radiological methods are used to confirm clinical diagnosis, treatment planning and evolution of the therapeutic outcome. For this purpose, are used the following procedures: dental radiovisiography (RVG), orthopantomography (OPG) and computed tomography with conical beam (CBCT). Radiovisiography is the simplest method of radiological recording of dentoalveolar status, it gives an immediate image processing on the computer screen and high image quality, but with a capture limited to 1-3 teeth.

Orthopantomography serves as a paraclinical diagnostic method, which allows to obtain the integral imaging of the oral and maxillofacial region. The given method is most commonly used in dental practice due to its advantages, such as: simple technique; sufficiently informative for a preventive diagnosis; accessibility; short duration of the procedure; it can be performed by any specialist without special training; and exposure to low dosage of radiation. However, in some clinical situations this method does not provide dentists with sufficient information [12].

Due to technical and scientific progress and development of new methods of treatment, there is a need to implement new diagnostic methods with the capacity to process and present information in 3D plan. This fact contributed to the implementation of spiral or dental tomography with conical beam, which is used as a diagnostic and planning tool [12]. Since its introduction in the late 1990s, conical beam computed tomography (CBCT) has become a common imaging method providing three-dimensional facial skeleton image with significantly lower radiation exposure, shorter scanning periods and lower costs in comparison to conventional computed tomography [13]. In implant dentistry, CBCT has obviously improved treatment planning as it provides cross section reconstruction of the bone, allowing the assessment of its quantity and quality [14]. CBCT is a method that provides the most accurate assessment of bone architecture [3].

construcție cu secțiuni încrucișate a osului, permițând evaluarea cantității și calității acestuia [14]. CBCT-ul este o metodă care oferă evaluarea cea mai precisă a arhitecturii osoase [3].

Versiunea contemporană ale amprentelor/modelelor de studiu clasice o reprezintă scanarea intra-orală sau amprenta digitală. Aceasta este o tehnică modernă, foarte rapidă și exactă de înregistrare a arcadelor dentare care înlocuiește metoda tradițională de amprentare cu lingura și material de amprentă. Avantajele scanării intra-orale față de amprenta clasică sunt numeroase: confort, rapiditate, acuratețe, predictibilitate, replicabilitate, înregistrarea ușoară a ocluziei, non-contact (risc scăzut de transmitere a infecțiilor), arhivarea digitală, printarea 3D ale arcadelor dento-alveolare scanate. Cel mai important aspect este că scanarea digitală a făcut posibil saltul medicinei stomatologice către epoca digitală.

În acest articol a fost prezentată metoda de analiză a defectelor de creastă alveolară prin măsurători pe CBCT. Parametrul principal analizat a fost dimensiunea defectului osos de creastă alveolară, iar parametrii secundari au fost lățimea crestei alveolare dentate, înălțime și lățime gingie în zona defectului, starea dinților adiacenți defectului, nivelul osos a dinților adiacenți.

Scopul studiului a fost evaluarea metodelor de măsurare a defectelor osoase de creastă alveolară și interpretarea lor pentru alegerea corectă a tehnicii de reconstrucție osoasă, a materialului pentru reconstrucție și a zonei donor în recoltarea grefelor autogene.

### Material și metode

În acest studiu au fost analizate defectele osoase de creastă alveolară la maxilarul superior la 70 pacienți, 27 de bărbați și 43 femei, cu vârsta cuprinsă între 18 și 67 ani, media fiind  $42,1 \pm 1,4$  ani. În total, au fost analizate 79 de defecte osoase, dintre care 26 de defecte orizontale, 1 defect vertical și 52 de defecte combinate.

Următorii pacienți au fost selectați în conformitate cu criteriile de includere:

- 1) Cel puțin 18 ani în momentul efectuării CBCT-ului;
- 2) Pacienți cu defecte osoase la nivelul crestei alveolare a maxilarului superior;
- 3) Nu există dovezi radiologice/clinice de patologie oro-maxilo-facială care contraindică reconstrucțiile osoase de creastă;
- 4) Nu există dovezi radiologice/istoric de chirurgie (regenerare osoasă / tisulară ghidată) la creasta maxilarului superior.

Toți pacienții au fost examinați clinic, paraclinic (examen radiologic) și le-a fost efectuat examenul fotografic. Toate datele au fost introduse în fișa medicală personală a pacientului și în fișa parodontală.

Examenul fotografic a fost efectuat în baza imaginilor obținute cu aparatele de fotografiat Nikon D7100 cu obiectivul macro AF-S Micro Nikkor 60 mm 1:2.8G, pentru a obține poze de detaliu. La toți pacienții a fost efectuat setul de poze conform protocolului standard, care a fost format din poze exorale (poze portret) și poze endorale. Pozele portret au fost

The contemporary version of classical impressions/study models is intra-oral scanning or digital impression. This is a modern, very fast and accurate dental arch recording technique that is replacing the traditional method of impression with spoon and impression materials. The advantages of intra-oral scanning over the classical impression are numerous: comfort, speed, accuracy, predictability, replicability, easy recording of occlusion, non-contact (low risk of transmission of infections), digital archiving, 3D printing of scanned dentoalveolar arches. The most important aspect is that digital scanning has made possible the leap of dental medicine towards the digital age.

This article presented the method of analysis of alveolar ridge defects by measurements performed with CBCT. The main parameter analyzed was the size of the alveolar ridge bone defect, and the secondary parameters were the width of the alveolar ridge, height and width of the gum from the affected area, the condition of the adjacent teeth, and the bone level of the adjacent teeth.

The purpose of the study was to assess methods for measurement of alveolar ridge bone defects to elect a correct reconstruction technique, reconstruction material, and donor area in the harvesting of the autogenic grafts.

### Material and methods

This article analyzed alveolar ridge bone defects at the upper jaw in 70 patients: 27 men and 43 women, aged between 18 and 67 years, with an average of  $42.1 \pm 1.4$  years. A number of 79 bone defects were analyzed, including 26 horizontal defects, 1 vertical defect and 52 combined defects.

The patients were selected according to the following inclusion criteria:

- 1) the age 18 years at the time of CBCT performance;
- 2) patients with alveolar ridge defects at the upper jaw;
- 3) lack of radiological/clinical evidence of oral and maxillo-facial pathology that would contraindicate the ridge bone reconstructions;
- 4) lack of radiological/historical evidence of surgery (guided bone/tissue regeneration) at the upper jaw ridge.

All patients were assessed by clinical, paraclinical (radiological examination) and photographic means. All data were filled in the patient's personal medical and periodontal records.

To obtain detailed pictures, the photographic examination was performed on the basis of images obtained with Nikon D7100 camera with the macro lens AF-S Micro Nikkor 60 mm 1:2.8G. All patients were photographed according to a standard protocol constituted of extraoral pictures (portrait pictures) and intraoral ones. Portrait pictures were taken from a distance of about 150 cm at several planes: frontal, profile and semi profile ( $45^\circ$ ) from both sides (right/left). The patients were photographed with relaxed muscles, ordinary smile, and large smile with lifting of mouth angles. All the steps were performed to obtain a broad picture extra and intraoral appearance of the patients. Intraoperative pictures of different incidences, perpendicular or parallel to the alveolar ridge were taken at a

efectuate de la o distanță de aproximativ 150 cm din mai multe planuri: frontal, profil și semiprofil (45°) din ambele părți (dreapta/stânga), pentru fiecare din aceste poziții pacientul a fost fotografiat cu musculatura relaxată, cu zâmbet obișnuit și cu zâmbet maximal cu ridicarea unghiurilor gurii. Toate incidențele au fost efectuate pentru a obține o imagine cât mai amplă al aspectului exo și endooral al pacientului. De asemenea, au fost efectuate poze intraoperatorii din diferite incidențe, perpendiculare sau paralele cu creasta alveolară, la o distanță de 30-40 cm, utilizându-se sonde parodontale. Pozele intraoperatorii au fost utilizate pentru analiza clinică a defectului osos și pentru documentare.

Paraclinic, tomografiile computerizate cu fascicol conic (CBCT) au fost obținute folosind tomografele Planmeca ProMax 3D (Helsinki, Finlanda) cu dimensiunea voxelului de 150 mSv, 90 kV, 10.0 mA, câmp de vedere 10×10 cm sau tomograful *Sirona Orthophos SL 3D* cu dimensiunea voxelului 160 mSv, 80 kV, 11 mA, câmp de vedere 11×10 cm. CBCT-urile au fost analizate cu ajutorul programelor *Planmeca Romexis Viewer versiunea 5.1.0.4* și *Sidexis X-ray versiunea 4.2*. Toate imaginile au fost analizate de același examinator la același calculator și același monitor (cu o rezoluție de 1920×1080 pixeli), pentru a reduce erorile de măsurare. Toate scanările CBCT au fost efectuate pentru diagnostic și/ sau tratament la pacienții care au necesitat crearea ofertei osoase la maxilarul superior în pregătirea preimplantară.

Evaluarea defectelor osoase a fost realizată prin analiza CBCT-urilor și pozelor pre- și intra-operatorii. Au fost studiate următorii parametri:

- sex, vârstă;
- localizarea (nivelul dintelui lipsă);
- biotipul și anatomia gingivală în zona defectului (gros / mediu / subțire; intactă / cu cicatrici);
- grosime și lățime gingie;
- nivelul osos la dinții adiacenți (de la marginea osoasă până la punctul de contact interdental);
- statutul dinților adiacenți mezial / distal de defect (lipsă, intact, recuperabil, tratat, compromis, implant);
- prezența parodontopatiei marginale a dinților restanți (lipsă, localizată, generalizată superficială/ medie/ profundă);
- cauza și tipul defectului;
- lățime creastă dentată (la nivelul incisivului superior lateral);
- lățime creastă în zona defectului osos;
- lungime, lățime și înălțime defect osos.

Pentru a obține dimensiunile defectelor osoase au fost efectuate următoarele măsurări: a fost trasată o linie ce a unit vârful osos alveolar ale dinților limitrofi breșei, lungimea acesteia a reprezentat lungimea defectului. Perpendicular pe acest marcaj, la nivelul fiecărui dinte lipsă, au fost trasate linii ce au unit nivelul osos al crestei alveolare reziduale și axa lungimii defectului, distanța dintre acestea a reprezentat înălțimea defectului (Figura 4). Pentru a detecta locul măsurărilor ce a reprezentat lățimea defectului, s-a procedat după cum urmează: în plan axial, la nivelul fiecărui dinte lipsă, la

distance of 30-40 cm, by using periodontal probes. Intraoperative photos were used for clinical analysis of the bone defect and for documentation.

To obtain paraclinical data, computed tomography with conical fascicle (CBCT), *Planmeca ProMax 3D tomographs* (Helsinki, Finland) with voxel size of 150 mSv, 90 kV, 10.0 mA, 10×10 cm field of view or *Sirona Orthophos SL 3D* tomography with voxel size 160 mSv, 80 kV, 11 mA, field of view 11×10 cm were used. CBCTs were assessed by using *Planmeca Romexis Viewer version 5.1.0.4* and *Sidexis X-ray version 4.2 programs*. To reduce measurement errors, all images were analyzed by the same examiner on the same computer and screen (with a resolution of 1920×1080 pixels). All CBCT scans were performed for diagnosis and/ or treatment in patients who needed bone growth of the upper jaw in preimplantation preparation.

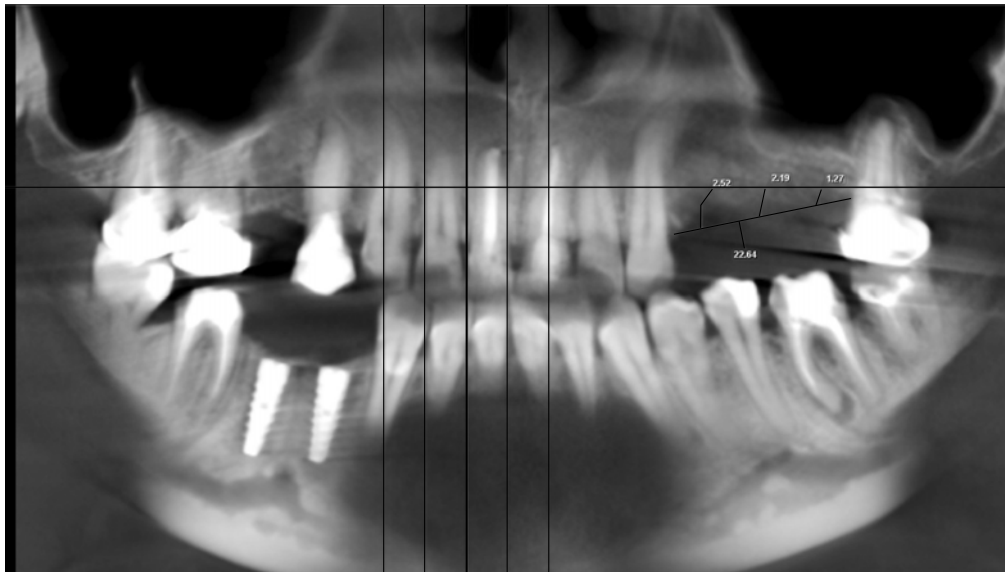
The assessment of bone defects was carried out by analysis of CBCTs and pre- and intra-operative photos. The following parameters were studied:

- gender, age;
- location (level of missing tooth);
- biotype and gum anatomy in the affected area (thick / medium / thin; intact / scarred);
- thickness and width of the gum;
- bone level of the adjacent teeth (from the bone edge to the point of interdental contact);
- status of damaged teeth, mesial/distal area (missing, intact, recoverable, treated, compromised, implant);
- presence of marginal periodontopathy of the present teeth (missing, localized, superficial/ medium/ deep, generalized);
- cause and type of defect;
- dentulous ridge width (at the level of the lateral upper incisor);
- ridge width in the area of the bone defect;
- length, width and height of the bone defect.

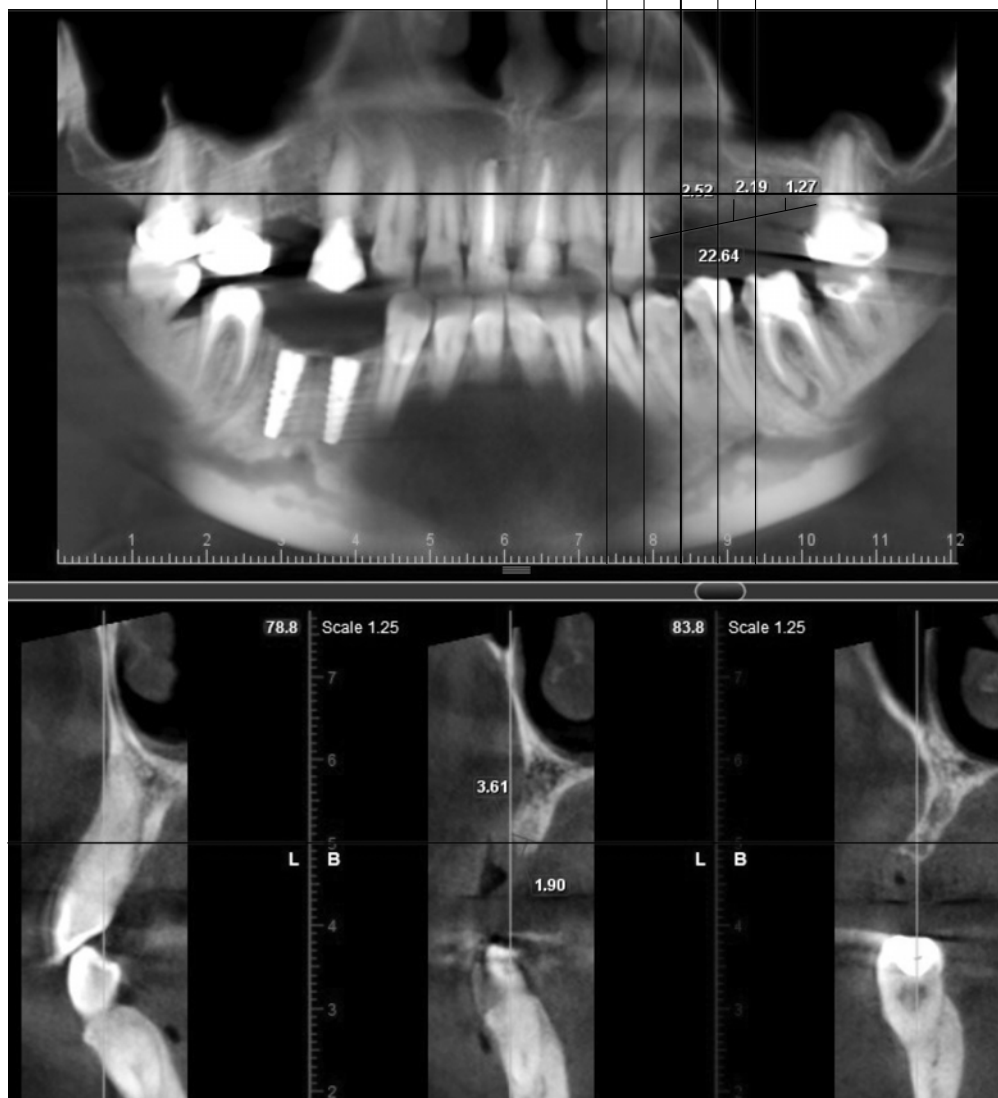
In order to obtain the dimensions of the bone defects the following measurements were made: a line was drawn to unite the alveolar bone edges of the teeth which are bordering the gap, as a result, its length represented the length of the defect. Perpendicularly to this marking, at the level of each missing tooth, lines were drawn that joined the bone level of the residual alveolar ridge and the axis of the defect length, thus, the distance between them represented the height of the defect (Figure 4). In order to detect the location of the measurements representing the width of the defect, the following steps have been done: in the axial plane, at the level of each missing tooth, at 2.0 ± 0.1 mm from the alveolar ridge, a line that joined the vestibular cortical with the palatal one was drawn, the length of this marking represented the width of the residual alveolar ridge (Figure 5). This value (in mm) was subtracted from the value of 7.0 mm (the minimum bone thickness standard set for implant insertion) [15], and the difference represented the width of the defect.

Statistical analysis of the data was performed by using the Microsoft Excel and *IBM SPSS Statistics 22* programs, using the standard and paired *t-tests*, with a significance level of 0.05.





**Fig. 4** Măsurarea lungimii și înălțimii defectului.  
**Fig. 4** Measurement of length and height of the defect.



**Fig. 5** Măsurarea lățimii crestei alveolare în zona defectului.  
**Fig. 5** Measurement of the width of the alveolar ridge in the area of the defect.

$2,0 \pm 0,1$  mm de creasta alveolară, a fost trasată o linie ce a unit corticala vestibulară cu cea palatinală, lungimea acestui marcaj a reprezentat lăţimea crestei alveolare reziduale (Figura 5). Această valoare (în mm) a fost scăzută din valoarea de 7,0 mm (standardul grosimii osoase minime stabilit pentru inserarea unui implant) [15], iar diferenţa a reprezentat lăţimea defectului.

Analiza statistică a datelor s-a realizat utilizând programele Microsoft Excel și IBM SPSS Statistics 22, utilizând testul standard  $t$  și testul pereche  $t$  cu un nivel de semnificație de 0,05. Datele categoriale au fost prezentate drept valori absolute și relative, datele de tip continuu – sub formă de medie și eroare standard.

## Rezultate

După colectarea datelor și analiza lor statistică, a fost observat că cele mai multe defecte de creastă alveolară au fost întâlnite la nivelul dinților 1.4 și 2.4, 21 de defecte osoase (10,6%) și respectiv 22 de defecte osoase (11,1%) (Figura 6).

Datele obținute despre țesuturile moi au arătat că la nivelul defectelor osoase gingia a fost groasă în 34 cazuri, medie în 37 cazuri și 8 cazuri cu fenotip subțire. Grosimea gingiei a variat între 1,0-6,3 mm având în medie  $2,9 \pm 0,1$  mm, iar lăţimea a fost între 1,0-8,0 mm, media fiind  $4,5 \pm 0,1$  mm. Inspectând anatomia gingivală supraiacentă defectului osos, la nivelul fiecărui dinte lipsă, au fost observate cicatrici în 95 cazuri (47,7%) și gingie intactă în 104 cazuri (52,3%).

De asemenea, a fost înregistrat nivelul osos la dinții adiacenți, de la marginea osoasă până la punctul de contact interdental: 55 cazuri cu nivel înalt, 18 cazuri cu nivel mediu, nici un caz cu nivel osos jos, iar în 6 cazuri nu a fost posibilă depistarea nivelului osos deoarece dinții adiacenți au lipsit. În

The categorical data were presented as absolute and relative values and the continuous data – in the form of mean and standard error.

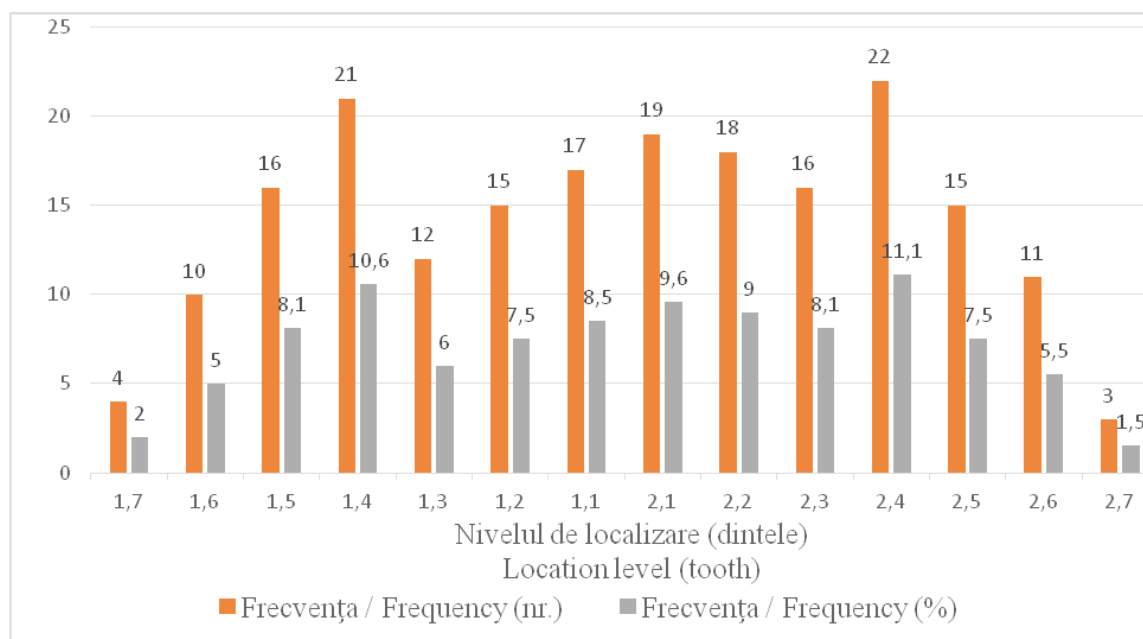
## Results

After collecting the data and analyzing them from the statistical point of view, it was observed that most alveolar ridge defects were found in teeth 1.4 and 2.4, respectively, 21 bone defects (10.6%) and 22 bone defects (11.1%) (Figure 6).

Data obtained on soft tissues showed that in bone defects the gum was thickened in 34 cases, the gum of medium thickness – 37 cases, and the gum with a thin phenotype – 8 cases. The thickness of the gum ranged from 1.0 to 6.3 mm with an average of  $2.9 \pm 0.1$  mm, and the width was between 1.0 mm and 8.0 mm, with an average of  $4.5 \pm 0.1$  mm. By inspecting the overlying gingival area of the bone defect, scars were observed in each missing tooth – 95 cases (47.7%) and an intact gum in 104 cases (52.3%).

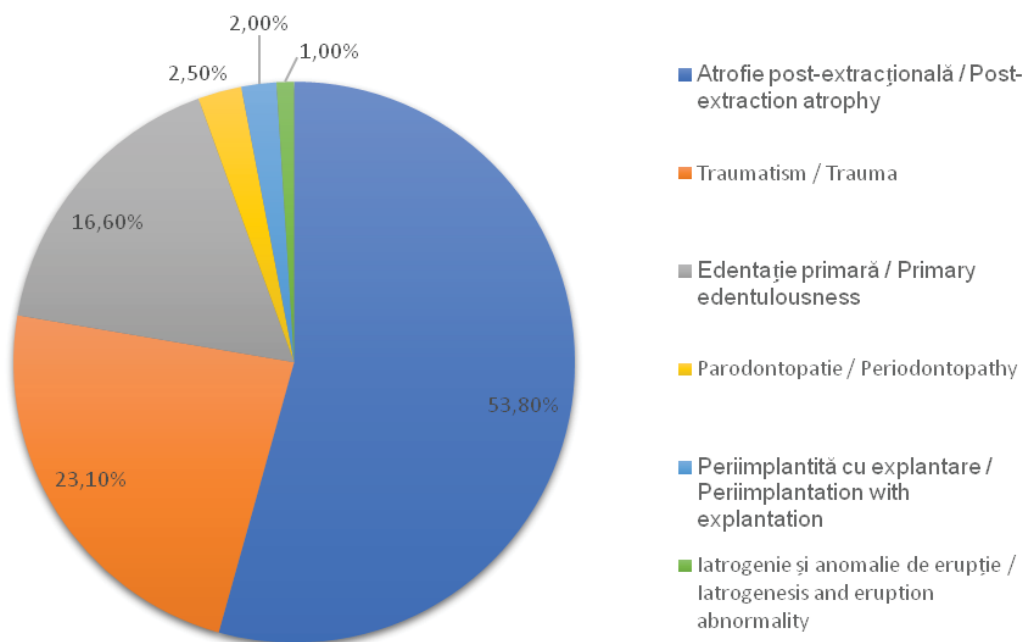
The adjacent tooth bone levels were also recorded. Thus, the data on bone edge to the point of interdental contact have been assessed: with high levels – 55 cases, with medium level – 18 cases, no cases with low bone level, and in 6 cases it was not possible to detect the bone level because the adjacent (neighboring) teeth were absent. In cases where the teeth bordering the bone defect were present, they were also evaluated. In most situations, at the intact teeth, the mesial defect was present in 41 cases and distal one – in 37 cases.

Localized marginal periodontitis of the remaining teeth was present in 2 cases (1%), superficial generalized periodontitis – 27 cases (13.6%), moderate generalized periodontitis – 19 cases (9.5%), lack of periodontitis – 27 cases (13.6%), and edentulous denture – 4 cases (2%). The most common ca-



**Fig. 6** Frecvența defectelor osoase după localizare.

**Fig. 6** Frequency of bone defects by localization.



**Fig. 7.** Frecvența cauzei defectelor osoase.  
**Fig. 7** Frequency the of bone defects causes.

cazurile în care dinții limitrofi defectului osos au fost prezenți, aceștia, de asemenea, au fost evaluați. Mezial defectului în cele mai multe situații au fost prezenți dinți intacti – 41 cazuri, iar distal – dinți tratați – 37 cazuri.

Parodontopatia marginală localizată a dinților restanți a fost prezentă în 2 cazuri (1%), generalizată superficială – 27 cazuri (13,6%), generalizată medie – 19 cazuri (9,5%), absentă în 27 cazuri (13,6%), iar în 4 cazuri (2%) au fost edentații totale. Cea mai frecventă cauză a defectelor osoase a fost atrofia post-extracțională (53,8%), urmată de parodontopatie (23,1%), traumatism (16,6%), peri-implantita cu explantare (2,5%), edentația primară (2%), finalizând cu iatrogenia și anomalia de erupție (câte 1%) (Figura 7).

În fiecare caz clinic, cu excepția celor cu edentație totală, a fost măsurată lățimea crestei alveolare dentate la nivelul incisivului lateral superior, măsurările au fost între 5,3-9,3 mm și a fost în medie de  $7,3 \pm 0,1$  mm. De asemenea, a fost măsurată lățimea crestei în zona defectului, aceasta a variat între 1,1 mm (la defectele orizontale) și 12,3 mm (la defectele verticale) constituind o medie de  $3,9 \pm 0,1$  mm, mediana fiind 3,5 mm.

În urma evaluării defectelor osoase în cele trei planuri au fost obținute următoarele dimensiuni: lungimea defectelor a fost între 4,6-52,3 mm, fiind în medie  $18,4 \pm 1,2$  mm; lățimea defectelor a fost cuprinsă între 0,4-5,9 mm cu o medie de  $3,4 \pm 0,1$  mm; înălțimea defectelor osoase a variat între 0,5-9,6 mm, formând în medie  $3,9 \pm 0,2$ .

## Discuții

Există mai multe metode descrise pentru evaluarea și măsurarea defectelor osoase ale crestelor alveolare. Una dintre

usative agents of bone defects were: post-extraction atrophy (53.8%), periodontopathy (23.1%), trauma (16.6%), peri-implantitis with explanation (2.5%), primary full denture (2%), iatrogenic and abnormal eruption (1% each) (Figure 7).

In each clinical case, except for those with totally edentulous denture, the width of the dentoalveolar ridge in the upper lateral incisor was measured, the measurements were between 5,3 and 9,3 mm and they an average constituted –  $7,3 \pm 0,1$  mm. The width of the ridge in the defect area was also measured, it ranged between 1.1 mm (horizontal defects) and 12.3 mm (vertical defects) constituting an average of –  $3.9 \pm 0.1$  mm, and the median one – 3.5 mm.

Assessment of bone defects in the three-dimensional planes revealed the following: the length of the defects was between 4.6 and 52.3 mm, being on average –  $18.4 \pm 1.2$  mm; the width of the defects was between 0,4 and 5,9 mm, with an average of  $3,4 \pm 0,1$  mm; the height of bone defects ranged between 0.5 and 9.6 mm, forming on average  $3.9 \pm 0.2$ .

## Discussion

There are numerous assessment methods for measuring the alveolar ridges defects. One of them is the photographic exam. For a long time, dental photography was considered to be a tool reserved for the scientific environment, with the main purpose of documenting cases in order to carry out activities specific to academic medium (courses, publications, conferences, etc.). One of the less-highlighted utilities of dental photography is the diagnostic one. Little importance was given in the past to this aspect, but it is becoming more and more popular nowadays [10]. Dental photography is the static

ele o reprezintă examenul fotografic. Foarte mult timp, fotografia dentară a fost considerată un instrument rezervat mediului științific având ca principală utilitate documentarea cazurilor în vederea desfășurării activităților specifice mediului academic (cursuri, publicații, conferințe etc.). Una din utilitățile mai puțin scoase în evidență ale fotografiei dentare este acela de instrument de diagnostic. Este unul din aspectele căruia i s-a acordat mai puțină importanță în trecut, dar care devine din ce în ce mai vizibil în zilele noastre [10]. Fotografia dentară este imaginea statică a aspectului exo și endooral al pacientului, pe care putem observa detalii, care nu se pot percepe pe imaginea dinamică văzută cu ochiul liber. De asemenea, această imagine poate fi mărită pentru a vedea detalii de finețe.

Un alt examen paraclinic este examenul radiologic. În 2015, Ilic *et al.* au măsurat înălțimea crestei alveolare prin 2 metode radiologice: (1) pe CRDG măsurările s-au efectuat pe imaginea radiografică cu ajutorul riglei ortodontice și un șubler folosind negatoscopul și lupa; (2) pe imaginea digitală RVG a fost elaborată opțiunea de măsurare automată cu instrumentele prin programul software Trophy 2001. Ei nu au găsit nici o diferență semnificativă dintre rezultatele măsurătorilor pe CRDG și RVG [16]. Însă aceste metode ne oferă doar imagini 2D, lipsindu-ne de informația celei de-a 3-a dimensiune.

Într-un articol din 2014, Flores-Mir *et al.*, comparând dimensiunile unor dinți extrași măsurate direct cu șublerul pe ortopantomografie și pe tomografia computerizată, au ajuns la concluzia că reconstrucțiile CBCT duc la valori de măsurare care corespund foarte apropiat măsurătorilor directe cu șublerul (4% subestimare lungime) comparativ cu cele ale radiografiilor panoramice convenționale (29% supraestimare lungime) [17]. Un alt avantaj al reconstrucțiilor CBCT față de radiografiile panoramice convenționale este capacitatea de reorientare volumetrică mai fidelă cu ajutorul unui software de imagistică în scopul de a standardiza planurile anatomice ale imaginii, reducând astfel eroarea introdusă de poziția variabilă al pacientului atunci când radiografiile sunt efectuate de mai mulți membri ai personalului [17]. Astfel, a fost demonstrată acuratețea și importanța examenului CBCT în evaluarea crestelor alveolare.

Klinge *et al.* au prezentat într-un articol în 2017 metoda lor de măsurare a crestelor alveolare, conform căreia înălțimea a fost determinată și măsurată printr-o linie trasată prin axa lungă a zonei transversale maxilare. În timpul măsurărilor pe maxilă, linia a fost trasată perpendicular pe creasta alveolară în NL (linia trasată de la spina nazală anterioară care continuă posterior prin palatul dur și planșeul cavității nazale până la spina nazală posterioară) care a fost stabilită ca limită superioară. Măsurătorile de înălțime reprezentau o înălțime totală care include atât osul alveolar, cât și osul bazal [13], fapt care este exclus în metoda de evaluare propusă de noi, măsurând înălțimea defectului, având ca reper linia imaginată al viitorului vârf al crestei alveolare, trasată pe imaginea CBCT, orientându-ne după mai multe repere obiective. Aceste repere au fost: vârful crestei alveolare dentate mezial și/sau distal defectului osos, tuberozitatea maxilară, spina nazală anterioară, planșeul foselor nazale, creasta alveolară contralaterală, pla-

image of the extra and intraoral appearance of the patient due to which dentists can observe details that cannot be perceived on the dynamic image or seen with the naked eye. This image can also be zoomed in order to see fine details.

Another paraclinical examination is the radiological one. In 2015, Ilic *et al.* measured the height of the alveolar ridge by using 2 radiologic diagnostical techniques: (1) CRDG, measurements carried out on the radiographic imaging by using the orthodontic ruler, the negatoscope and the magnifying glass; and (2) RVG digital imaging, which is the automatic measurement option with the tools related to Trophy 2001 software program. There was found no significant difference between CRDG and RVG measurements [16]. However, these methods give only 2D images and do not allow dentists to get the three-dimension plans.

In 2014, Flores-Mir *et al.*, after comparing the dimensions of extracted teeth measured directly with the screw on orthopantomography and computed tomography, concluded that CBCT reconstructions lead to measurement values that correspond accurately to direct measurements with the screw (4% length understatement) compared to those of conventional panoramic X-rays (29% overestimation length) [17]. Another advantage of CBCT reconstructions over conventional panoramic X-rays is the more accurate volumetric reorientation capability with imaging software in order to standardize the anatomical planes of the image, thus, reducing the error induced by the variable position of the patient when X-rays are performed by different staff members [17]. Thus, the accuracy and importance of the CBCT examination in the evaluation of alveolar ridges has been demonstrated.

In 2017, Klinge *et al.* presented their own method of alveolar ridge measurement, according to it, the height was determined and measured with the help of a line drawn by the long axis of the maxillary transverse area. During the measurements on the maxilla, the line was drawn perpendicularly to the alveolar ridge in NL (line drawn from the anterior nasal spine that continues posteriorly through the hard palate and the nasal cavity floor to the posterior nasal spine) which was appreciated as being the superior limit. The height measurements represent a total height that included both the alveolar bone and the basal one [13], fact which was excluded in the diagnostic method proposed by us. Our research was oriented on the objective landmarks aimed to measure the height of the defect, having its reference the imaginary line of the future peak of the alveolar ridge drawn on the CBCT image. These landmarks were: the peak of the dentulous alveolar ridge with mesial and/or distal bone defect, the maxillary tuberosity, the anterior nasal spine, the nasal fossa floor, the contralateral alveolar ridge, and the lower occlusal plane (if it existed and if the lower teeth were not migrated). In cases of total edentulous dentures, the same landmarks were used; in addition, for the insertion of a dental implant in the upper jaw, the minimum required height of the alveolar ridge was established - 10 mm [18]. Width measurements were recorded perpendicularly to the longitudinal axis in two locations. One line was drawn at a distance of 1/3 and the other at 2/3 of the

nul ocluzal inferior (dacă acesta exista și dacă dinții inferiori nu erau migrați). În edentațiile totale au fost folosite aceleași repere, dacă existau, de asemenea, s-a ținut cont și de înălțimea minimă necesară a crestei alveolare, pentru inserarea unui implant dentar la nivelul maxilarului superior – 10 mm [18]. Măsurătorile de lățime au fost înregistrate perpendicular pe axa longitudinală în două locații. O linie a fost trasată la o distanța de 1/3 și cealaltă la 2/3 din înălțimea crestei [13]. Aceste două locații variază, de la caz la caz, în dependență de înălțimea crestei alveolare, oferindu-ne date despre lățimea crestei alveolare la distanțe diferite de vârful crestei alveolare ce duc la erori sau imposibilitate de comparare. De aceea am propus măsurarea lățimii crestei alveolare la 2 mm apical de vârful crestei alveolare, independent de înălțimea acesteia.

Resorbția creștelor alveolare edentate are ca rezultat rotația înainte și în sus a mandibulei, cu scăderea dimensiunii verticale ocluzale și creșterea prognatismului mandibular (tendința de clasa a III-a după *Angle*) [4]. Acest lucru, de asemenea, a fost luat în considerație la evaluarea defectelor de creastă alveolară, în special în cazul edentațiilor totale a maxilarului superior.

Analizând țesuturile moi supraiacente defectelor osoase am obținut următoarele: gingie groasă în 34 cazuri, medie în 37 cazuri și 8 cazuri cu fenotip subțire. Mai mulți autori definesc fenotipul gingival ca fiind subțire și gros. Alți autori îl definesc ca fiind subțire, mediu și gros, iar în tabelul 1 este prezentată această clasificare. Fenotipul subțire este reprezentat de o gingie cu grosimea până la 2 mm, fenotipul mediu 2-3 mm, iar cel gros mai mare de 3 mm. Totuși există un deficit de studii în această direcție [19, 20]. Știind că grosimea gingivală

height of the ridge [13]. Those two locations were varying on a case-by-case basis, in dependence of the height of the alveolar ridge. Although, that data supplied us with information on the width of the alveolar ridge at different distances from the top of the alveolar ridge, sometimes they led to errors or impossibility of comparison. That is why, it was proposed to measure the width of the alveolar ridge from the tip of the alveolar ridge at 2 mm apically, without taking into consideration its height.

Resorption of the edentulous alveolar ridges results in the forward and upward rotation of the mandible, with a decrease in the vertical occlusal size and an increase in mandibular prognathism (third-grade tendency after *Angle*) [4]. This was also taken into account while assessing alveolar ridge defects, especially in the case of fully edentulous upper jaw.

Assessment of soft tissues, which were suprajacent to bone defects, revealed the following data: thick gum – 34 cases, an average type – 37 cases and 8 cases presented thin phenotype. Several authors defined the gingival phenotype as thin and thick. Others defined it as thin, medium and thick (this classification is presented in Table 1). The thin phenotype is represented by a gum up to 2 mm thick, the medium phenotype constitutes 2-3 mm, and the thickened one is greater than 3 mm. However, there is a shortage of studies in this direction [19, 20]. Due to the fact that keratinized gum thickness plays an important role in bone reconstructions of alveolar ridges, it was possible to evaluate it and the obtained data were used to establish the treatment plan.

Inspection of the suprajacent gingival bone defect revealed scars in each missing tooth area – 95 cases (47.7%) and

**Tabelul 1.** Clasificarea grosimii gingivale după fenotip, conform Corado L. și Terheyden H.

**Table 1.** Classification of gingival thickness by phenotype, according to Corado L. and Terheyden H.

Fenotipul gingival <i>Gingival phenotype</i>	Grosimea gingivală <i>Gingival thickness</i>
Subțire <i>Thin</i>	Până la 2 mm <i>Up to 2 mm</i>
Mediu <i>Medium</i>	2-3 mm <i>2-3 mm</i>
Gros <i>Thick</i>	Mai mult de 3 mm <i>More than 3 mm</i>

**Tabelul 2.** Clasificarea nivelului osos a dinților adiacenți defectului, conform Corado L. și Terheyden H.

**Table 2.** Classification of the bone level of the adjacent teeth to the defect, according to Corado L. and Terheyden H.

Nivelul osos la dinții adiacenți defectului <i>Bone level of the teeth adjacent to the defect</i>	Înălțimea de la marginea osoasă până la punctul de contact interdental <i>The height from the edge of the bone to the point of interdental contact</i>
Înalt <i>High</i>	Până la 5 mm <i>Up to 5 mm</i>
Mediu <i>Medium</i>	5-7 mm <i>5-7 mm</i>
Jos <i>Low</i>	Mai mult de 7 mm <i>More than 7 mm</i>

cheratinizată joacă un rol important în reconstrucțiile osoase ale crestelor alveolare, aceasta a putut fi evaluată și datele au fost utilizate în stabilirea planului de tratament.

Inspectând anatomia gingivală supraiacentă defectului osos, la nivelul fiecărui dinte lipsă, au fost observate cicatrici în 95 cazuri (47,7%) și gingie intactă în 104 cazuri (52,3%). Prezența sau absența cicatricilor fiind un factor favorizant în vindecarea plăgilor postoperatorii și, nemijlocit, în succesul reconstrucției osoase.

Analizând nivelul osos la dinții adiacenți, de la marginea osoasă până la punctul de contact interdental, am înregistrat 55 cazuri cu nivel înalt, 18 cazuri cu nivel mediu, nici un caz cu nivel osos jos, iar în 6 cazuri nu a fost posibilă depistarea nivelului osos deoarece dinții limitrofi au fost absenți. Tabelul 2 prezintă clasificarea nivelului osos a dinților adiacenți. Nivelul înalt prezintă o distanță mai mică sau egală cu 5 mm, un nivel mediu este cuprins între 5-7 mm, iar nivelul osos jos prezintă o distanță mai mare sau egală cu 7 mm de la marginea osoasă până la punctul de contact interdental [21]. Acest lucru ne permite evaluarea riscului estetic în reconstrucția crestelor alveolare și reabilitarea implanto-protetică ulterioară.

În evaluarea riscului estetic și a celui infecțios a fost inclusă și analiza dinților limitrofi defectului. Mezial defectului în cele mai multe situații au fost prezenți dinți intacti – 41 cazuri, iar distal – dinți tratați – 37 cazuri.

O altă problemă abordată în evaluarea defectelor de creastă alveolară a fost parodontopatia marginală a dinților restanți, care a avut o formă localizată medie în 2 cazuri (1%), generalizată superficială – 27 cazuri (13,6%), generalizată medie – 19 cazuri (9,5%), absentă în 27 cazuri (13,6%), iar în 4 cazuri (2%) au fost edentații totale. Aceasta poate condiționa infectarea grefei și resorbția timpurie a țesutului osos nou-format.

Cea mai frecventă cauză a defectelor osoase a fost atrofia post-extracțională (53,8%), urmată de parodontopatie (23,1%), traumatism (16,6%), peri-implantita cu explantare (2,5%), edentația primară (2%), finalizând cu iatrogenia și anomalia de erupție (câte 1%). Etiologia apariției defectului osos influențând direct caracteristicile morfo-funcționale a țesutului osos rezidual.

După măsurarea lățimii crestei alveolare dentate la nivelul incisivului lateral superior, valorile au fost între 5,3-9,3 mm, în medie  $7,3 \pm 0,1$  mm. Această lățime medie a crestei alveolare dentate a fost calculată la nivelul incisivului lateral maxilar deoarece a fost nevoie de lățimea minimă a crestei alveolare, iar incisivul lateral este dinte cu diametrul cel mai mic de pe arcada maxilară. De asemenea, a fost adunat diametrul minim implantar (4 mm) cu grosimea vestibulară osoasă minimă (2 mm) și cea palatinală (1 mm), a fost obținută o dimensiune minimă a crestei alveolare necesară după reconstrucție (7 mm), care a fost aproximativ egală cu lățimea medie a crestei în zona incisivului lateral maxilar (7,3 mm).

De asemenea, a fost măsurată lățimea crestei în zona defectului, aceasta a variat între 1,1 mm (la defectele orizontale) și 12,3 mm (la defectele verticale), constituind o medie de  $3,9 \pm 0,1$  mm. A fost calculată și mediana, aceasta fiind 3,5 mm, de

intact gum – in 104 cases (52.3%). The presence or absence of scars being a favorable factor in the healing of postoperative wounds and, directly, led to successful bone reconstruction.

Analysis of bone levels in the adjacent (neighboring) teeth, from the bone edge to the point of interdental contact were recorded. There where: high level defects – 55 cases, medium level – 18 cases, no cases with low bone level, and in 6 cases it was not possible to detect bone level because the surrounding teeth were absent. Table 2 shows the classification of the bone level of the adjacent teeth. The high level has a distance of 5 mm or less, an average level is between 5 and 7 mm, and the lower bone level has a distance of 7 mm or more from the bone edge to the interdental point of contact [21]. These data allowed us to assess the aesthetic risk in the reconstruction of alveolar ridges and the subsequent implant-prosthetic rehabilitation.

Study of bone level at the region of the bordering teeth was also included in the assessment of the aesthetic and infectious risk factors. Mezial defect, in most situations, was present at intact teeth – 41 cases, and distal defect at treated teeth was found in 37 cases.

Assessment of alveolar ridge defects also found the presence of marginal parodontopathy of the remaining teeth, which was on average revealed in 2 cases (1%), superficial generalized – 27 cases (13.6%), mean generalized – 19 cases (9.5%), absent in 27 cases (13.6%), and in 4 cases (2%) were totally edentulous. It can lead to graft infection and early resorption of newly formed bone tissue.

The most common cause of bone defects was post-extraction atrophy (53.8%), followed by periodontopathy (23.1%), trauma (16.6%), peri-implantitis with explantation (2.5%), primary edentation (2%), and iatrogenesis or eruption anomalies (1% each). The etiology of the occurrence of bone defect is directly influencing the morpho-functional characteristics of residual bone tissues.

After measuring the width of the alveolar ridge at the upper lateral incisor, the values were between 5.3 and 9.3 mm, on average  $7.3 \pm 0.1$  mm. This average width of the dental alveolar ridge was calculated at the level of the maxillary lateral incisor because it required the minimum width of the alveolar ridge, and the lateral incisor is the tooth with the smallest diameter on the jaw arch. The minimum implant diameter (4 mm) with the minimum bone vestibular thickness (2 mm) and the palatal diameter (1 mm) were also collected, a minimum alveolar ridge size required after reconstruction (7 mm) was obtained, which was approximately equal to the average width of the ridge in the lateral maxillary incisor area (7.3 mm).

The width of the ridge in the defect area was also measured, ranging from 1.1 mm (horizontal defects) to 12.3 mm (vertical defects), constituting an average of  $3.9 \pm 0.1$  mm. The median width was also calculated, which was 3.5 mm, thus the results has shown that the half of the existing ridges were up to 3.5 mm.

Assessment of bone defects in the three-dimensional planes revealed the following results: the length of the defects was between 4.6 and 52.3 mm, constituting on average of 18.4

unde rezultă că jumătate din crestele existente au avut lățimea de până la 3,5 mm.

În urma evaluării defectelor osoase în cele 3 planuri au fost obținute următoarele dimensiuni: lungimea defectelor a fost între 4,6-52,3 mm, fiind în medie  $18,4 \pm 1,2$  mm, această lungime fiind condiționată de numărul dinților lipsă, uneori ea fiind mai mică decât lungimea breșei. Lățimea defectelor a fost cuprinsă între 0,4-5,9 mm cu o medie de  $3,4 \pm 0,1$  mm, aceasta a fost măsurată în defectele orizontale și combinate, ținând cont de lățimea minimală necesară a crestei alveolare – 7,0 mm. Cel mai mic defect orizontal a fost la nivelul dintelui 2.6, iar cel mai mare – la nivelul dintelui 1.4. Înălțimea defectelor osoase a fost măsurată în defectele verticale și combinate și a variat între 0,5-9,6 mm, formând în medie  $3,9 \pm 0,2$  mm. Cel mai mic defect vertical a fost la nivelul dintelui 1.1, iar cel mai mare – la nivelul dintelui 1.3, acesta din urmă a fost condiționat de o parodontopatie marginală cronică.

### Concluzii

Metodele de evaluare prezentate în articol au furnizat multiple date suplimentare despre defectul osos de creastă alveolară, ceea ce a oferit o evaluare complexă a defectului.

Totalitatea metodelor enumerate mai sus reprezintă modalități de evaluare a defectelor osoase și pot fi utilizate atât solitar, cât și combinate între ele pentru obținerea unei imagini cât mai complexe a cazului clinic.

Precizia măsurărilor și evaluării defectelor osoase au reprezentat unul din punctele cheie în alegerea metodei de reconstrucție osoasă și stabilirea planului de tratament.

Este necesară o standardizare a protocolului de măsurare a osului alveolar ca parametru foarte important pentru aprecierea exactă a dimensiunilor defectului osos.

### Declarația de conflict de interese

Autorii declară că nu se află în conflict de interese financiare sau nonfinanciare pentru datele și informațiile prezentate în manuscris.

### Contribuția autorilor

AG a conceput studiul, a elaborat design-ul cercetării, a colectat, interpretat și analizat datele. DS a revăzut în mod critic manuscrisul. VJ a colectat și a interpretat date, a ajutat la redactarea manuscrisului. Manuscrisul final a fost citit și aprobat de către toți autorii. Autorii dau asigurări și sunt responsabili pentru acuratețea și integritatea lucrării.

### Mulțumiri

Aducem mulțumiri colectivului Catedrei de chirurgie oro-maxilo-facială și implantologie orală „Arsenie Guțan” și a secției de Chirurgie oro-maxilo-facială a Institutului de Medicină Urgentă pentru ajutorul acordat în realizarea studiului.

$\pm 1.2$  mm, this length being conditioned by the number of missing teeth, sometimes less in size than the length of the gap. The width of the defects was between 0,4 and 5,9 mm with an average of  $3,4 \pm 0,1$  mm, this was measured in cases of horizontal and combined defects and it was performed by taking into account the required minimum width of the alveolar ridge – 7,0 mm. The smallest horizontal defect was at the level of tooth 2.6, and the largest – at the level of tooth 1.4. The height of bone defects was measured in vertical and combined defects, as a result, it ranged from 0.5 to 9.6 mm, forming on average-  $3.9 \pm 0.2$  mm. The smallest vertical defect was in tooth 1.1, and the largest – in tooth 1.3, the latter was conditioned by presence of chronic marginal periodontopathy.

### Conclusions

Assessment methods presented in the article provided multiple additional data on the alveolar ridge bone defects, thus providing a complex analysis on this issue.

The totality of methods listed above constitute the ways of assessing bone defects and can be used both alone or in combination with each other in order to obtain a more complex picture of the clinical case.

Accuracy of measurements and assessments of bone defects was one of the key points in choosing the bone reconstruction method and establishing the treatment plan.

It is necessary to standardize the protocol for the measurement of alveolar bone as it is considered to be a parameter of the utmost importance in the assessment of bone defects.

### Declaration of conflict of interests

The authors state that they are not in conflict of financial or non-financial interests for the data and information presented in the manuscript.

### Authors' contributions

AG designed the study, developed the design of the research, collected, interpreted and analyzed the obtained data. DS reviewed the manuscript according to critical parameters. VJ collected and interpreted data, and helped in the manuscript writing. The final version of the manuscript was read and approved by all authors. The authors give assurances and are responsible for the accuracy and the integrity of the work.

### Acknowledgements

We would like to give special thanks for the collective from *Arsenie Gutan* Chair of oral and maxillofacial surgery and oral implantology and the Oral and Maxillofacial Surgery Section of the Institute of Emergency Medicine for their support in carrying out the study.

## Referințe / references

1. Sîrbu D. Biologia și fiziologia refacerii leziunilor tisulare (p. 30-43). Biomateriale în reconstrucția creștelor alveolare mandibulare în tratamentul implantar. Tipografia-Sirius, Chișinău, Republica Moldova, 2018.
2. Khoury F, Antoun H, Missika P. Biology and physiology of the implant bone site (p. 9-41). Bone augmentation in oral implantology. Editura: Quintessence Publishing, Londra, Marea Britanie, 2007.
3. Rojo J, Vina J, Penarrocha D, Penarrocha M. Facial alveolar bone width at the first and second maxillary premolars in healthy patients: A cone beam computed tomography study. *J Oral Implantol*, 2017; 43 (4): 261-265.
4. Kuc J, Sierpinska T, Golebiewska M. Alveolar ridge atrophy related to facial morphology in edentulous patients. *Clin Interv Aging*, 2017; 12: 1481-1494.
5. As'ad F, Monje A, Larsson L. Role of epigenetics in alveolar bone resorption and regeneration around periodontal and peri-implant tissues. *Eur J Oral Sci*, 2019; 00: 1-17.
6. Thoma D, Naenni N, Figuero E, Hammerle C, Schwarz F, Jung R, Sanz-Sanchez I. Effects of soft tissue augmentation procedures on peri-implant health or disease: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*, 2018; 29: 32-49.
7. Ashok S, Tomas K. Additional diagnostic procedures (p. 24-66). Practical implant dentistry: The science and art. Editura: Quintessence Publishing, Londra, Marea Britanie, 2005.
8. Minns R, Sher L. An iliac bone biopsy trephine. *Injury*, 1983; 14:370-371.
9. Shibli J, Faveri M, Ferrari D, Melo L, Garcia R, d'Avila S, Figueiredo L, Feres M. Prevalence of Maxillary Sinus Septa in 1024 Subjects with Edentulous Upper Jaws: A Retrospective Study. *J Oral Implantol*, 2007; 33 (5): 293-296.
10. Oprea B, Lazar D, Cernușcă-Mițariu S, Ștef L, Gligor R, Tantar C., Cernușcă-Mițariu M., Fotografia – instrument de diagnostic în medicina dentară. *AMT*, 2014; II (2): 127-129.
11. Fradeani M. Esthetic rehabilitation in fixed prosthodontics – esthetic analysis approach to prosthetic treatment. *Quintessence Pub. Inc*, 2004; 1: 18-19.
12. Sîrbu D, Topalo V, Zănoagă O, Procopenco O, Suharschi I, Mostovei A, Mighic A. Aspecte ale utilizării metodelor imagistice în chirurgia orală și maxilo-facială. *Medicina Stomatologică*, 2012; 1 (22): 36-39.
13. Klinge A, Becktor K, Lindh C, Becktor J. Craniofacial height in relation to cross-sectional maxillary and mandibular morphology. *Prog Orthod*, 2017; 18: 32-42.
14. Luangchana P, Pornprasertsuk-Damrongsri S, Kiattavorncharoen S, Jirajariyavej B. Accuracy of linear measurements using cone beam computed tomography and panoramic radiography in dental implant treatment planning. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2015; 30 (6): 1287-1294.
15. Temmerman A, Keestra J, Coucke W, Teughels W, Quirynen M. The outcome of oral implants placed in bone with limited bucco-oral dimensions: a 3-year follow-up study. *J Clin Periodontol*, 2015; 42 (3): 311-318.
16. Ilic D, Stojanovic L. Application of digital radiography for measuring in clinical dental practice. *Srp Arh Celok Lek*, 2015; 143 (1-2): 16-22.
17. Flores-Mir C, Rosenblatt M, Major P, Carey J, Heo G. Measurement accuracy and reliability of tooth length on conventional and CBCT reconstructed panoramic radiographs. *Dental Press J Orthod*, 2014; 19 (5): 45-53.
18. Cordaro L, Terheyden H. Resorption patterns in the edentulous maxilla and mandible (p. 15-17). Ridge augmentation procedures in implant patients. Editura: Quintessence Publishing Co, Berlin, Germania, 2014.
19. Kim D, Bassir S, Nguyen T. Effect of gingival phenotype on the maintenance of periodontal health: an American Academy of Periodontology best evidence review. *J Periodontol*, 2020; 91 (3): 311-338.
20. Fischer K, Kunzlberger A, Donos N, Fickl S, Friedmann A. Gingival biotype revisited – novel classification and assessment tool. *Clin Oral Investig*, 2018; 22 (1): 443-448.
21. Cordaro L, Terheyden H. Iliac-crest block for vertical and horizontal space filling in the anterior maxilla (p. 181-192). Ridge augmentation procedures in implant patients. Editura: Quintessence Publishing Co, Berlin, Germania, 2014.