

ARTICOL ORIGINAL

## Evaluarea la distanță de 3 ani a osului periimplantar la instalarea implantelor dentare prin metodă miniinvazivă de elevație transcrestală a planșeului sinusului maxilar

Valentin Topalo<sup>1\*</sup>, Fahim Atamni<sup>2</sup>, Nicolae Chele<sup>1,3</sup>, Dumitru Sirbu<sup>1,4</sup>, Andrei Mostovei<sup>1</sup>, Oleg Zănoaga<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;

<sup>2</sup>Clinica de Chirurgie Implantară, Tel-Aviv, Israel;

<sup>3</sup>Clinica stomatologică „Master Dent”, Chișinău, Republica Moldova;

<sup>4</sup>Clinica stomatologică „Omni Dent”, Chișinău, Republica Moldova.

### Autor corespondent:

Valentin Topalo, dr. hab. șt. med., prof. univ.

Catedra de chirurgie oro-maxilo-facială și implantologie orală „Arsenie Guțan” Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu” bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 165, Chișinău, Republica Moldova, MD-2004

e-mail: valentin.topalo@usmf.md

ORIGINAL ARTICLE

## Peri-implant bone evaluation 3 years after implant placement by minimally invasive method of transcrestal maxillary sinus floor elevation

Valentin Topalo<sup>1\*</sup>, Fahim Atamni<sup>2</sup>, Nicolae Chele<sup>1,3</sup>, Dumitru Sirbu<sup>1,4</sup>, Andrei Mostovei<sup>1</sup>, Oleg Zanoaga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Chair of oro-maxillo-facial surgery and oral implantology “Arsenie Gutan”, Nicolae Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy, Chisinau, Republic of Moldova;

<sup>2</sup>Implant Surgery Clinic, Tel-Aviv, Israel;

<sup>3</sup>“Master Dent” dental clinic, Chisinau, Republic of Moldova;

<sup>4</sup>“Omni Dent” dental clinic, Chisinau, Republic of Moldova.

### Corresponding author:

Valentin Topalo, MD, PhD, university professor

Chair of oro-maxillo-facial surgery and oral implantology “Arsenie Gutan”

Nicolae Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy

165, Ștefan cel Mare și Sfânt ave., Chisinau, Republic of Moldova, MD-2004

e-mail: valentin.topalo@usmf.md

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

Formarea și evoluția osului la instalarea implantelor dentare cu elevarea transcrestală a planșeului sinusului maxilar (SM), fără decolarea lambourilor, fără condensarea osului și fără greșarea sinusului maxilar, deocamdată, nu sunt cunoscute.

### Ipoteza de cercetare

Ipoteza presupune că în spațiul dintre osul rezidual subantral și membrana sinusului maxilar, elevată prin acces crestal, prin procedee miniinvazive, fără utilizarea materialelor osteoplaste, e posibilă formarea noului os periimplantar, care asigură succesul tratamentului implanto-protetic.

### Noutatea adusă literaturii științifice din domeniu

În premieră, în implantologia orală, au fost descrise date concludente despre formarea osului periimplantar intrasinusal la elevarea planșeului SM prin procedee miniinvazive și fără utilizarea materialelor osteoplaste. Au fost evaluate succesul tratamentului implanto-protetic și starea osului periimplantar intrasinusal pe o perioadă de ≥3 ani.

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

Formation and bone evolution after flapless transcrestal maxillary sinus (MS) floor elevation without bone condensation and grafting are still unknown.

### Research hypothesis

The hypothesis presumes that in the space between the residual subantral bone and maxillary sinus membrane, elevated through crestal access by minimally invasive methods without grafting materials, new peri-implant bone can form which provides the successful implant-prosthetic treatment.

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

The data about intrasinusal peri-implant bone formation after minimal invasive sinus floor elevation without grafting materials were described for the first time in oral implantology. The success of implant-prosthetic treatment and intrasinusal peri-implant bone status have been evaluated for more than 3 years.

### Rezumat

**Introducere.** Pentru instalarea implantelor dentare în secțiunile posterioare atrofiate ale maxilei prin acces lateral, sinusul maxilar (SM) este greșat cu diverse materiale. Interven-

### Abstract

**Introduction.** The maxillary sinus is grafted with different materials for implant placement in posterior atrophied areas of maxilla. The procedures are traumatic, expensive

țiile sunt traumatice, generează discomfort postoperatoriu, sporesc costul tratamentului. De către noi, a fost elaborată și aplicată în practică o metodă miniinvasivă de instalare a implantelor prin abord crestal [1]. *Scopul principal* a fost evaluarea la distanță ( $\geq 3$  ani) a osului periimplantar și a succesului tratamentului la instalarea implantelor prin metoda elaborată.

**Material și metode.** Pe parcursul anilor 2008-2012, la 122 de pacienți, conform metodei elaborate, au fost instalate 214 implante. Ele au fost selectate în funcție de dimensiunile ORS, determinate prin intermediul ortopantomografiei (OPG). Postoperatoriu, a fost apreciat sindromul algic, gradul de răspândire a edemului. Radiografic – determinat gradul de penetrare a implantului în sinus, înălțimea opacității intrasinusale, prezența și poziția fragmentelor de os. La a doua etapă chirurgicală și anual – repetată radiografia. După instalarea conformatoarelor gingivale, stabilitatea implantelor era determinată cu aparatul „Periotest-Siemens”. Densitatea osului periimplantar a fost comparată vizual cu cea a osului nativ adiacent. Osteointegrarea și succesul implantelor au fost apreciate conform indicilor acceptați în implantologia orală [2, 3]. Analiza statistică a fost efectuată în baza valorilor medii, deviației și erorii standard, testului pereche t-Student, corelației Pearson.

**Rezultate.** Morbiditatea postoperatorie a fost neînsemnată, edemul se manifesta numai la gingie, la creasta apofizei alveolare. Miniplăgile s-au vindecat *per secundam intentionem*. În perioada vindecării, au eșuat 4 implante (1,87%); celelalte 210 (98,13%) – la finele perioadei de vindecare au fost apreciate drept osteointegrate. Pe parcursul următorilor ani, în jurul segmentului implantelor, situat în sinusul maxilar, osul nou-format constituia un tot unic cu cel rezidual.

**Concluzii.** Metoda elaborată de instalare a implantelor cu elevația transcrestală a planșeului sinusului maxilar este miniinvasivă și ușor suportată de către pacienți. Osul nou-format fără utilizarea materialelor de augmentare se contopește cu cel rezidual, contribuind la obținerea succesului de lungă durată în reabilitarea implanto-protetică a persoanelor edentate. Pentru dezvoltarea unor laturi în modelarea/remodelarea osului intrasinusal periimplantar, sunt necesare studii suplimentare, inclusiv, experimentale.

**Cuvinte cheie:** sinus lift crestal miniinvasiv, implante dentare, osul rezidual subantral, instalarea implantelor fără lambou, augmentarea sinusului maxilar, regenerarea osului, osul intrasinusal periimplantar.

## Introducere

În implantologia orală, calitatea și cantitatea osului sunt factorii principali în obținerea succesului clinic de lungă durată [4, 5]. Inserarea implantelor dentare, conform protocolului convențional, adeseori este limitată de formațiunile anatomice și de particularitățile structurale ale osului maxilarelor. Secțiunile posterioare ale maxilei, de regulă, sunt constituite din os cu densitate joasă – tip III și IV după clasificarea Lekholm și Zarb (1985) [6], iar cantitatea lui este în dependență atât de particularitățile individuale ale pacienților, cât și de gradul de resorbție a crestei alveolare și de expansiune (pneumatizare)

and generate postoperative discomfort. A new mini-invasive method of transcrestal implant placement has been elaborated and implemented into practice [1]. *The aim* was to evaluate in time ( $\geq 3$  years) the peri-implant bone status and treatment success of implants placed through the proposed method.

**Material and methods.** Two hundred and fourteen implants had been placed during 2008-2012 in 122 patients. The implants had been selected according to the dimensions of RBH determined on panoramic x-ray (OPG). The pain and edema degrees have been measured after surgery. The implant penetration degree into the maxillary sinus, the intrasinusal opacity height, presence and position of bone fragments were determined postoperatively via X-ray. The OPG was repeated at the second stage surgery and annually thereafter. The implants' stability was determined via "Periotest-Siemens" device. The peri-implant bone density was visually compared with the adjacent native one. The implants' bone integration and success were appreciated according to indices accepted in oral implantology [2, 3]. Statistical analysis was based on mean, standard error and deviation values, Student paired t test and Pearson correlation analysis.

**Results.** The postoperative morbidity was insignificant, the edema was seen only at gingiva of alveolar crest. The mini-wounds healed by secondary intention. Four implants were lost during healing period (1.87%) other 210 (98.13%) – at the end of healing period were found to be bone integrated. The intrasinusal newly formed bone was a whole with the residual one during the following years.

**Conclusions.** The elaborated method of transcrestal implant placement is minimal invasive and easily supported by patients. The newly formed bone without grafting material merges with the residual one, contributing to long-standing success in implant-prosthetic rehabilitation of patients. There are required further studies including experimental ones in order to reveal some aspects of intrasinusal peri-implant bone modeling/remodeling.

**Key words:** minimally invasive transcrestal sinus lift, dental implants, residual subantral bone, flapless implant placement, minimally invasive surgery, maxillary sinus augmentation, bone regeneration, peri-implant intrasinusal bone.

## Introduction

Bone quantity and quality in oral implantology are main factors for obtaining long-term clinical success [4, 5]. Dental implants installation by conventional protocol is usually limited by anatomical formations and structural peculiarities of the alveolar bone. Bone density in posterior maxilla usually is type III and IV (Lekholm and Zarb classification 1985) [6]. Bone quantity depends on individual patient peculiarities; alveolar crest bone resorption and expansion (pneumatization) of the maxillary sinus (MS), which especially occur in "old" edentulous spaces [7, 8]. In those cases, specialists that

a sinusului maxilar, care are loc, inevitabil, în special, în edentațiile „învechite” [7, 8]. În aceste cazuri, medicii care practică implantologia orală, la restabilirea integrității arcadei dentare superioare prin proteze fixe cu sprijin implantar, se confruntă cu mari dificultăți [9]. Una din căile de rezolvare a acestei probleme este crearea volumului necesar de os prin diferite metode, cu utilizarea diverselor materiale osteoplastice.

La momentul actual, o largă răspândire în implantologia orală o are grefarea SM printr-o fereastră creată în peretele lateral (sinus lift lateral, SLL). Deși acest procedeu chirurgical este des utilizat în practica implantologică cotidiană, el are unele dezavantaje: sporirea semnificativă a costului tratamentului, disconfortul postoperatoriu exagerat, riscul complicațiilor intra și postoperatorii, timp preprotetic îndelungat în cazul instalării amânate a implantelor. Aceste dezavantaje au fost și sunt motivul de a elabora noi procedee miniinvasive și mai puțin costisitoare de instalare a implantelor în sectoarele posterioare atrofiate ale maxilarului superior.

O metodă alternativă (mai puțin traumatică) pentru elevația și grefarea planșeului SM pe un sector limitat prin creșterea alveolară (sinus lift crestal, SLCr), a fost descrisă de către Summers R. [10] și, ulterior, modificată de către alți autori [11, 12, 13]. La utilizarea acestei metode, parametrii osului rezidual subantral (ORS), au o importanță majoră în obținerea stabilității primare sigure a implantelor. Înălțimea minimală este recomandată de unii autori [14, 15] – 3 mm, de alții [10, 16] – 5-6 mm, iar de Misch C. – 10-12 mm [17]. După decolarea lambourilor mucoperiostale și crearea „neoalveolei” cu frezele sistemului respectiv, luând în considerație diametrul implantului preconizat pentru instalare, succesiv cu osteotoamele (setul propus de către Summers), prin lovituri dozate cu ciocanul chirurgical, „ținând la control” sonoritatea, sunt condensați pereții neoalveolei și fracturat în „lemn verde” un sector limitat al planșeului SM. Prin această „neoalveolă”, în spațiul obținut este introdus materialul de grefare și inserat implantul.

Deși metoda de elevație a planșeului SM, elaborată de Summers R. este mai puțin invazivă, în comparație cu accesul lateral, ea are și elemente agresive, traumatice, precum: decolarea lambourilor mucoperiostale, condensarea succesivă cu osteotoamele a pereților „neoalveolei”, grefarea spațiului subantral. A fost demonstrat că, condensarea osului maxilar cu osteotomul influențează negativ integrarea implantelor dentare [18, 19], iar decolarea lambourilor muco-periostale e însoțită de morbiditate postoperatorie sporită și rezorbție a osului cortical periimplantar [20]. Referitor la materialele de grefare (indiferent de origine) – utilizarea lor sporește esențial costul tratamentului [21].

În literatura de specialitate, este discutată viabilitatea tehnicii de elevație a planșeului SM, propusă de Summers R., Levine R. și colab. [22], care relatează că din 45 implantate, instalate conform acestei tehnici, 5 (11,1%) au eșuat în perioada osteointegrării, adică până a fi puse în funcție. Drouhet G. și Missika P. [23] menționează că, din 108, au dat faliment (de asemenea, în perioada osteointegrării) 7 (6,5%) implantate. La descoperirea implantelor (a doua etapă), autorii menționați au depistat o rezorbție osoasă în jurul coletului implantelor, în medie, de

do dental implants for implant anchored dental rehabilitation are dealing with major difficulties [9]. One of the possible options for solving this difficulty is to create the required bone volume using different methods by the aid of osteoplastic materials.

At this moment, widely used in oral implantology is MS bone grafting through lateral wall approach (lateral sinus lift – LSL). Although this surgical procedure is widely spread in everyday practice, it has some disadvantages: increased treatment cost, postoperative marked discomfort, high intra and postoperative risks, long pre-prosthetic time in cases of delayed implants load. These disadvantages are a powerful motivating factor for researches in new, less expensive, minimally invasive procedures for dental implants installation in atrophied posterior maxilla.

An alternative approach (less traumatic) for elevation and grafting of the MS floor in a limited sector through alveolar process (crestal sinus lift – CrSL) was described by Summers R. [10], lately modified by other authors [11, 12, 13]. An important parameter in using this method is residual bone height (RBH). Minimal height is recommended by some authors [14, 15] to be 3 mm, by others [10, 16] – 5-6 mm, by Misch C. – 10-12 mm [17]. After mucoperiosteal flap elevation and implant socket preparation using manufacturer's recommended drills together with successive osteotome use (proposed by Summers), taking into consideration requested implant diameter, with weighted punches by a surgical hammer appreciating hammering tone sound, bone in the implant socket is condensed and “greenstick” fractured in the area of MS floor. Through the new implant socket grafting material is introduced and the implant is installed.

Though this method, proposed by Summers is less invasive comparative to the lateral approach it has some aggressive and traumatic elements such as mucoperiosteal flap rising, successive implant socket bone condensation by the osteotomes and bone collecting from other sectors for sinus floor elevation. It has been demonstrated that bone condensation with osteotomes has negative influence on implants' osseointegration [18, 19] and flap elevation is followed by increased postoperative morbidity and cortical peri-implant bone resorption [20]. Regardless the grafting materials, they essentially increases the treatment costs (despite the origin) [21].

The viability of MS floor elevation proposed by Summers R. is intense discussed in specialty literature. Levine R. *et al.* [22] reports that 5 (11.1%) from 45 dental implants installed by this technique failed in bone integration period, before taking function. Drouhet G. and Missika P. [23] report that 7 (6.5%) from 108 implants failed. At the second stages authors mention a bone resorption in implant neck area – an average of 1.85 mm. The failures mentioned above had not been discussed by their authors. The possibility to be connected to aggressive factors (flap elevation and bone condensation) is high.

It is important to mention that specialists that use crestal

1,85 mm. Eșecurile, care au avut loc, autorii sus-menționați nu le-au comentat. Probabilitatea că ele sunt în legătură directă cu efectele nocive ale factorilor agresivi (decolarea lambourilor și condensarea laterală) evidențiată este mare.

De menționat că, până la momentul actual, medicii care practică elevația planșeului SM prin abord crestal, pun în evidență apofiza alveolară prin decolarea lambourilor mucoperiostale, utilizează diverse materiale osteoplaste, „condensează” osul adiacent locașului forat pentru instalarea implantului [24].

Luând în considerație dezavantajele metodei de elevație a planșeului SM prin acces lateral, precum și a tehnicii Summers, de către noi a fost elaborată și implementată în practică o metodă nouă, miniinvazivă, de instalare a implantelor dentare prin abord crestal, cu fracturarea în „lemn verde” a planșeului SM, fără condensarea laterală a pereților neoalveolei, fără decolarea lambourilor mucoperiostale și fără utilizarea materialelor de greferă [1]. Scopul studiului a fost evaluarea la distanță a succesului tratamentului și a evoluției osului periimplantar intrasinusal la instalarea implantelor prin metoda SLCr elaborată.

### Material și metode

A fost analizată, retrospectiv, baza de date a pacienților cu edentații în sectoarele posterioare atrofiate ale maxilei, reabilitați implanto-protetic în instituțiile de activitate a autorilor, între lunile ianuarie 2008 și decembrie 2014.

Criteriile de includere a pacienților în studiu au fost:

- ◆ doleanțele pacientului de a-și restabili integritatea arcaei dentare;
- ◆ sinusul maxilar – fără semne de schimbări patologice;
- ◆ ORS cu înălțime de 4-8 mm;
- ◆ acordul pacientului pentru efectuarea intervenției de acest gen;
- ◆ absența contraindicațiilor (locale și generale), acceptate în implantologia orală.

### Metode de investigație

Au fost utilizate implantele dentare (*Alpha Bio*, Israel), destinate pentru instalarea în două ședințe chirurgicale. Implantele au fost instalate conform metodei miniinvazive elaborate [1]. Pe OPG, având drept „etalon” parametrii cunoscuți ai implantelor instalate, prin intermediul metodei de măsurare elaborate [25], pe parcursul studiului, a fost apreciată înălțimea ORS, înălțimea noului os format și evoluția lui. În așa mod, a fost evaluat și osul periimplantar la creasta alveolară. Evoluția osului periimplantar intrasinusal a fost studiată prin aprecierea indicelui de remodelare (IR), descris de Bragger U. cu colab. [26]. În așa mod, osul intrasinusal nou-format a fost studiat la 92 de implantate, la care calitatea OPG permitea efectuarea studiilor respective. Monitorizarea a fost efectuată prin studiul comparativ al imaginilor pe OPG, obținute după instalarea implantelor, la a doua etapă chirurgicală (92 de implantate) și, la o parte din ele, la vizitele de control, pe parcursul funcționării implantelor (peste 1 an – la 30, peste 2 ani – la 26, și peste 3 – la 19 implantate).

approach for MS bone grafting expose the alveolar process by rising mucoperiostal flap from the subjacent bone, use different grafting materials, condense the bone adjacent to implant site for its placement [24].

Taking in consideration lateral access for MS bone grafting and Summers methods disadvantages, we proposed a new minimally invasive method of dental implants installation through crestal approach without mucoperiostal flap rising and without use of bone grafting materials and without lateral implant socket condensation [1]. *The aim* of the study was to evaluate treatment success and intrasinusal peri-implant bone evolution in time after CrSL and implant placement by the proposed method.

### Material and methods

The database of patients, who came into authors' offices from January 2008 and December 2014 with maxillary posterior edentulous areas and had implant-prosthetic rehabilitation, has been retrospectively analyzed.

Inclusion criteria were:

- ◆ patients' wish to restore the integrity of dental arch by means of dental implants;
- ◆ MS without pathological signs;
- ◆ SRB of 4-8 mm;
- ◆ patients' consent for this type of intervention;
- ◆ absence of contraindications (local and general) to sinus floor elevation and implant placement.

### Investigation methods

*Alpha-Bio* (Israel) dental implants for two stage implant placement had been used. Implants were inserted according to the elaborated minimally invasive method [1]. Analysis of RBH, newly formed bone and its evolution was performed on OPG's made after implant insertion according to the elaborated method [25] using as a reference the known sizes of implants. Peri-implant crestal bone was evaluated in the same manner. Intrasinusal bone evolution was studied by appreciating the remodeling index (RI) described by Bragger U. *et. al.* [26]. Thus, the newly formed bone was studied in 92 implants which OPG quality allowed the according studies to be done. Follow-up was done by comparative analysis of OPG's obtained after implant placement, at the second stage surgery (92 implants) and for some of them during the functioning period (after one year – in 30 implants, after 2 years – 26, after 3 years – 19).

### *The method of maxillary sinus floor elevation and implant placement*

Indications, possibilities of implant-prosthetic rehabilitation and plan of implant placement were performed on radiologic examination traditionally accepted in implant dentistry. The minimum height of penetrating segment into maxillary sinus was arbitrary selected being less than 4.0 mm. Implants were selected depending on the RBH, so that the penetrating part of implant together with RBH will not be less than 8 mm.

### *Metoda de elevare a planșeului sinusului maxilar și instalare a implantelor*

În urma examenului clinico-radiografic, tradițional acceptat în implantologia dentară, au fost stabilite indicațiile și posibilitățile reabilitării protetice ale pacienților cu utilizarea implantelor dentare endoosoase, a fost alcătuit planul de inserare al lor. De la bun început, ipotetic, a fost stabilit că implantele nu vor penetra în SM mai mult de 4 mm. Implantele au fost selectate în funcție de dimensiunile osului disponibil, cu condiția că partea lor penetrantă în SM, în sumă cu înălțimea ORS, nu va fi mai mică de 8 mm. Înălțimea osului rezidual subantral a fost determinată pe OPG, iar în 9 cazuri – prin intermediul tomografiei cu fascicol conic (CBCT). La absența CBCT, lățimea (grosimea) era apreciată vizual, luând în considerație grosimea gingiei, determinată cu sonda parodontală (după anestezie). Au fost inserate implantate cu diametrul maximal posibil, cu condiția că ele vor fi înconjurate de os cu grosimea nu mai mică de 2 mm. Implantate cu diametrul mai mic de 3,75 mm n-au fost utilizate.

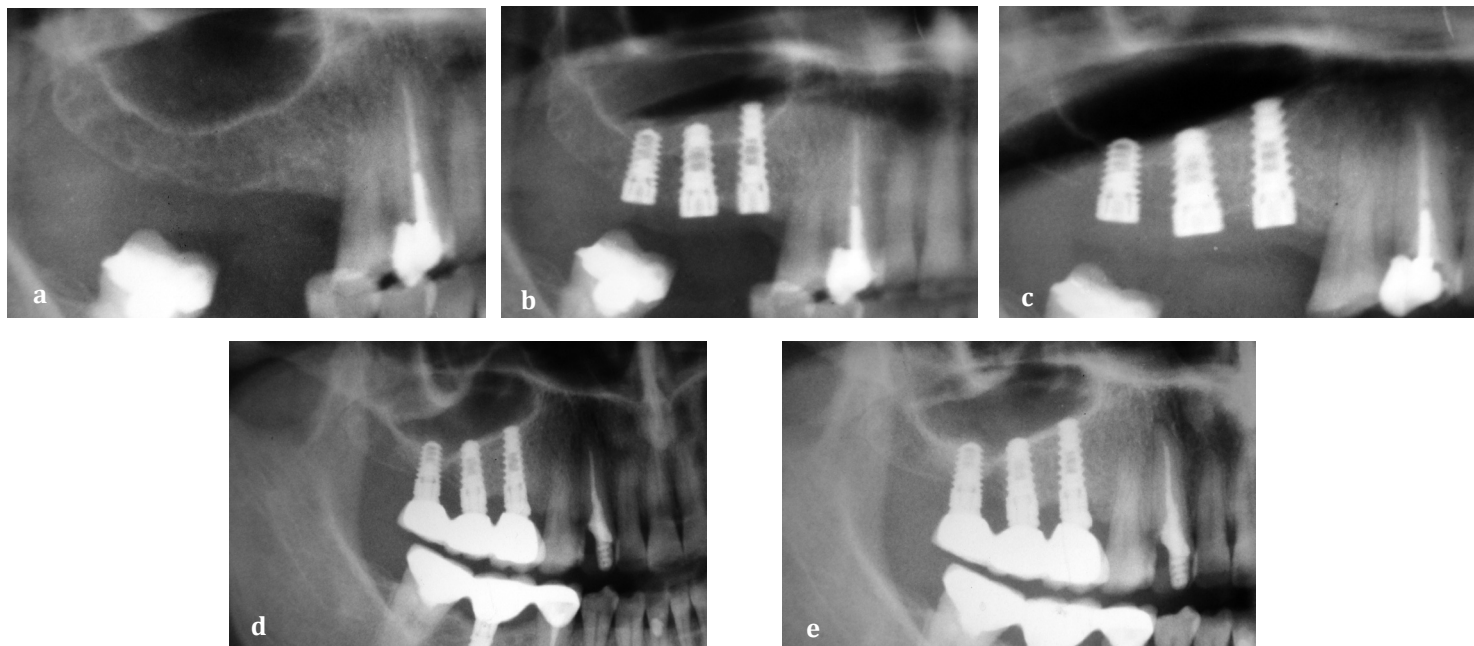
După efectuarea anesteziei prin infiltrație (pe versantul vestibular și pe cel palatin), la coama apofizei alveolare, în locurile destinate pentru instalarea implantelor, cu freza pilot (spadă), transgingival, fără decolarea lambourilor mucoperiostale, a fost forată corticala. În continuare, cu frezele sistemului respectiv, forarea era efectuată la turații reduse (400-600 rotații pe minut), până la apariția senzației de vibrație, semn că freza este în contact cu corticala planșeului SM. Aprofundarea în continuare a frezei este inadmisibilă. În timpul forării, a fost apreciată densitatea osului (după Misch C.), fapt luat în considerație la aprecierea necesității subpreparării locașului pentru obținerea stabilității primare a implantului. În cazurile de ORS cu densitatea gr. IV, forarea a fost finalizată cu omiterea ultimei freze din protocolul recomandat de producător. După finalizarea forării „nealveolei”, cu osteotomul concav, diametrul la partea activă a căruia era mai mic cu 1,0-1,2 mm decât diametrul platformei implantului (pentru evitarea condensării laterale), prin lovituri dozate cu ciocanul, era fracturat planșeul SM. Despre acest fapt mărturisirea atenuarea sunetului emis la ciocănire. Deci, planșeul SM era fracturat numai pe un sector limitat, fără avansarea osteotomului în sinus, fără condensarea laterală a osului rezidual, evitând, în așa mod, trauma suplimentară a „nealveolei” și micșorând riscul perforației membranei sinusale. Pentru aprecierea integrității membranei Schneideriene, era efectuată proba Valsalva. În cazul când proba era negativă, după umplerea spontană a nealveolei cu sânge, prin mișcări blânde, era înfiletat implantul. Prezența sângelui în nealveolă era obligatorie, cu speranța că în momentul înfiletării implantului va fi obținut un efect hidraulic și elevația membranei cu fragmentele de os va fi mai puțin agresivă. Am considerat că, în așa mod, se micșorează probabilitatea perforației și a detașării de la ea a fragmentelor de os elevate. Când proba Valsalva era pozitivă, se instala un implant cu o lungime mai mică (decât cea preconizată). Înălțimea ORS, apreciată preoperator, era verificată în timpul forării și fracturării planșeului cu osteotomul, luând în considerație gradațiile de pe aceste instrumente în timpul manevrării cu ele. Deoarece inserarea implantului era efectuată fără crearea lambourilor muco-periostale, era luată în

RBH was appreciated on OPG, and in 9 cases on CBCT (cone beam computed tomography). In cases when CBCT was missing, the width was visually appreciated by taking into account the gingival thickness, measured with periodontal probe (after anesthesia). The largest possible implants were placed with the condition that they will be surrounded by bone with minimal thickness of 2 mm. Implants with diameter less than 3.75 mm had not been used.

After infiltrative anesthesia on both sides of alveolar process in the interest region a pilot drill (spade) was used for transgingival corticotomy without rising mucoperiosteal flap. Using the drills from the selected dental implants system on low RPM (400-600 RPM), socket preparation was continued before a slight vibration on the hand piece appeared – a sign that the drill apex reached the cortical layer of the floor of the MS. Further drill advancement was not performed. During drill advancement, bone density was appreciated (Misch C.) to determine further drilling protocol regarding omitting a drill diameter to improve primary implant stability. In cases of grade IV of RBH, drilling was finalized omitting the last size drill, according to the manufacture protocol. After implant socket preparation, using an osteotome with its apex diameter less (1.0-1.2 mm) than the implant platform (in order to avoid lateral condensation) with slight hammer punches, the floor of the MS was fractured, and the sound of the punches was attenuated after MS floor fracture. Hence the sinus floor was fractured in limited area without osteotome propulsion into sinus or grafting material, thus avoiding the additional trauma to implant socket and decreasing the risk of membrane perforation. In order to appreciate the Schneiderian membrane integrity, Valsalva maneuver was performed. In case of negative Valsalva maneuver, after physiological blood clot formation, dental implant was installed. Blood clot presence is essential since hydraulic pressure during implant advancement pushes bone fragments with the MS membrane. Thus we considered that this will decrease the possibility of membrane perforation and detachment of bone fragments.

In cases with a positive Valsalva maneuver, a shorter implant than planned was inserted. Residual bone height determined preoperatively is verified during socket drilling and during MS floor fracture, by the aid of drills and osteotomes gradations. As implant installation is performed flapless, gingiva thickness must be considered. It could be determined on OPG (a gentle shadow on the alveolar ridge), during pilot drilling, or with a periodontal probe. Insertion implant torque (N/cm) was appreciated with a torque wrench. If at the same stage, two or more nearside implants are installed, implant insertion is performed after all sockets are drilled and MS floor fractured in all of them (Figure 1).

After insertion at the residual bone level, further insertion is performed intermittently – half rotation for each of them until planned insertion depth is reached. Thereby MS membrane perforation risk is reduced (according to authors' opinion). Implants were installed on the cortical level. In cases of gingiva was 3 mm and thicker implants shoulder were locali-



**Fig. 1** F, 48 de ani. Absența dinților: 15, 16, 17, 18. **a.** Fragment din OPG preoperatoriu. Înălțimea osului rezidual subantral la d. 15 – 8,5 mm; la 16 – 6,3 mm; la 17 – 4,9 mm. **b.** Fragment din OPG postoperatoriu. Prin metoda elaborată – instalate 3 implante. La d. 15 – 4,2-11,5 mm, la 16 – 4,2-10,0 mm și la 17 – 4,2-8,0 mm. Opacitate care acoperă implantele penetrante în SM. Indicele de remodelare gr. I. **c.** Fragment din OPG peste 4 luni. Opacitatea s-a micșorat în înălțime, a devenit mai intensă și s-a egalat cu cea a osului nativ; se apreciază numai unele fragmente mici de corticală a planșeului SM. Indicele de remodelare – gr. II. **d.** Fragment din OPG la 1 an după încărcarea funcțională. Indicele de remodelare – gr. IV. Os nou-format intrasinusal la toate implantele cu înălțimea de la 0,62 mm până la 3,02 mm. **e.** Fragment din OPG la 2 ani după încărcarea funcțională. Osul periimplantar intrasinusal – stabil. Indicele de remodelare – gr. IV.

**Fig. 1** F, 48 y.o. Absent teeth: 15, 16, 17, 18. **a.** Preoperative OPG fragments. RBH at tooth 15 – 8.5 mm, 16 – 6.4 mm, 17 – 4.9 mm. **b.** Postoperative OPG fragment. Three implants installed by the proposed method. At tooth 15 – 4.2-11.5 mm implant, 16 – 4.2-10.0 mm, and tooth 17 – 4.2-8.0 mm implant. Opacity that covers implant apices which penetrate into maxillary sinus. First degree of remodeling index. **c.** OPG fragment after 4 months. Opacity decreased in height, became denser and equal with the native bone, only small pieces of sinus floor cortical bone are noticed. Second degree remodeling index. **d.** OPG fragment after one year of functional loading. Fourth degree remodeling index. Newly formed intrasinus periimplant bone around implant was 0.62 – 3.02 mm in height. **e.** OPG fragment after 2 years of functional loading. Intrasinus periimplant bone stable. Fourth degree remodeling index.

considerație și grosimea gingiei. Ea a fost determinată pe OPG (umbră fină deasupra coamei apofizei alveolare), în timpul penetrării gingiei cu freza „pilot” sau cu sonda parodontală. Forța de inserare definitivă a implantului (*insertion torque* – N/cm), a fost apreciată prin intermediul cheii dinamometrice. Dacă în aceeași ședință erau instalate două sau mai multe implante limitrofe, atunci ele erau inserate intermitent, după forarea tuturor neoalveolelor și fracturarea planșeului SM (Figura 1).

După înfiletarea implantelor la lungimea ORS, în continuare, înserarea lor era făcută intermitent, câte una la fiecare, până la jumătate de turaj, atingerea lungimii determinate preoperator. Astfel (în opinia autorilor), era micșorată probabilitatea perforării membranei sinusale. Implantele au fost instalate în așa mod, încât platforma să fie situată la nivelul suprafeței osului cortical. În cazurile când gingia avea o grosime mai mare de 3 mm, umerii implantelor au fost situați supracortical, însă intragingival. Acest moment era controlat prin miniplagă, vizual, sau cu ajutorul unui ac bont. Prin lavaj cu unul dintre antiseptice, din cavitatea internă a implantului erau eliminate resturile de sânge și, apoi, înfiletat șurubul de acoperire.

Operația era considerată finalizată atunci, când minipla-

zed supracortical, but intragingival. In that cases, implant insertion depth was visually or instrumentally (periodontal probe) controlled. After implant platform lavage with antiseptic solution, cover screw was installed.

Implant installation was considered resumed after spontaneous blood fulfillment of the gingival access with clot formation. The healing of mini-wound was by secondary intention. After implant installation, OPG was performed.

At the *second stage surgery* (after  $6.3 \pm 2.6$  months), the implants were uncovered with mini-incisions, the gingiva displaced with care, cover screw removed, the space inside implant was treated with antiseptics (Chlorhexidine 0.2%), healing abutment placed and implant stability appreciated. The prosthetic treatment was initiated after complete gingival healing (2-3 weeks).

#### Statistical analysis

Statistical analysis was based on mean, standard error and deviation values, Student paired t test and Pearson correlation analysis.

ga gingivală se umplea spontan cu sânge și demara formarea cheagului sangvin. Miniplăgile gingivale s-au vindecat *per secundam intenționem*. După instalarea implantelor, era efectuat controlul radiografic – OPG.

La a doua ședință (peste 6,3±2,6 luni), platformele implantelor au fost descoperite prin miniincizii, gingia deplasată cu blândețe, înlăturat șurubul de acoperire, spațiul intraimplantar prelucrat cu antiseptici (lavaj cu sol. clorhexidină biglucanat 0,2%), instalat conformatorul de gingie, apreciată stabilitatea implantului. După vindecarea definitivă a gingiei periimplantare (2-3 săptămâni), era inițiat tratamentul protetic.

#### Analiza statistică

A fost efectuată în baza valorilor medii, deviației și erorii standard. Aplicat testul t-Student pereche, analiza corelației Pearson.

#### Rezultate

Principalele întrebări studiate referitor la viabilitatea și eficacitatea aplicării în practică a metodei elaborate, bazate pe analiza rezultatelor obținute, au fost:

- evoluția imediat postoperatorie și a perioadei de vindecare;
- osteointegrarea implantelor;
- formarea noului os periimplantar intrasinusal și evaluarea lui după punerea implantelor în funcție;
- starea osului creștal periimplantar;
- complicațiile și profilaxia lor;
- succesul tratamentului la distanță.

#### Evoluția imediat postoperatorie și a perioadei de vindecare

Evoluția imediat postoperatorie și a perioadei de vindecare fost monitorizată la 214 de implante. Repartizarea implantelor conform dimensiunilor și localizării, este redată în Tabelul 1.

Analiza implanturilor în funcție de dintele substituit a demonstrat că, cel mai des, ele au fost instalate în locul primilor molari și pemolarilor secunzi (Figura 2).

#### Results

Main issues studied in the viability of this method and its practical implementation were:

- immediate postoperative evolution and during the healing period;
- implant bone integration;
- intrasinusal peri-implant bone formation and its evaluation after implant loading;
- peri-implant bone evolution at the bone crest;
- and their prophylaxis;
- long-term success evaluation.

#### Immediate postoperative and recovery period evolution

Immediate postoperative evolution and during the healing period was monitored in 214 implants. The implants distribution according to dimensions and localization is shown in Table 1.

Analysis according to implant localization showed that most common insertion site was first molar and second premolar (Figure 2).

Postoperative edema was insignificant and appreciated only around the gingival mini-wound being absent on the slopes of alveolar processes. Pain syndrome was merely pronounced postoperatively, and usually was disappearing in the second day after surgery. Patient took painkillers only in the first day (1-2 doses *per os*).

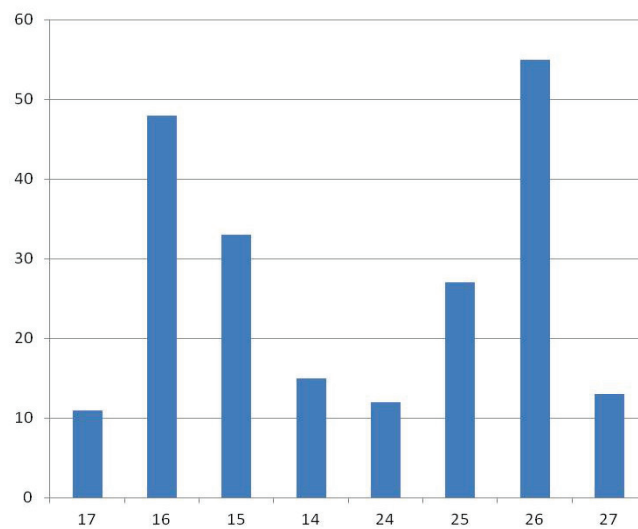
Gingival mini-wounds healed by secondary intention during 7-10 days, implants being fully covered by gingiva. Inside the gums, above the implants, a small cone shaped deepening appeared, which served as a landmark for finding of the implant at the second step. Small bloody nasal discharge were present in 12 patients during the 1-2 days after the intervention, but during as well as in the long-term period, no signs MS inflammation were attested.

Four implants (1.86%) from 214 installed by the proposed method failed in the healing period. In one case – two months

**Tabelul 1.** Repartizarea implanturilor după dimensiuni și localizare.

**Table 1.** Implants distribution, according to dimensions and localization.

L, mm L, mm	D, mm D, mm	Localizarea implanturilor (dinții pierduți) Localization of implants (lost teeth)								Total
		17	16	15	14	2	25	26	27	
11,5	3,75	-	3	2	5	4	3	1	-	18
	4,2	2	3	4	3	3	6	2	2	25
	5,0	2	4	1	-	-	3	9	-	19
10	3,75	1	6	4	1	1	3	6	1	23
	4,2	3	10	9	2	4	5	7	3	43
	5,0	1	4	2	-	-	3	8	1	19
8	3,75	-	6	7	4	-	2	5	-	24
	4,2	2	10	4	-	-	1	9	5	31
	5,0	-	2	-	-	-	1	8	1	12
Total, implanturi Total, implants		11	48	33	15	12	27	55	13	214



**Fig. 2** Distribuția implanturilor în funcție de localizare (conform dinților substituiți).

**Fig. 2** Number of implants according to localization (substituted teeth).

Edemul postoperator era nesemnificativ și se aprecia numai în jurul miniplăgii gingivale, lipsind pe versantele apofizei alveolare și în regiunile învecinate. Sindromul algic postoperator era slab pronunțat și, de regulă, dispărea a doua zi după operație. Analgezicele pacienții au primit (1-2 doze *per os*) numai în prima zi.

Miniplăgile gingivale în timp de 7-10 zile s-au vindecat *per secundam*, implantele fiind complet acoperite cu gingie. În gingie, deasupra implantelor, se forma o mică aprofundare sub formă de pâlnie, care prezenta un reper pentru descoperirea implantului la a doua etapă. Eliminări sangvinolente nazale neînsemnate au fost atestate în primile 2 zile după operație la 12 pacienți, însă pe parcursul perioadei de vindecare, precum și la distanță, procese inflamatorii în SM n-au fost înregistrate.

Din cele 214 implantate instalate după metoda descrisă, în perioada de vindecare patru au eșuat. Într-un caz – la două luni după instalare, în două – la o lună: deasupra implantelor s-au format abcese de dimensiuni mici. La deschiderea microabceselor a fost constatată o mobilitate evidentă a implantelor și ele au fost înlăturate. Eșecul implantului al patrulea a fost constat la a doua etapă chirurgicală. Gingia care-l acoperea era fără semne de inflamație, însă implantul era mobil și înconjurat de țesut de granulație.

La a doua etapă chirurgicală a fost depistată descoperirea spontană (dehiscentă) a 13 implantate. În 9 cazuri, ea s-a dezvoltat asimptomatic (indolor), în 4 – în sectorul implantelor respective, pacienții au avut senzații de dureri săcâitoare, slab pronunțate. La examenul obiectiv, deasupra implantelor, se aprecia o gingie subțire, cu defect, prin care era vizibil șurubul de acoperire, fără eliminări purulente. Țesuturile înconjurătoare erau cianotice, la palpare – indolore.

#### *Osteointegrarea implantelor*

Pentru aprecierea osteointegrării implantelor și menținerea ei în timp, înainte de a doua etapă chirurgicală și anual, după protezare, era repetată OPG sau radiograma retroal-

postoperative, în două cazuri – în primul rând, micro abscesele erau în vedere deasupra implantelor. În timpul deschiderii absceselor mobilitatea implantelor a fost demonstrată, și acestea au fost înlăturate. Eșecul implantului al patrulea a fost determinat în timpul expunerii sale în a doua etapă chirurgicală. Deși implantul prezenta mobilitate și țesut granular în jurul său, gingia peri-implant nu prezenta semne clinice de inflamație.

În timpul perioadei de vindecare spontană (dehiscentă) implantul a fost expus în 13 cazuri. În 9 cazuri a trecut fără niciun sindrom de durere, 4 pacienți au avut dureri ușoare peri-implant. În timpul inspecției, șurubul de acoperire putea fi vizual determinat prin gingia subțire, pusul nu a fost determinat. Țesuturile peri-implant erau cianotice și durerea nu a fost determinată la palpare.

#### *Implant osseointegration*

În scopul aprecierii implant osseointegrării și monitorizării în timp, înainte de a doua etapă chirurgicală și anual, după încărcarea OPG sau radiografiile retroalveolare au fost efectuate. A doua etapă chirurgicală a fost efectuată la 4-8 luni ( $6.3 \pm 2.6$  luni) după inserarea implantului. Osseointegrarea a fost apreciată în funcție de indicii acceptați în ortodontia implantologică [2, 3]. Doar implantele care erau stabile la percussie (fără radiolucență în jurul sau niciun semn de durere și inflamație) au fost considerate integrate în os. La unele implantate, după conectarea abutmentului, stabilitatea biologică primară a fost apreciată folosind „Periotest” (Siemens, Germania) (Tabelă 2). În unele cazuri, în timpul aprecierii stabilității, în plus față de dispozitivul menționat anterior, măsurătorile efectuate deasupra dispozitivului menționat anterior, valorile de la 0-8 indicau implantate integrate în os.

Doisprezece și douăzeci și două implantate (98.13%), din cele 214, au fost evaluate în timpul a doua etapei chirurgicale (inclusiv 13 cu rănă



**Tabelul 2.** Valorile periotestului, dimensiunile și localizarea implantelor.  
**Table 2.** Periotest values, dimensions and localization of implants.

D, mm	L, mm	Valorile periotestului Periotest values							
	11,5	-4	-	-	-4	-5	-	-4-4-5	-
5,0	10,0	-	-4-2-3	-5-5-5	-4	-	-4-5-4-7-4-4	-6-6-7	-
	8,0	-	-3	-	-	-	-	-4-4-5	-
	11,5	-5	-5-5-6-5	-4-6-5	-4-6	-5-6-3	-7-4-5-7-6-4	-6-2-4	-
4,2	10,0	-7-7	-5-4-5-5	-4-5-5-3	-	-	-5-4-4	0-4-6	-5-4
	8,0	-	-	-5	-	-	-2-3	-	-
	11,5	-	-2-3	0-6-6	-6	-	-3-4	-	-
3,75	10,0	-	-	-2-5	-	-	-	-	-
	8,0	-5	-	-	-	-	-	-4-5	-
Localizarea implantelor Implants localization		17	16	15	14	24	25	26	27
Total, implantate (n=82) Total, implants (n=82)		5	14	16	5	4	19	17	2

veolară. A doua etapă chirurgicală a fost efectuată peste 4-8 (6,3±2,6 luni) după inserarea implantelor. Osteointegrarea implantelor era apreciată conform indicilor acceptați în implantologia dentară [2, 3]. Osteointegrate au fost considerate implantele care erau stabile și la percuție emiteau un sunet sonor, în jurul lor nu era radiotransparență, lipseau durerile și semnele de inflamație. După instalarea conformatoarelor de gingie, la o parte din implantate, cu aparatul „Periotest” (Siemens, Germania), a fost apreciată stabilitatea biologică (Tabelul 2). În cazurile când era apreciată și stabilitatea implantelor cu aparatul menționat, la determinarea osteointegrării lor, suplimentar, au fost luate în considerație valorile periotestului. Implantele cu valori în diapazonul „0-8” erau considerate osteointegrate.

Din 214 implantate instalate, 210 (98,13%) au fost evaluate la a doua etapă (inclusiv, cele 13 cu dehiscentă gingivală), care clinic și radiografic au fost apreciate ca osteointegrate.

#### *Formarea noului os periimplantar intrasinusal și evaluarea lui după punerea implantelor în funcție*

La instalarea prin abord creștal a implantelor dentare endoosoase, în sectoarele posterioare atrofiate ale maxilei, formarea și conservarea osului periimplantar intrasinusal, precum și a celui de la creșta apofizei alveolare, sunt elementele cardinale pentru obținerea succesului scontat.

#### *Imaginea radiografică imediat după inserarea implantelor*

Postoperatoriu, pe OPG se aprecia o opacitate, sediul căreia era dictat de numărul de implantate instalate, lungimea segmentului implantelor penetrant în SM, precum și de condițiile anatomice în fiecare caz concret. În edentațiile pluridentare, ea se extindea la distanță de segmentul implantelor penetrante în SM, acoperirea apexul implantelor și repeta conturul planșeului (Figura 1a, 1b). În cele unidentare, ea era limitată de pe-

dehiscență) were clinically and radiological appreciated as bone integrated.

#### *Peri-implant intrasinusal bone formation and its evaluation after implant loading.*

Intrasinusal peri-implant bone organization together with alveolar crest bone preservation are basic elements for an anticipated successful treatment through the proposed method at patients with atrophied posterior maxilla.

#### *Radiographic picture immediately after implant installation*

RG opacity was determined on postoperative OPG topographically defined by the number of installed implants, length of segment that is formed by implants that penetrate into MS and individual anatomical peculiarities. In areas with multiple missing teeth the opacity was situated distantly from the segment that penetrated in MS, covered implants apexes and repeated the contour of the floor MS (Figure 1a, 1b). In single tooth edentulous areas, it was limited by alveolar margins of tooth alongside the defect, covered implant apex, usually getting a semioval shape depressing directed into the MS (“tent” phenomenon) (Figure 3).

The opacity height appreciated in OPG immediately postoperatively varied between 0.13 and 6.8 mm, depending on the penetration degree of implant in maxillary sinus. Fragments of different sizes from small to big were observed on its background. MS floor was clearly contoured and separated the RBH and sinus opacity (Figure 1b).

That made us think that opacity was caused by blood, bone fragments of elevated floor accumulated under the elevated membrane and partially by the membrane edema after surgery. Thus, in the space between the elevated Shneiderian membrane and original sinus floor a layer consisted of blood



**Fig. 3 B**, 36 de ani. Absența dintelui 25. Osul rezidual subantral – 4,82 mm. Imaginea radiografică după instalarea implantului *Alpha Bio* 5,0-8,0 mm – fenomenul de „cort”.

**Fig. 3 M.**, 36 y.o. Tooth 25 absent. RBH – 4.82 mm. Radiological image after *Alpha-Bio* 5.0-8.0 mm implant placement – “tent” phenomenon.

reții alveolelor dinților limitrofi, acoperea apexul implantului, adeseori conturându-se ca o formațiune semiovală bombată (fenomenul de „cort”) spre interiorul SM (Figura 3).

Înălțimea opacității, apreciate pe OPG imediat postoperator, varia între 0,13 și 6,8 mm și depindea de gradul de penetrare al implantului în sinusul maxilar. Pe fundalul ei, deseori se atestau fragmente de os de diferite dimensiuni, de la mici până la mari. Corticala planșeului SM era bine conturată și separa opacitatea intrasinusală de ORS (Figura 1b).

Faptul a indus concluzia că opacitatea este cauzată de sângele acumulat sub membrana elevată, de fragmentele de os elevate de la planșeu și, parțial, de edemul membranei în rezultatul traumei. Așadar, în spațiul periimplantar, delimitat de membrana Schneideriană elevată și planșeul nativ al SM inițial, este situat un substrat alcătuit din cheag de sânge și fragmente de os (CO), în baza căruia e posibilă formarea noului os – stare ce corespunde indicelui de gradul I de remodelare a osului periimplantar intrasinusal.

Analiza măsurărilor după prima etapă:

- ◆ înălțimea osului rezidual subantral-mezial –  $7,79 \pm 0,25$  mm, distal –  $6,93 \pm 0,19$  mm (intervalul de valori între 2,5 mm și 9,8 mm);
- ◆ lungimea segmentului implantului ce a penetrat în SM-mezial –  $2,33 \pm 0,14$  mm, distal –  $2,59 \pm 0,14$  mm (intervalul de valori a variat între 0,14 mm și 5,9 mm);
- ◆ înălțimea CO-mezial –  $3,69 \pm 0,15$  mm, distal –  $3,95 \pm 0,13$  mm.

*Imaginea radiografică la a doua etapă*

Analiza OPG, efectuată la a doua etapă chirurgicală, a demonstrat că opacitatea periimplantară intrasinusală, care a fost constatată după instalarea implantelor, a devenit mai in-

clot and bone fragments (BC) is present, which is the base for new bone formation – status which corresponds to the I degree of intrasinusal peri-implant bone remodeling.

BC height after first stage:

- ◆ subantral RBH was  $7.79 \pm 0.25$  mm mesially,  $6.93 \pm 0.19$  mm distally (varying between 2.5 and 9.8 mm);
- ◆ the length of penetrating segment into maxillary sinus was  $2.33 \pm 0.14$  mm mesially and  $2.59 \pm 0.14$  mm distally (varying between 0.14 and 5.9 mm);
- ◆ the BC height was  $3.69 \pm 0.15$  mm mesially and  $3.95 \pm 0.13$  mm distally.

*OPG analysis at the second surgical stage*

OPG performed at the second stage demonstrated that Peri-implant intrasinusal opacity (that was determined immediate postoperative) became more intense and is similar to the adjacent bone. On opacity background around the penetrated in MS segment, sometimes, small consolidated bone fragments were determined. That was determined in MS floor elevation in single tooth defects as well as in multiple defects. Apices of 24 implants (26%) were completely covered by newly formed bone. In other 68 cases (74%) – bone was all around the implants without covering their apices. At this stage the native cortical plate of MS was no longer appreciated, newly formed bone merged with the residual one, RI – II degree (Figure 1c).

Analyzing the above mentioned we can conclude that on evolution and maturation of bone formed during transcristal sinus lift, besides the time passed after surgery there are other factor that have impact as well. This issue requires further studies.

tensivă, egalându-se cu cea a osului nativ. Pe fundalul acestei opacități, în jurul segmentului implantului situat în SM, uneori se evidențiau fragmente de os consolidate între ele. Aceasta avea loc la elevația planșeului, atât în defectele unidentare, cât și în cele pluridentare. Apexul a 24 (26%) de implantate era în totalitate acoperit cu os nou-format. În celelalte 68 (74%) de cazuri, el era localizat în jurul segmentului implantelor, situat în SM, neacoperind apexul lor. La această etapă, corticala nativă a planșeului SM nu se mai aprecia, osul nou-format contopindu-se cu osul rezidual, IR – gradul II (Figura 1c).

Analizând cele expuse, se poate de presupus că asupra evoluției și maturizării osului format la elevația transcrestală a planșeului SM, de rând cu timpul parcurs după operație, acționează și alți factori. Această întrebare necesită studiu în continuare.

#### *Înălțimea osului periimplantar intrasinusal, format la a doua etapă*

Măsurările efectuate au demonstrat că, osul intrasinusal nou-format mezial de implant avea o înălțime de  $3,09 \pm 0,14$  mm *vis a vis* de  $3,69 \pm 0,152$  mm a CO la prima etapă, iar în partea distală ea era de  $3,22 \pm 0,13$  mm și, respectiv, de  $3,95 \pm 0,14$  mm. Înălțimea noului os intrasinusal periimplantar a fost mai mică, comparativ cu cea a substratului din care s-a format (Figura 1b, c). Pe parcursul fazei de vindecare, a avut loc o recesie a substratului în partea mezială cu  $0,59 \pm 0,09$  mm (15,98%) iar în cea distală – cu  $0,72 \pm 0,09$  mm (18,22%). Așadar, înălțimea noului os format în partea mezială a constituit 84,02% din înălțimea inițială a substratului, în cea distală – 81,82%.

#### *Imaginea radiografică a osului intrasinusal peste 1-3 ani de la punerea în funcție*

În literatura accesibilă, noi n-am întâlnit informații despre evoluția la distanță a osului intrasinusal în jurul implantelor instalate prin SLCr fără lambou, fără condensarea osului cu osteotomul și fără material de augumentare. După punerea implantelor în funcție ocluzală, modificările osului periimplantar intrasinusal, după cum a fost menționat anterior, au fost studiate peste 1 an la 30 implantate, peste 2 – la 26 și peste 3 – la 19 implantate.

Imaginea radiografică (lotul de 30 implantate) peste 1 an de la încărcarea ocluzală a implantelor – corticala noului planșeu al SM a devenit mai conturată, osul periimplantar intrasinusal nou-format și cel rezidual, constituie un tot unic și este mai opac, cu rețeaua trabeculară bine pronunțată și IR gr. IV (Figura 4c).

În unele cazuri, pe fundalul opacității din jurul implantelor penetrante în SM (Figura 4a, b), se aprecia os format, care a pornit de la planșeu și de la fragmentele de os elevate la prima etapă. În aceste cazuri, apexul implantelor erau acoperite în totalitate cu os (Figura 4c, d).

Înălțimea osului rezidual înainte de instalare pentru implantate evaluate la 1 an a constituit  $7,7 \pm 0,367$  mm mezial și  $6,7 \pm 0,326$  mm distal. Gradul de penetrare în sinusul maxilar a fost de  $2,6 \pm 0,246$  mm și  $2,62 \pm 0,276$  mm, respectiv. Înălțimea CO postoperator a atins valori de  $4,09 \pm 0,266$  mm și

#### *Intrasinusal peri-implant bone height formed at the second stage*

Measurements performed at the second stage showed that intrasinusal newly formed bone was mesial  $3.09 \pm 0.14$  mm height opposite  $3.69 \pm 0.152$  mm of blood clot height (opacity on postoperative OPG), distal  $3.22 \pm 0.13$  mm and  $3,95 \pm 0,14$  mm immediately postoperative. The newly intrasinusal peri-implant bone height was less than the substrate volume from which it was formed (Figure 1b, 1c). Hence, there was a recession during healing period of  $0.59 \pm 0.09$  mm (15.98%) mesially and  $0.72 \pm 0.09$  mm distally (18.22%). Thus, the newly formed bone height was 84.02% mesially from the initial height of substrate and 81.82% distally.

#### *X-ray image of intrasinusal peri-implant bone after 1-3 years of loading*

We did not find, in specialty literature, reports about long-term follow-ups of intrasinusal bone around implants installed with crestal SL. Peri-implant bone evolution after functional loading was studied after 1 year on 30 implants, after 2 years – on 26 implants, after 3 years – on 19 implants.

Radiological image 1 year after functional loading (30 implants) – new cortical layer of MS floor became more contoured, peri-implant bone, intrasinusal newly formed and residual, constitutes one entity and became more opaque with a well contoured trabecular network and remodeling RI of IV degree (Figure 4c).

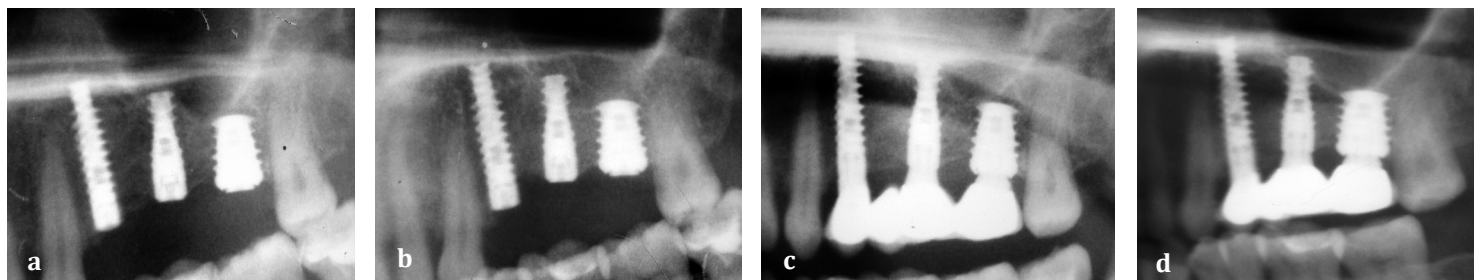
In some cases, on the background of intrasinusal opacity around implants that penetrated into MS apex (Figure 4a), new bone formation was determined, that started from the MS floor, with total covering of the implant apexes (Figure 4c, d).

Bone height before implant placement was  $7.7 \pm 0.367$  mm and  $6.7 \pm 0.326$  mm distal. Penetration length into MS was –  $2.6 \pm 0.246$  mm mesially, and  $2.62 \pm 0.276$  mm distally. Intrasinusal blood clot height was –  $4.09 \pm 0.266$  mm mesially and  $4.11 \pm 0.273$  mm distally. After a recession of BC during the healing period of  $0.73 \pm 0.163$  mm mesially and  $0.82 \pm 0.147$  mm distally, the newly formed bone at the second stage surgery was  $3.35 \pm 0.288$  mm mesially, distally –  $3.28 \pm 0.276$  mm.

After one year of functional loading the height was: mesially  $3.17 \pm 0.292$  mm and  $3.17 \pm 0.281$  mm distally. Hence during the first year of loading insignificant recession occurred mesially  $0.21 \pm 0.129$  mm (6.26%), distally –  $0.16 \pm 0.127$  mm (4.87%). Pearson correlation analysis has shown a direct strong correlation between penetration degree into maxillary sinus and the newly formed bone height both at the end of healing period, as well as after 1 year of loading: at the second stage mesially  $r^{xy}=0.8456$  and  $0.8764$  distally, one year after functional loading –  $r^{xy}=0.869$  mesially and  $0.8587$  – distally.

#### *Radiological image after 2 years*

Group of 26 implants. New cortical floor of MS and peri-implant bone trabeculas are well contoured with IV degree remodeling index (Figure 4f, 5). The RBH before installation for implants with 2 years follow-up was  $7.67 \pm 0.499$  mm me-



**Fig. 4 F**, 52 de ani. Absența d. 24, 25, 26.

**a.** Fragment din OPG după instalarea implantelor *Alpha Bio*, la d. 24 – 3,75-16 fără SL, la 25 – 4,2-1,5, la 26 – 5,0-8,0. Fragmente de os elevate. IR – gr. I. **b.** Fragment din OPG după 5,5 luni: recesia CO, consolidarea fragmentelor de os cu cel rezidual, IR – gr. II. **c.** Fragment din OPG – 1 an de la punerea în funcție a implantelor. Recesia osului intrasinusal cu 3,2%, corticala noului planșeu format, IR – gr. IV; **d.** Fragment din OPG – 4 ani de la punerea în funcție, apozitie de os cu 9,6%; apexul implantelor 25, 26 acoperite cu os. IR – gr. IV. Osul periimplantar stabil.

**Fig. 4 F**, 52 y.o. Teeth 24, 25 and 26 are absent.

**a.** OPG fragment after *Alpha-Bio* implant placement, at tooth 24 – 3.75-16.0 mm implant without LS, 25 – 4.2-11.5 mm, 26 – 5.0-8.0 mm implant. Elevated bone fragments. First degree remodeling index. **b.** OPG fragment after 5.5 months: BC recession, fusion of new bone with the residual one, RI 2<sup>nd</sup> degree. **c.** OPG fragment one year after functional loading: intrasinusal bone recession with 3.2%, new cortical plate of sinus floor, RI – IV<sup>th</sup> degree. **d.** OPG fragment four years of loading, 9.6% bone apposition, apices of implants 25, 26 covered with bone. RI – IV<sup>th</sup> degree. Periimplantar bone stable.

4,11±0,273 mm. După o recesiune a CO pe parcursul perioadei de vindecare de 0,73±0,163 mm mezial și 0,82±0,147 mm distal, la a doua etapă osul intrasinusal nou-format a constituit din mezial 3,35±0,288 mm, distal – 3,28±0,276 mm.

La un an după punere în funcție a fost constată mezial o înălțime de 3,17±0,292 mm, distal – 3,17±0,281 mm. Deci, pe parcursul primului an de funcție, a avut loc o recesiune neînsemnată a osului intrasinusal periimplantar, în partea mezială – 0,21±0,129 mm (6,26%), în cea distală – 0,16±0,127 mm (4,87%). Analiza corelației Pearson a reflectat o corelație directă puternică dintre gradul de penetrare a implantului și volumul osos nou-format intrasinusal atât la finele perioadei de vindecare, cât și peste 1 an postprotetic: la a 2-a etapă, mezial  $r^{xy}=0,8456$  și 0,8764 distal; la 1 an postprotetic, mezial –  $r^{xy}=0,869$  și 0,8587 – distal.

#### Imaginea radiografică peste 2 ani

Lotul de 26 de implante. Corticala noului planșeu al SM și trabeculele osului periimplantar sunt bine conturate cu indicile de remodelare gr. IV (Figurile 4f, 5). Înălțimea osului rezidual înainte de instalare pentru implantele evaluate la 2 ani, a constituit 7,67±0,499 mm, mezial și 6,78±0,435 mm, distal. Gradul de penetrare în sinusul maxilar a fost de 1,95±0,278 mm și 2,44±0,293 mm, respectiv. Înălțimea cheagului sanguin cu fragmentele osoase postoperator a atins valori de 3,28±0,289 mm și 3,77±0,293 mm. După o recesiune a cheagului sanguin (la transformarea în os pe parcursul perioadei de vindecare) de 0,72±0,187 mm mezial și 0,7±0,146 mm distal, la a doua etapă, osul intrasinusal a constituit din mezial 2,56±0,303 mm, distal – 3,07±0,326 mm. Înălțimea osului nou-format a crescut din aspect distal nesemnificativ față de cea a osului, apreciată la a doua etapă.

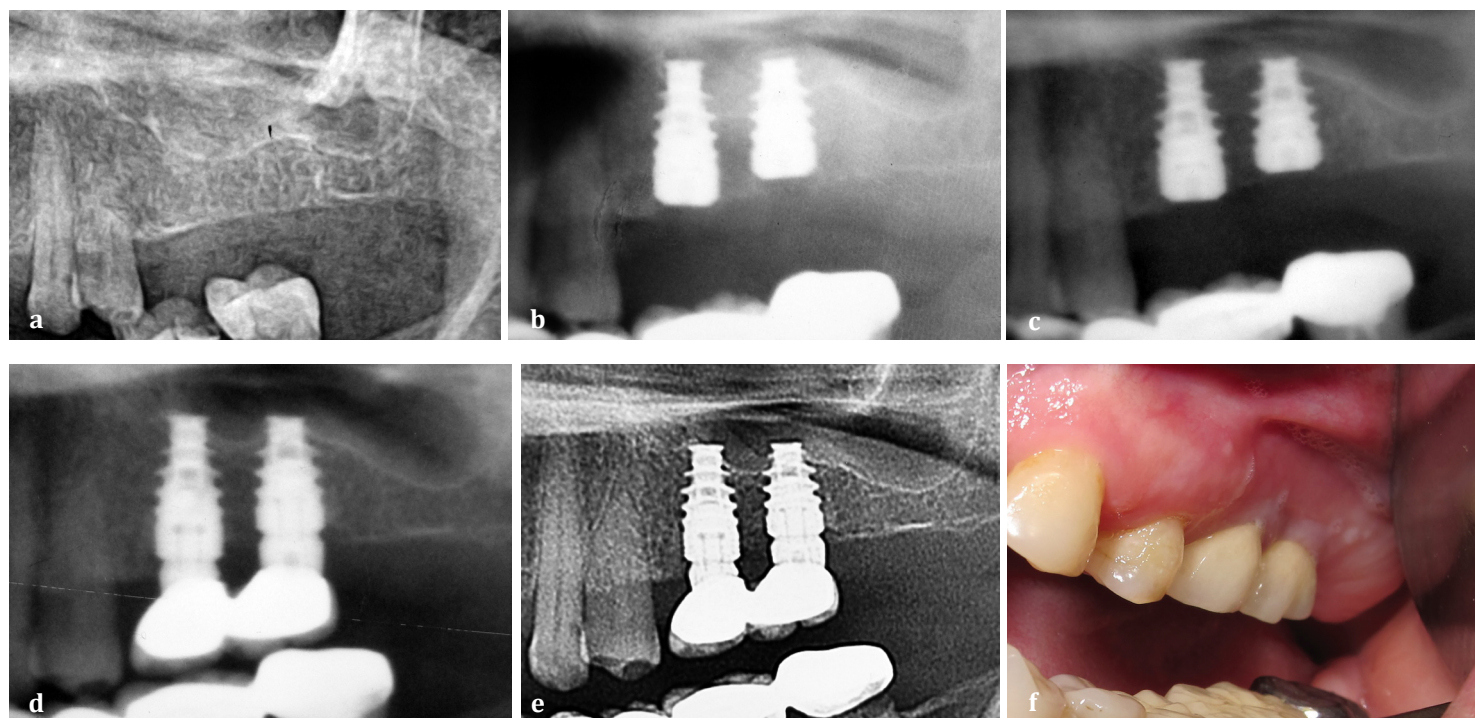
La 2 ani, acești indici au fost 2,55±0,27 mm și 3,18±0,34 mm. Așadar, pe parcursul a 2 ani de funcționare a implantelor, înălțimea noului os format a atins, practic, valorile inițiale,

sial și 6.78±0.435 mm distally. Penetration degree into maxillary sinus was 1.95±0.278 mm and 2.44±0.293 mm. The height of blood clot together with fragments of bone was 3.28±0.289 mm and 3.77±0.293 mm. After the recession of blood clot of 0.72±0.187 mm mesially and 0.7±0.146 mm distally and BC transformation during the healing period, at the second stage the intrasinusal bone was mesially 2.56±0.303 mm, distally – 3.07±0.326 mm. The height of newly formed bone increased insignificantly on distal side compared the level appreciated on second stage.

At two years the values were 2.55±0.27 mm and 3.18±0.34 mm. Thus, during two years of functional loading the height of newly formed bone reached the values obtained at the second stage. Even though the values are almost equal, there has been noticed bone apposition after two years of 0.71±0.173 mm in 11 implants from mesial side and 0.57±0.141 mm in 12 implant from distal one. There have been noticed a bone atrophy of 0.57±0.102 mm mesially in 15 implants and 0.57±0.101 mm distally in 14 implants. Pearson correlation test has shown a strong direct correlation between the penetration degree into maxillary sinus and the newly formed intrasinusal bone both at the end of healing period as well as after 2 years of functional loading: at the second stage mesial  $r^{xy}=0.784$  and 0.872 distally; after 2 years of prosthetic loading  $r^{xy}=0.808$  mesially and 0.812 distally.

After 3 years (19 implants) cortical layer of newly MS floor is well contoured with IV degree remodeling index.

The initial RBH before implant placement (Figure 6b) for 3 years follow-up was 7.73±0.69 mm mesially and 6.69±0.50 mm distally. The penetration degree into maxillary sinus was 2.32±0.34 mm and 2.76±0.27 mm respectively. After a recession of substrate (Figure 6c) equal to 0.38±0.17 mm mesially and 0.42±0.19 mm distally during its transformation into bone, at the second stage surgery the intrasinusal bone



**Fig. 5 F**, 42 de ani. **a.** Înălțimea osului rezidual la 15 – 5,2 mm, la 16 – 3,8 mm; **b.** Fragment din OPG după instalarea implantelor: SPI 4,2 – 10 mm și 4,2 – 8 mm **c.** Fragment din OPG peste 6 luni, implantele acoperite cu os nou-format care este în curs de contopire cu cel rezidual. Înălțimea osului nou – 4,53 mm. IR – gr. II. **d.** OPG la 2 ani, recesia osului cu 0,82 mm. Osul intrasinusal nou-format – 3,2 mm, IR – gr. IV. **e.** OPG la 4 ani – osul periimplantar stabil. **f.** Construcția protetică.

**Fig. 5 F**, 42 y.o. **a.** RBH at tooth 15 – 5.2 mm, 16 – 3.8 mm. **b.** OPG fragment after SPI implant placement 4.2 – 10 mm and 4.2 – 8 mm. **c.** OPG fragment after 6 months, implants covered with new bone which is fusing with the residual one; the new bone height – 4.53 mm. RI – 2<sup>nd</sup> degree. **d.** OPG after two years, bone recession with 0.82 mm. The new formed intrasinusal bone – 3.2 mm, RI – IV<sup>th</sup> degree. **e.** OPG after 4 years – stable periimplantar bone. **f.** Prosthetic restoration.

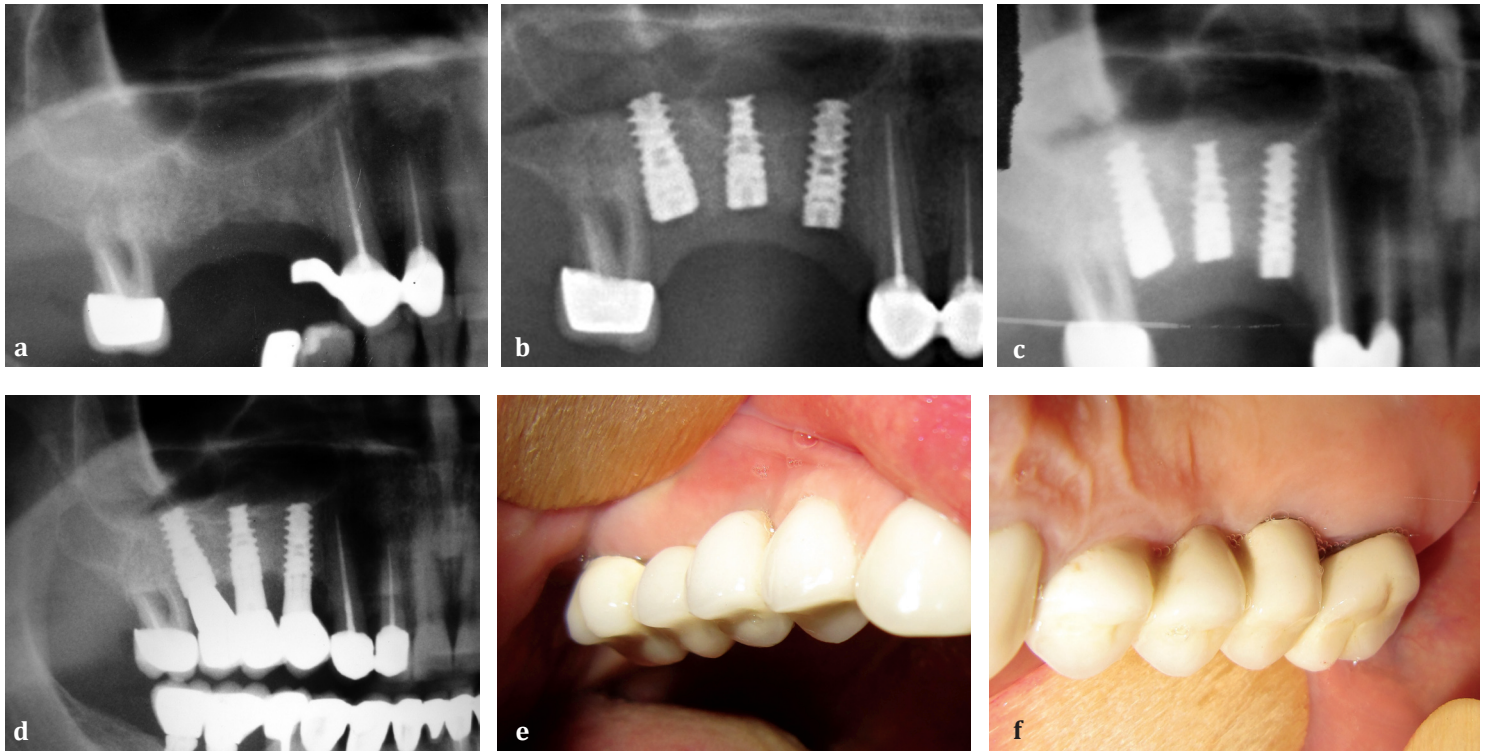
obținute la a 2-a etapă. În pofida faptului că valorile sunt aproximativ egale, la 11 implante din aspect mezial și 12 implante din aspect distal, a avut loc o apozitie osoasă intrasinusală pe parcursul a 2 ani de  $0,71 \pm 0,173$  mm, mezial și  $0,57 \pm 0,141$  mm, distal. La celelalte implante (15 mezial și 14 distal), osul intrasinusal a suferit o atrofie de  $0,57 \pm 0,102$  mm și  $0,57 \pm 0,101$  mm, respectiv. Analiza corelației Pearson a reflectat o corelație strânsă dintre gradul de penetrare a implantului și volumul osos nou-format intrasinusal, atât la finele perioadei de vindecare, cât și peste 2 ani postprotetic: la a 2-a etapă, mezial  $r^{xy}=0,784$  și  $0,872$ , distal; la 2 ani postprotetic, mezial  $r^{xy}=0,808$  și  $0,812$ , distal.

Peste trei ani (lotul de 19 implante), corticala noului planșeu al SM este bine conturată cu indicile de remodelare gr. IV.

Înălțimea inițială a osului rezidual (Figura 6a), înainte de implantare pentru implantele evaluate la 3 ani, a constituit  $7,73 \pm 0,69$  mm, mezial și  $6,69 \pm 0,50$  mm, distal. Gradul de penetrare în sinusului maxilar (Figura 6b) a fost de  $2,32 \pm 0,34$  mm și  $2,76 \pm 0,27$  mm, respectiv. Înălțimea cheagului sangvin cu fragmentele osoase postoperator a atins valori de  $3,63 \pm 0,35$  mm și  $4,08 \pm 0,28$  mm, respectiv. După o recesiune a substratului (Figura 6c), la transformarea lui în os pe parcursul perioadei de vindecare, de  $0,38 \pm 0,17$  mm, mezial și  $0,42 \pm 0,19$  mm, distal. La a doua etapă, osul intrasinusal a constituit din

was  $3.24 \pm 0.4$  mm mesially and  $3.65 \pm 0.33$  mm distally. These indices after 3 years were  $3.4 \pm 0.39$  mm and  $3.69 \pm 0.29$  mm. Pearson correlation test has shown a strong direct correlation between the penetration degree into maxillary sinus and the newly formed intrasinusal bone both at the end of healing period as well as after 3 years of functional loading: at the second stage mesially  $r^{xy}=0.914$  and  $0.826$  distally; after 3 years  $r^{xy}=0.87$  mesially and  $0.74$  distally.

Hence, the height on new formed bone didn't suffer essential modifications after 3 years of functioning. Despite these average values, there has been noticed a bone recession after 3 years, equal with  $0.58 \pm 0.17$  mm mesial in 8 implants and  $0.57 \pm 0.14$  mm distal in 11 implants. This phenomenon occurs due to maintained tendency of sinus pneumatization i.e. there are no sufficient opposing masticatory forces to interior pressure from sinus. However other 11 implants from mesial side and 8 from distal one had bone apposition (Figure 6d) equal with  $0.75 \pm 0.18$  mm and  $1.0 \pm 0.31$  mm. The bone apposition/resorption can be explained by the Wolf's law [10] and Frost's mechanostat theory [28]. This issue requires a separate randomized study taking into consideration other local and general factors.



**Fig. 6 F**, 38 de ani. **a.** Absența d. 14, 15, 16. Înălțimea ORS: la 14 – 5,3 mm, la 15 – 4,3 mm, la 16 – 7,4 mm. **b.** Fragment din OPG după instalarea implantelor *Alpha Bio*, la d. 14 – 3,75-10, la 15 – 4,2-11,5, la 16 – 5,0-11,5. Fragmente de os elevate. IR – gr. I. **c.** Fragment din OPG după 5,5 luni: recesia CO, consolidarea fragmentelor de os cu cel rezidual, IR – gr. II. **d.** Fragment din OPG – 3 ani de la punerea în funcție a implantelor: apexul implantelor acoperite cu os; înălțimea osului nou-format intrasinusal variază între 3,1 și 5,2 mm. IR – gr. IV. **e, f.** Construcțiile protetice. Fragment din OPG – 4 ani de la punerea în funcție, apozitie de os, IR – gr. IV.

**Fig. 6 F**, 38 y.o. **a.** Teeth 14, 15, 16 absent. RBH at tooth 14 – 5.3 mm, 15 – 4.3 mm, 16 – 7.4 mm. **b.** OPG fragment after *Alpha-Bio* implant placement at tooth 14 – 3.75-10 mm implant, 15 – 4.2-11.5 mm, 16 – 5.0-11.5 mm. Elevated bone fragments. RI – first degree. **c.** OPG fragments after 5.5 months: BC recession, fusion of bone fragments with the residual one, RI second degree. **d.** OPG fragment 3 years after functional loading: implant apices covered with bone, the new formed bone height varies between 3.1 and 5.2 mm. RI – IV<sup>th</sup> degree. **e, f.** Prosthetic constructions.

mezial –  $3,24 \pm 0,40$  mm, distal –  $3,65 \pm 0,33$  mm. Acești indici la 3 ani, respectiv, au fost de  $3,4 \pm 0,39$  și  $3,69 \pm 0,29$  mm. Analiza corelației Pearson a reflectat o corelație strânsă dintre gradul de penetrare a implantului și volumul osos nou-format intrasinusal, atât la finele perioadei de vindecare, cât și peste 3 ani postprotetic: la a 2-a etapă mezial,  $r^{xy} = 0,914$  și  $0,826$ , distal; la 3 ani postprotetic, mezial  $r^{xy} = 0,87$  și  $0,74$  – distal.

Așadar, pe parcursul a 3 ani de funcționare a implantelor, înălțimea valorilor noului os format nu au suferit modificări esențiale. În pofida acestor valori medii obținute, în grupul dat a fost observat că în jurul la 8 implantate din aspect mezial și la 11 din aspect distal, pe parcursul a trei ani, a avut loc o recesiune a osului de  $0,58 \pm 0,17$  mm și  $0,57 \pm 0,14$  mm, respectiv. Acest fenomen poate fi explicat prin faptul că tendința pneumatizării SM se menține, adică presiunii din interiorul sinusului nu-i sunt contrapuse suficiente forțe (sau, lipsesc) masticației. Totodată, la celelalte 11 implantate din aspect mezial și la 8 – distal, a avut loc o apozitie (Figura 6d) osoasă de  $0,75 \pm 0,18$  mm și  $1,0 \pm 0,31$  mm, respectiv. Apozitia/resorbția de os poate fi explicată prin legea lui Wolff (2010) [27] și teoria mecanostatului, descrisă de Frost (1990) [28]. Această întrebare nece-

#### *Analysis of intrasinusal peri-implant bone formation and its evolution after functional loading*

The study of X-ray image has shown that the opacity volume, appeared after implant placement by the proposed method, is decreasing during the healing period becoming more packed and is merging with the maxillary sinus floor i.e. a new intrasinusal peri-implant bone is formed. The new bone is in contact with the penetrating part of implant into MS and often covers its apex. The height of newly formed bone is 16-18% less than the height of substrate appreciated on first stage. Seeking answer to this question we started from the morpho-functional analysis of stomatognathic system. Posterior areas of maxilla have specific anatomical and physiological feature. Bone is subjected to two antagonistic forces in cases dental arches. First force is projected from inferior through teeth during mastication. The second one is projected superiorly from the MS in which the air pressure is increasing during exhalation. It is weaker than the first one but acts permanently. Nonequilibrium is created and bone modeling/remodeling occurs in physiological limits. Masticatory

sită un studiu randomizat, luând în considerație și alți factori de ordin local, precum și general.

*Analiza formării osului intrasinusal periimplantar și a evoluției lui după punere în funcție*

Studiul tabloului radiografic a demonstrat că opacitatea, apărută imediat după instalarea implantului prin metoda elaborată, ulterior, pe parcursul fazei de vindecare, se micșorează în volum și devine mai intensă, contopindu-se cu planșeul SM, adică are loc formarea noului os intrasinusal periimplantar. Noul os se află în contact cu segmentul penetrant în SM și, adevărat, acoperă și apexul implantului. Înălțimea noului os format este cu 16-18% mai mică în comparație cu cea a „substratului”, apreciată la prima etapă. În căutarea explicației la acest fenomen, am pornit de la analiza morfo-funcțională a aparatului stomatognat. Sectoarele posterioare ale maxilei au o particularitate anatomo-fiziologică deosebită. În cazul arcadelor dentare întregi, asupra osului apofizei alveolare acționează două forțe diametral opuse. Prima se transmite intermitent, din inferior, în timpul masticăției, prin intermediul dinților. A doua forță se transmite din superior, din SM, în care, în timpul expirației, presiunea aerului se mărește. Această forță este de o intensitate mult mai mică decât prima, însă acționează permanent. Între aceste două forțe, se instalează un echilibru și remodelarea se petrece în limită fiziologică. Cu pierderea dinților, forțele masticatorii nu se mai transmit asupra maxilarelor, remodelarea se atenuiază și, în scurt timp, demarează atrofia apofizei alveolare. Din superior continuă să acționeze presiunea sporită a aerului la expirație. În continuare, osul subantral se atrofiază atât din superior, cât și din inferior. Concomitent, sinusul maxilar se mărește în volum. Acest fenomen este numit „pneumatizarea sinusului” (Figura 7). Astfel, micșorarea înălțimii CO în perioada transformării lui în os, este influențată de presiunea ridicată a aerului în SM în timpul expirației asupra cheagului și a osului imatur nou-format.

Peste un an de la punerea în funcție a implantelor, instalate

forțe are no longer transmitted to jaws with teeth loss, remodeling is diminished and shortly, alveolar bone loss occurs. Increased air pressure continues to act from superior during exhalation. Subantral bone loss is atrophied consequently from superior and inferior sides. At the same time, maxillary sinus increases its volume. This phenomenon is called “sinus pneumatization” (Figure 7). Thus, CO height reduction during its transformation into bone is influenced by the high air pressure from MS during exhalation acting on blot clot and newly immature bone.

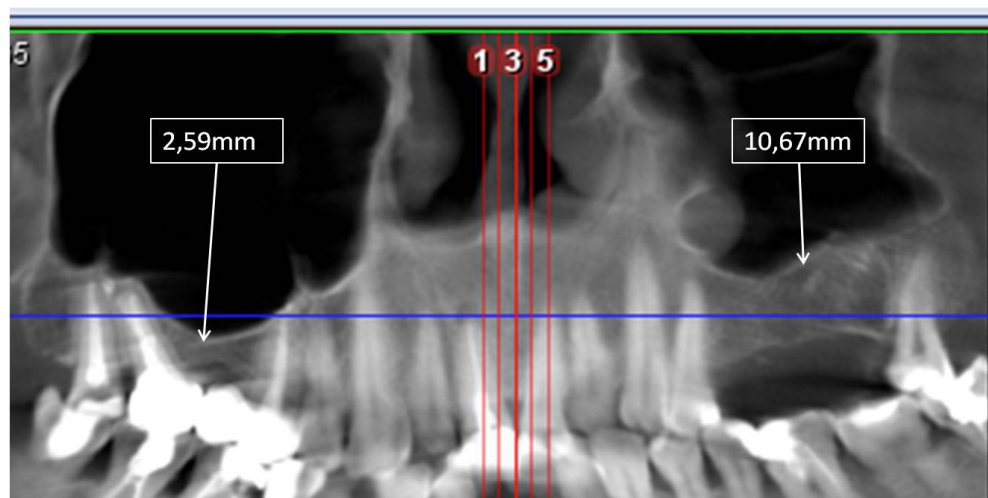
It has been noticed that, after one year of function of implants placed by the proposed method, the bone height at this stage compared with the previous one (at the second stage) is less, mesially with 4.87%, distally with 6.26%. Hence, bone recession continued but it was 3 times less than at the previous stage. What factor/factors influenced the decrease of bone recession speed remain unclear.

After two years intrasinusal bone height became the same as at the second stage due to bone apposition. The results analysis after 3 of functioning has shown a controversial result, at some implants – resorption and in others – apposition.

*Peri-implant crestal bone status*

The peri-implant cortical bone evolution in implants installed through flapless CrSL and without lateral in two stages condensation of implant socket is still unstudied.

At the second stage surgery average bone resorption in anterior peri-implant side in 92 implants was  $0.63 \pm 0.09$  mm (61 implants), in posterior side –  $0.47 \pm 0.05$  mm (73 implants). In other cases there has been noted bone apposition from mesial and distal aspects of  $0.46 \pm 0.05$  mm (31 implants) and  $0.36 \pm 0.07$  mm (19 implants). This can be due to flapless implant placement. Bone loss was significant (1.3 mm; 1.6 mm and 1.8 mm) around three implants with spontaneous gingival dehiscence.



**Fig. 7 B**, 46 de ani. Fragment din CBCT. Dintele 16 extras 9 ani anterior, resorbție masivă a planșeului SM din superior și, mai puțin pronunțată, a apofizei alveolare; înălțimea ORS – 2,59 mm. Doi ani după extracția dinților 25, 26 – a demarat resorbția osului subantral.

**Fig. 7 M**, 46 years. CBCT fragment. Tooth 16 extracted 9 years ago, severe resorption of MS floor from superior and less from crestal margin, RBH height – 2.59 mm. Two years after tooth 25, 26 extractions – subantral bone resorption was noticed.

prin metoda elaborată, a fost constatat că înălțimea osului la această etapă, în comparație cu cea precedentă (de la a doua etapă), este mai mică, mezial cu 4,87%, iar distal – cu 6,26%. Deci, recesia osului a avut loc în continuare, însă ea a fost de trei ori mai mică decât la etapa precedentă. Sub influența căru/căror factori s-a micșorat viteza de recesie a osului, rămâne de stabilit.

Peste doi ani, înălțimea osului intrasinusal, în rezultatul apozității, s-a egalat cu valorile lui inițiale (de la a doua etapă). Analiza rezultatelor peste trei ani de funcționare a demonstrat un tablou controversat, la unele implantate – rezorbție, la altele – apozitie.

#### *Starea osului crestal periimplantar*

La momentul actual, este insuficient studiată evoluția osului cortical periimplantar la instalarea implantelor prin SLCr, fără decolarea lambourilor mucoperiostale și fără condensarea laterală a neoalveolei.

La a doua etapă chirurgicală, la cele 92 de implantate studiate în partea anterioară, media rezorbției osului cortical periimplantar la apofiza alveolară a fost de  $0,63 \pm 0,09$  mm (61 de implantate), în cea posterioară – de  $0,47 \pm 0,05$  mm (73 de implantate). În restul cazurilor, a fost atestată o apozitie osoasă din aspect mezial și distal de  $0,46 \pm 0,05$  mm (31 de implantate) și  $0,36 \pm 0,07$  mm (19 implantate), respectiv. Aceasta se poate datora poziționării subcorticale a implantelor. În jurul a trei implantate cu dehiscentă gingivală spontană, rezorbția osului cortical a fost semnificativă (1,3; 1,6 și 1,8 mm).

Pentru implantate evaluate la 1 an postprotetic, rezorbția osului cortical periimplantar, în perioada de vindecare, a constituit  $0,60 \pm 0,145$  mm, mezial și  $0,59 \pm 0,142$  mm, distal. Totodată, la 11 implantate din mezial și la 8 din distal, a avut loc o apozitie osoasă de  $0,52 \pm 0,09$  mm și, respectiv, de  $0,44 \pm 0,13$  mm. Peste un an după solicitarea funcțională, rezorbția osoasă a constituit:  $0,79 \pm 0,175$  mm și  $0,38 \pm 0,166$  mm. Și în acest caz, a avut loc apozitie osoasă la 10 implantate din aspect mezial ( $0,63 \pm 0,112$  mm) și la 19 implantate din aspect distal ( $0,73 \pm 0,124$  mm).

Pentru implantate evaluate la 2 ani postprotetic, rezorbția osului cortical periimplantar în perioada de vindecare a constituit  $0,52 \pm 0,141$  mm din mezial (pentru 15 implantate) și  $0,54 \pm 0,165$  mm din aspect distal (pentru 16 implantate). Celelalte implantate s-au manifestat prin apozitie osoasă de  $0,37 \pm 0,06$  mm, mezial și de  $0,14 \pm 0,053$  mm, distal. Peste 2 ani, rezorbția osului periimplantar a continuat pentru 17 implantate din aspect mezial ( $0,46 \pm 0,081$  mm) și 13 implantate – distal ( $0,43 \pm 0,137$  mm). Și pe parcursul a doi ani s-au înregistrat implantate în jurul cărora a avut loc apozitie osoasă: 10 – din aspect mezial ( $0,46 \pm 0,151$  mm) și 14 – din cel distal ( $0,50 \pm 0,077$  mm). Pentru implantate evaluate la 3 ani postprotetic, rezorbția osului cortical periimplantar în perioada de vindecare a constituit  $0,48 \pm 0,212$  mm, mezial (13 implantate) și  $0,15 \pm 0,066$  mm, distal (14 implantate). Celelalte implantate (6 mezial și 5 distal) s-au manifestat prin apozitie osoasă de  $0,4 \pm 0,115$  mm și, respectiv,  $0,54 \pm 0,193$  mm. Peste 3 ani, rezorbția osului periimplantar a constituit  $0,97 \pm 0,151$  mm, mezial (18 implantate) și

Peri-implant cortical bone resorption was  $0.60 \pm 0.145$  mm mesially and  $0.59 \pm 0.142$  mm distally from 30 implants evaluated 1 year after loading. There was noted bone apposition in 11 implants mesially and 8 implants distally  $0.52 \pm 0.09$  mm and  $0.44 \pm 0.13$  mm. After one year of function, the cumulative bone resorption was  $0.79 \pm 0.175$  mm and  $0.38 \pm 0.166$  mm. There was also bone apposition in 10 implants  $0.63 \pm 0.112$  mm mesially and  $0.73 \pm 0.124$  mm distally in 19 implants.

Peri-implant cortical bone resorption in implant evaluated after 2 years was  $0.52 \pm 0.141$  mm mesially (15 implants) and  $0.54 \pm 0.165$  mm distally (for 16 implants). Other implants had bone apposition of  $0.37 \pm 0.06$  mm mesially and  $0.14 \pm 0.053$  mm distally. Bone resorption continued after 2 years in 17 implants ( $0.46 \pm 0.081$  mm) mesially and in 13 implants distally ( $0.43 \pm 0.137$  mm). After two years there have also been implants with bone apposition: 10 implants mesially ( $0.46 \pm 0.151$  mm) and 14 distally ( $0.50 \pm 0.077$  mm).

For implants evaluated after 3 years of functioning, peri-implant cortical bone resorption during healing period was  $0.48 \pm 0.212$  mm mesially (13 implants) and  $0.15 \pm 0.066$  mm distally (14 implants). Other implants (6 mesially and 5 distally) had bone apposition of  $0.4 \pm 0.115$  mm mesially and  $0.54 \pm 0.193$  mm distally. The cumulative peri-implant bone resorption after 3 years was  $0.97 \pm 0.151$  mm mesially (18 implants) and  $0.53 \pm 0.123$  mm distally (17 implants). Bone apposition was also noted at this stage in one implant mesially and in 2 – distally.

#### *Complications of implant placement according to the elaborated method*

During implementation into practice of this method, the following specific complications were encountered in implant installation by crestal access.

*Propulsion of implant into maxillary sinus.* This complication occurred in two patients who were previously prosthesis wearers. In both cases the implants were installed at level of first left molars, residual bone density was IV degree.

*In patient C., 52 y.o. with teeth 25, 26, 27 absent, a 3.75-10 mm implant was accidentally propelled into maxillary sinus at the level of tooth 26 (RBH – 3.8 mm). Surgery was interrupted and an x-ray performed. Opacity was noted around penetrating segments of implants 25 and 27 into MS. The implant was positioned horizontally seen on the background of this opacity. The implant surrounded by bone fragments and blood clot was noted after flap elevation and window making in the lateral maxillary sinus wall. A new implanted with a 4.2 mm diameter and the same length was inserted with 15 N/cm through the same implant socket. The postoperative period was uneventful. Osseointegration of all implants was noticed at the second stage surgery after 7 months.*

*The second case. Patient P., 56 y.o. Absence of premolars and molars from both sides, the patient was removable prosthesis wearer for 5 years. The 4.2-10 mm implant was propelled into MS during placement (RBH – 4.0 mm). Bone density was D4, as in the first case. An ordinary window was created in the*



0,53±0,123 mm, distal (17 implante). Și la această perioadă, a fost înregistrată apozitie de os în jurul unui implant din mezial și la 2 implante, din distal.

#### *Complicațiile la instalarea implantelor prin metoda elaborată*

Pe parcursul implementării în practică a metodei, au fost întâlnite următoarele complicații specifice pentru instalarea implantelor prin acces crestal.

*Propulsarea implantului în sinusul maxilar.* Această complicație (accident) a fost întâlnită la doi pacienți, anterior purtători de proteze mobilizabile. În ambele cazuri, tentativele de instalare a implantelor au fost la nivelul primilor molari din stânga, osul rezidual cu densitatea gr. IV.

*La pacienta C., 52 de ani, cu absența d. 25, 26, 27, în timpul înfiletării implantului cu diametrul 3,75 mm și lungimea 10 mm, la nivelul d. 26 (osul rezidual – 3,8 mm) el, accidental, a fost propulsat în SM. Intervenția chirurgicală a fost întreruptă și efectuată radiografia – OPG. Pe radiogramă a fost constatată o opacitate în jurul segmentelor implantelor de la 25 și 27 penetrante în SM. Pe fundalul acestei opacități, în poziție orizontală, se afla implantul propulsat în sinus. Intervenția chirurgicală a fost prelungită. După decolarea lamboului mucoperiostal și crearea ferestrei în peretele lateral al SM, a fost depistat implantul înconjurat de un cheag de sânge, cu fragmente mici de os, situate sub membrana integră a SM. În neoalveola creată anterior, prin care a fost propulsat implantul, a fost inserat cu o forță de 15 N/cm un implant de aceeași lungime, însă cu diametrul de 4,2 mm. Perioada postoperatorie a parcurs fără particularități. La a doua etapă chirurgicală, efectuată peste 7 luni, a fost constatată osteointegrarea tuturor celor trei implante.*

Al doilea caz. *Pacienta P., 56 de ani. Absența premolarilor și molarilor din ambele părți, purtătoare de 5 ani a protezei parțial mobilizabile. Implantul, cu diametrul 4,2 mm și lungimea 10 mm, în timpul instalării la nivelul d. 16 (osului rezidual subantral – 4,0 mm), accidental a fost propulsat în sinusul maxilar. Ca și în primul caz, osul a fost cu densitatea D4. În mod tipic, a fost create o fereastră în peretele lateral al SM. Membrana decolată de la planșeu era cu o perforație de 2-3 mm lungime, a fost depistat implantul situat în poziție orizontală. Perforația membranei a fost „reparată” cu membrană rezorbabilă. În continuare, intervenția a fost finalizată după metoda SLL, cu instalarea simultană a implantelor.*

A contribuit la survenirea accidentului densitatea joasă (D4) și înălțimea mică a osului rezidual, unde a fost inserat implantul.

*Perforația membranei și consecințele ei.* Principalul neajuns al elevației planșeului SM prin abord crestal este că intervenția se efectuează „orb” și persistă riscul perforației membranei, cu eventuala dezvoltare a complicațiilor. Din motivul dat, această metodă nu este acceptată de către numeroși clinicieni. Frecvența acestei complicații variază între 0% și 21,4% [29]. Tetsch J. și colab. [30] au raportat după instalarea pe parcursul la 15 ani a 2190 de implante, că perforația membranei în SLCr a fost constatată în 1,42% din cazuri, pe când în SLL – în

*later MS wall. Elevated membrane had a perforation of 2-3 mm length, and implant positioned horizontally. The membrane perforation was “repaired” with a resorbable membrane. The surgery further continued as a lateral sinus lift with simultaneous implant placement.*

The low bone density (D4) and small RBH contributed to accident occurrence.

*Membrane perforation and its consequences.* The main disadvantage of transcrestal MS lift is that the elevation and grafting are performed blind and there is a risk of membrane perforation with complication occurrence. That is why this method is not accepted by many clinicians. The frequency of this complication varies between 0% and 21.4% [29]. Tetsch et al. [30] report that after the placement of 2190 implants in 15 years, the membrane perforation occurred in 1.42% of cases for CrSL and in 12.26% of cases for LSL. The risk of membrane perforation occurs during floor fracture with osteotome but it cannot be avoided during implant placement as well. The Valsalva test was considered positive if nasal bloody offs occurred in postoperative period in patients with negative initial Valsalva test. Positive intraoperative Valsalva test in our study was noted in 11 cases (5.14%) from 214 implants placed by the proposed method. When membrane perforation was noted in these cases, a shorter implant than planned was installed with the hope that under sinus pressure the margins of perforation will come in contact and spontaneous healing will take place. Patients were additionally prescribed nasal drops with vasoconstrictors. There have been notice no pathological signs on alveolar crest and inside the MS during healing period and thereafter, all implants being considered osseointegrated.

#### **Discussion**

Nowadays the minimal invasive procedures become more popular in surgery and in oral implantology as well. They are elaborated and implemented into practice for decreasing the patients' postoperative morbidity, costs, providing earlier patients' rehabilitation with similar or even better results than the classical methods. The efficacy of implementation of new methods (including the minimal-invasive ones) into practice can be appreciated on long-term results.

In the present study in order to achieve rehabilitation of 122 patients with severe atrophic edentulous maxilla, 214 two-stage dental implants were installed according to the elaborated minimally-invasive elaborated method (flapless “green-stick” fracture with osteotome, without bone condensation and grafting) [1] from which 4 (1.87%) were lost during healing period. The treatment results had been evaluated for 3 years. The survival rate of 210 implants (98.13%) after their loading was 100%. Similar results after 3 years of implant placement with CrSL without grafting materials with flap elevation and bone condensation with osteotome were reported by other authors [31, 32-34]. A recent study shows similar results after one year of flapless implant placement without grafting but with residual bone condensation [35]. It

12,26% din cazuri. Riscul de perforare a membranei persistă în momentul fracturării planșeului cu osteotomul, însă el nu poate fi exclus și în timpul înfiletării implantelor. La apariția în perioada postoperatorie la pacienții cu proba Valsalva negativă a eliminărilor sangvinolente din narina respectivă, proba a fost considerată drept pozitivă. În studiul nostru, la instalarea prin SLCr conform metodei elaborate la 214 implante, proba Valsalva pozitivă a fost atestată în 11 (5,14%) cazuri. Când perforația a fost constatată, au fost instalate implante cu o lungime mai mică decât cea preconizată, cu speranța, că sub influența presiunii sporite în sinus, se va produce colapsul membranei și marginile defectului vor veni în contact, fapt ce va facilita vindecarea spontană a plăgii. Pentru ameliorarea drenării SM, pacienților suplimentar le-au fost prescrise picături nazale, în componența cărora intrau substanțe vasoconstrictoare. Pe parcursul fazei de vindecare, precum și la examenul la distanță, semne patologice la apofiza alveolară și în sinusul maxilar n-au fost atestate, implantele fiind apreciate ca și osteointegrate.

### Discuții

La momentul actual, în toate ramurile chirurgiei, inclusiv în implantologia orală, o răspândire tot mai largă o capătă procedeele miniinvasive. Ele sunt elaborate și implementate pentru diminuarea morbidității postoperatorii, reabilitarea timpurie a pacienților, micșorarea costului tratamentului și obținerea rezultatelor similare sau superioare, în comparație cu metodele clasice. Eficacitatea implementării noilor metode (inclusiv, celor miniinvasive) poate fi apreciată prin analiza rezultatelor tratamentului la distanță.

În studiul prezent, pentru reabilitarea implanto-protetică a 122 de pacienți cu atrofii în sectoarele posterioare edentate ale maxilei, conform metodei miniinvasive elaborate (fractura în „lemn verde” cu osteotomul a planșeului SM fără condensarea osului, fără decolarea lambourilor și fără grefare), au fost instalate 214 implante dentare endoosoase de stadiul doi [1], dintre care 4 (1,87%) au eșuat pe parcursul vindecării. Rezultatele tratamentului au fost evaluate pe parcursul a 3 ani. Rata supraviețuirii celor 210 (98,13%) implante integrate după punerea lor în funcție la sfârșitul perioadei de evidență, a fost de 100%. Rezultate similare, înregistrate peste 3 ani de la instalarea implantelor prin SLCr, fără utilizarea materialelor de augmentate, însă cu decolarea lambourilor mucoperiostale și condensarea laterală a osului cu osteotomul, au fost descrise de unii autori [31, 32–34]. În alt studiu recent, pe parcursul primului an de punere în funcție, a fost obținută o supraviețuire similară a implantelor instalate fără lambou și fără augmentare, însă cu condensare laterală a osului rezidual [35]. Analizând rezultatele studiilor expuse, s-a constatat că elementul comun a fost instalarea implantelor fără utilizarea materialelor de augmentare. În alt grup de studii, elevarea transcrestală a planșeului SM a fost efectuată conform metodei descrise de Summers [10] – decolarea lambourilor mucoperiostale, condensarea laterală a osului rezidual cu fracturarea planșeului SM, utilizarea materialelor de grefare. Rezultatele atestate au

has been noted that a common factor for all these studies was the implant placement with no grafting material. In another study the MS floor elevation was performed according to Summers' [10] technique with flap elevation, grafting placement and bone condensation. The obtained results were lower and varied between 87% and 99% [22, 23, 36-38]. Which of these factors or others lead to success rate decrease is still unknown.

Peri-implant bone formation has a key role in implant osseointegration. Bone healing and especially new bone formation is difficult or even impossible without an adequate vascularization [28, 39]. Carter D. and Giori N. [40] consider that one of the key factors which maintain the osteogenic differentiation of mesenchymal cells during healing period, important in implant osseointegration, is the tissue saturation with oxygen, a process linked with vascularization. The periodontal plexus and apical arterials obliterate after teeth loss and an abnormal circulation is installed (centripetal) – arterial blood stream is directed toward inside the bone from periosteal plexus [41]. The role of periosteal plexus in wound regeneration, especially of cortical bone from posterior edentulous areas, is obviously increased. It is known that 70%-100% of jaw vascularization comes from periosteum [42]. Hence, the vascularization of a sector becomes difficult after flap elevation influencing negatively on osteogenesis. It has been demonstrated that bone resorption degree in flapless placed implants is significantly less [20, 36, 43, 44]. The effect of minimally-invasive surgery has been demonstrated in this study as well. The bone resorption at the second stage in anterior side was  $0.48 \pm 0.21$  mm and  $0.15 \pm 0.06$  mm in posterior one, after 3 years of functioning the values were  $0.97 \pm 0.151$  mm and  $0.53 \pm 0.123$  mm. In a recent study with flapless CrSL and bone condensation without grafting, the resorption was 1.47 mm after 3 years [32]. According to some authors' opinion the increased resorption is due to lateral bone condensation with osteotomes. This process severely disturbs the vascularization and leads to adjacent bone loss [45].

During elaboration of his method Summers R. applied autologous bone through the implant site in order to facilitate new peri-implant bone formation [10]. Later on other materials than autologous bone were used with the same purpose [26, 28]. Similar situation occurs during LSL. The necessity of grafting material on LSL was doubted by Lundgren S. *et al.* They have shown that subantral bone formation is possible without any grafting materials i.e. based only on blood clot [46]. This idea was taken for transcrestal sinus lift [1, 47, 48].

Our results after implant placement by the proposed method has shown that bone formation takes place under two components – blood clot and bone fragments elevated from MS floor. What is the role of these components in intrasinus peri-implant bone formation, is still unknown for sure. This issue was studied to some extent on animals [49]. The space under Shneiderian membrane, elevated with lateral access, was filled with bone, autologous bone and deproteinised bovine bone (Bio-oss). It has been demonstrated histologically

fost inferioare și au variat între 99% și 87% [22, 23, 36-38]. Factorii, care au redus rata de succes, rămân, deocamdată, necunoscuți.

În osteointegrarea implantelor, rolul crucial îl are formarea osului periimplantar. Vindecarea plăgilor osoase și, îndeosebi, formarea noului os, fără o vascularizare adecvată a sectorului respectiv, este dificilă, iar uneori – imposibilă [28, 39]. Carter D. și Giori N. [40] consideră că, în perioada vindecării, unul dintre factorii principali în inițierea și menținerea diferențierii celulelor mezenchimale pe cale osteogenică, importante în osteointegrarea implantelor, este saturarea țesutului osos cu oxigen, proces dependent de vascularizarea lui. Cu pierderea dinților, plexul periodontal și arterele apicale dentare se obliterează și în sectorul respectiv se instalează o circulație sanguină anormală (centripetă) – fluxul sangvin arterial se îndreaptă din plexul periosteal în interiorul osului [41]. În această situație, rolul plexului vascular periosteal în regenerarea plăgilor osoase, îndeosebi la corticală, în sectoarele edentate, evident sporește. De menționat faptul că de la 70% până la 100% din vasele sangvine ale maxilei sunt originare din periost [42]. Deci, la decolarea lambourilor mucoperiostale, vascularizarea sectorului respectiv (pentru o anumită durată) devine dificilă, influențând negativ osteogeneza. A fost dovedit că la instalarea implantelor în diverse sectoare ale maxilarelor fără decolarea lambourilor, resorbția osului cortical periimplantar este semnificativ mai mică [20, 36, 43, 44]. Efectul miniinvaziv al chirurgiei fără lambou a fost demonstrat și în prezentul studiu. La a doua etapă chirurgicală, resorbția osului periimplantar la apofiza alveolară în partea anterioară a fost  $0,48 \pm 0,21$  mm, în cea posterioară –  $0,15 \pm 0,06$  mm, iar peste trei ani de la punere în funcție – respectiv,  $0,97 \pm 0,151$  și  $0,53 \pm 0,123$  mm. În studiul dat, la instalarea implantelor prin SLCr fără augmentare, însă cu decolarea lambourilor mucoperiostale și cu condensarea osului, la trei ani după punere în funcție, resorbția a fost de 1,47 mm [32]. Resorbția sporită a osului marginal periimplantar este considerată de către autori drept o consecință a condensării laterale cu osteotoamele. Acest procedeu traumatic dereglează sever vascularizarea și conduce la resorbția osului adiacent [45].

La elaborarea metodei de elevare a planșeului sinusului maxilar prin acces crestal, Sammers R., pentru facilitarea formării noului os periimplantar sub membrana Schneideriană elevată, prin „neoalveola” creată introducea os autogen [10]. Ulterior, cu acelaș scop, au fost folosite diverse materiale neautogene [26, 28]. Similară situație a fost și este la elevația planșeului SM prin acces lateral. Necesitatea utilizării materialelor de augmentare a fost pusă la îndoială în SLL de către Lundgren S. și colab. Ei au demonstrat că formarea osului în spațiul subantral e posibilă fără utilizarea materialelor de augmentare, adică numai în baza cheagului de sânge [46]. Acest deziderat a fost preluat la elevația planșeului prin acces crestal [1, 47, 48].

Rezultatele obținute de noi la instalarea implantelor prin metoda elaborată au demonstrat că formarea osului nou periimplantar are loc pe baza substratului format din două compo-

that the bone formed from blood clot or autologous graft becomes mature to the 5<sup>th</sup> week with a high density degree. The authors have noticed that by this term the bone clot and autologous graft volumes significantly decreased, becoming 17.3% and 57.6% from their initial volume, and after 6 months the values were 19.4% (blood clot) and 31.4% (autologous bone). Blood clot and bone fragments are present in peri-implant space between Schneiderian membrane and maxillary sinus floor in patients from our study, similar conditions to those from the experiment. Applying the data from animal studies to explain the intrasinus bone formation we found out that they had a 4 lesser bone recession for blood clot and 2.5 times for autologous bone. Hence, bone formation in patients is more active. Which factors contributes to osteogenesis in intrasinus peri-implant space? We started from the surgery method, seeking answer to this question. One or more bone fragments are detached after force application, sometimes excessive, with osteotome on a limited are. They are further displaced upper into MS with slow implant insertion motions. Bone fragments can preserve or lose the connection with periosteum (membrane) during these procedures (floor fracture, implant placement). In the first case (connection preserved) the fragments continue to be supplied with blood from internal vascularized area of Schneiderian membrane. Thus they don't lose the viability and keep their osteogenic properties, and directly contributes to intrasinus peri-implant bone formation. Situations that are missing in the above mentioned experiment on rabbits. In the second case, like in the experiment, bone fragments act as a autologous graft with osteoinductive and osteoconductive properties and is subjected to resorption. The tent phenomenon facilitates the intrasinus peri-implant bone formation in patients (Figure 3), which protects the blood clot and immature bone from increased air pressure from MS during exhale. This fact also is missing from the above discussed experiment. Further studies are required to appreciate the “destiny” and role of elevated bone fragments. What happens with the intrasinus peri-implant bone after implant loading? It is clear that forces are applied on adjacent and intrasinus newly formed bone via implant. The way of force distribution essentially differs, because implants do not have periodontal tissue which would decrease the aggressive forces. The forces are transmitted through all the implant length. First of all they act on crestal bone and decrease toward the implant apex. When the forces are not axially distributed, the crestal bone acts as a fulcrum. Thus the forces are excessively transmitted in this area as well in the opposed periapical region to fulcrum where the new peri-implant bone is. Increased air pressure acts from the maxillary sinus opposite to the masticatory on in the area of implant apex, in contrast to the crestal bone. Implant follow-up after one years has shown that intrasinus peri-implant bone already had the properties to withstand the masticatory forces by 3 fold decreasing in bone resorption. It has been demonstrated that the intrasinus peri-implant bone equaled with the initial height before loading as a result of bone apposition

nente autogene – cheagul sangvin și fragmentele de os elevate de la planșeul SM. Care este valoarea/parte a componentelor în formarea noului os intrasinusal periimplantar, deocamdată nu se cunoaște exact. Această întrebare, într-o oarecare măsură, a fost studiată în experiment pe animale [49]. La iepuri, prin procedeul de SLL, spațiul sub membrana Schneideriană elevată a fost augmentat cu sânge sau cu particule de os autogen, fie cu os bovin deproteinizat (Bio-Oss). Histologic a fost demonstrat că, osul nou-format în baza cheagului sangvin sau a osului autogen, deja la a 5-a săptămână devine matur, cu o densitate înaltă. Autorii concomitent au observat că, către acest termen, volumul cheagului sangvin și a osului autogen drastic s-a micșorat, ajungând, respectiv, la 17,3% și 57,6% din volumul lor inițial, iar peste 6 luni – respectiv, la 19,4% (cheagul sangvin) și la 31,4% (osul autogen). La pacienții din studiul actual, în spațiul periimplantar dintre membrana Schneideriană elevată și planșeul SM, se află cheagul sangvin și fragmente de os, situație similară celei din experiment. Aplicând aceste date, obținute pe animale la explicarea formării osului intrasinusal, la pacienții din studiu, am constatat că recesia la ei este mult mai mică, în comparație cu cheagul sangvin – de 4 ori, iar cu osul autogen – de 2,5 ori. Așadar, la pacienți formarea osului este mai activă. Care factori contribuie la osteogeneza în spațiul periimplantar intrasinusal? Căutând răspuns la această întrebare, am pornit de la metodologia operației. În urma aplicării forței cu osteotomia, uneori excesive, pe un sector limitat, de la planșeul SM sunt detașate unul sau mai multe fragmente de os. Ulterior, acestea, la inserarea lentă a implantelor, sunt deplasate spre superior în SM. În timpul manoperelor (fracturarea planșeului, inserarea implantelor), fragmentele își pot păstra legătura cu periostul (membrana) sau pierde legătura cu el. În primul caz, fragmentele continuă să fie „alimentate” din stratul intern, vascularizat, al membranei Schneideriene. Astfel, fragmentele nu-și pierd viabilitatea, păstrându-și proprietățile osteogenice și, în mod direct, contribuie la formarea noului os periimplantar intrasinusal. Fapt care lipsește în experimentul pe iepuri, expus mai sus. În al doilea caz, ca și în experiment, fragmentele de os se află în situația (micro) autotransplantelor osoase cu proprietăți osteoinductive și osteoconductive și în scurt timp sunt supuse resorbției, analogic experimentului. Facilitează formarea osului intrasinusal periimplantar la pacienți și fenomenul de „cort” (Figura 3), care protejează cheagul sangvin și osul imatur nou-format de presiunea mărită din SM în timpul expirației. Acest fapt, deasemenea, lipsește în experimentul pus în discuție. Pentru a aprecia „soarta” și rolul fragmentelor de os elevate de la planșeul SM, sunt necesare studii în continuare.

Ce se petrece în osul periimplantar intrasinusal după punerea implantului în funcție ocluzală? Este clar că prin intermediul implantului asupra osului adiacent, inclusiv, a celui intrasinusal nou-format, sunt aplicate forțe masticatorii. Modalitatea de transmitere a lor se deosebește esențial, deoarece implantele nu au periodonțiu, care ar atenua forțele masticatorii, îndeosebi pe cele agresive. Forțele asupra osului periimplantar se transmit pe toată lungimea implantului. În primul

after two years of functioning. After 3 years of loading bone resorption was noticed in some implants and apposition in others. Hence, bone modeling/remodeling permanently occurs in intrasinusal peri-implant bone as a result of received forces. This process is continuous and depends on the vector, intensity of forces, bone maturation and its vascularization. The peri-implant bone adapts to these forces by modeling/remodeling by increasing or decreasing its density or volume. Hence this process is individual and depends on many factors which requires a randomized separate study.

The RBH plays an important role in implant osseointegration. A 26.7% failure rate was noticed in RBH less than 4 mm [37]. However there are good results in RBH less than 4 mm [32, 33]. The RBH in our study was  $7.79 \pm 0.25$  mm mesially and  $6.93 \pm 0.19$  mm distally with values between 2.5 and 9.8 mm.

Initially, there was a tendency in LSL to elevate the membrane higher so it would be possible to place bigger amount of grafting material that would provide implant coverage of 10 mm [51]. The membrane elevation in CrSL is limited due to the risk of its perforation and frequently do not exceed 4 mm height. It is worth mentioning that the volume obtained during LSL is drastically decreasing during first 3 years of functioning. The resorption continues and reaches the implant apex or goes even below [51]. A peri-implant bone apposition was obtained in our study during MS floor elevation by the proposed method, which was placed near the implant apex after 3 years of functioning. Similar results are found in recent studies [32, 33].

### Conclusions

1) The elaborated method of flapless implant placement, via “green stick” fracture, through crestal access without grafting material and bone condensation is minimally-invasive and easily tolerated by patients.

2) The newly formed intrasinusal peri-implant bone merges with the residual one, contributing to implant-prosthetic rehabilitation of patients with severe atrophic areas in posterior maxilla.

3) Further studies including experimental ones are required to understand some aspects of intrasinusal peri-implant bone modeling/remodeling.

### Declaration of conflicts of interest

Authors declare no financial or non financial conflicts of interest.

### Authors' contribution

The treatment method, concept and study design were elaborated by TV and FA. All authors participated in primary material gathering. Statistical analysis and manuscript writing were performed by TV and MA. The final version was read and approved by all authors.

rând, ele acționează asupra crestei alveolare, intensitatea lor micșorându-se spre osul intrasinusal periapical. Când presiunea masticatorie este non-axială, osul cortical de la creasta alveolara servește drept punct de sprijin. Forțele se transmit în exces în acest sector precum și în regiunea periapicală opusă punctului de sprijin (planșeul sinusului maxilar), unde este situat osul nou-format. Spre deosebire de situația de la creasta alveolară, asupra osului periimplantar intrasinusal acționează, în sens opus, și presiunea sporită a aerului din SM. La monitorizarea implantelor după primul an de la punerea lor în funcție, a fost stabilit că osul intrasinusal periimplantar deja are capacitatea de a răspunde forțelor care acționează asupra lui prin micșorarea resorbției de trei ori față de etapa precedentă. După doi ani de funcționare a fost demonstrat că, în rezultatul apozității, înălțimea osului intrasinusal periimplantar s-a egalat cu înălțimea care a avut-o înainte de punerea lui în funcție. Peste trei ani de evaluare, la o parte din implantate s-a observat apozitie de os, iar la cealaltă – resorbție. Deci, în osul intrasinusal periimplantar, ca răspuns la forțele care acționează asupra lui, au loc remanieri permanente – modelare/remodelare. Acest proces este continuu, fiind dependent de vectorul și intensitatea forțelor care acționează asupra osului, de maturitatea și vascularizarea lui. Prin modelare/remodelare, osul periimplantar se adaptează la aceste forțe schimbându-și densitatea, mărindu-se sau micșorându-se în volum. Deci, acest proces este individual și depinde de mai mulți factori care necesită un studiu randomizat aparte.

Un rol important în osteointegrarea impantelor îl are înălțimea ORS. La instalarea implantelor în osul cu înălțimea mai mică de 4 mm, a fost înregistrat un eșec de 26,7% [37]. În același timp, au fost obținute rezultate înalte și în cazurile cu ORS mai mic de 4 mm [32, 33]. În studiul nostru, înălțimea osului rezidual mezial a fost  $7,79 \pm 0,25$  și  $6,93 \pm 0,19$ , distal, cu intervalul de valori cuprins între 2,5 și 9,8 mm.

Inițial, în SLL, a fost o tendință de a eleva membrana Schneideriană la o distanță mare pentru a augmenta un volum respectiv de biomateriale, cu speranța de a avea, în perspectivă, os care ar acoperi implantele la o înălțime de până la 10 mm [51]. În SLCr, elevația membranei este limitată din cauza riscului de perforație a membranei și, cel mai des, ea este elavată până la 4 mm. Este necesar de menționat faptul că volumul de os obținut la augmentarea SM prin SLL, pe parcursul primilor 3 ani se micșorează drastic. Resorbția continuă și în următorii ani, iar osul atinge apexul implantelor sau se coboară și mai inferior de el [51]. În studiul nostru, la elevația planșeului, conform metodei elaborate, a fost obținută apozitie de os intrasinusal periimplantar, care, după 3 ani de punere în funcție, era situat în vecinătatea apexului implantelor. Rezultate similare au fost descrise în studii recente [32, 33].

### Concluzii

1) Metoda elaborată de instalare a implantelor prin acces crestal, cu fracturarea în „lemn verde” a planșeului SM, fără condensarea osului rezidual, fără decolarea lambourilor mu-

coperiostale și fără utilizarea materialelor de grefare, este miininvazivă și ușor suportată de către pacienți.

2) Osul intrasinusal periimplantar nou-format se contopește cu cel rezidual, contribuind la reabilitarea implantato-protetică cu succes a persoanelor edentate cu atrofii severe în sectoarele posterioare ale maxilei.

3) Pentru precizarea detaliilor în modelarea/remodelarea osului intrasinusal periimplantar sunt necesare studii suplimentare, inclusiv experimentale.

### Declarația de conflict de interese

Autorii declară lipsa conflictelor de interese financiare sau nonfinanciare.

### Contribuția autorilor

Metoda de tratament, conceptul și designul studiului au fost elaborate de TV și FA. La colectarea materialelor primare au participat toți autorii. Analiza statistică și scrierea manuscrisului au fost efectuate de către TV și MA. Versiunea finală a articolului a fost citită și aprobată de toți autorii.

### Referințe / references

1. Topalo V, Atamni F. Metodă de implantare dentară prin acces transalveolar cu elevarea planșeului sinusului maxilar. Brevet de invenție. MD91Z2009.10.31.
2. Cochran D., Buser D., Bruggenkate C., Weingart D., Taylor, T., Bernard J., Peters F, Simpson J. The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: early results from clinical trials on ITI SLA implants. *Clin. Oral Imp. Research*, 2002; 13: 144-153.
3. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson A. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int. J. Oral Maxillofac. Implan.*, 1986; 1: 11-25.
4. Molly L. Bone density and primary stability in implant therapy. *Clin. Oral Imp. Res*, 2006; 17 (Suppl. 2): 124-135.
5. He J, Zhao B, Deng Ch. *et al.* Assessment of implant cumulative survival rates in sites with different bone density and related prognostic factors: an 8-year retrospective study of 2,684 implants. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 2015; 30: 360-371.
6. Lekholm U., Zarb G. Patient selection and preparation (p. 195-205). In: *Tissue-integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry*. Eds: Brånemark P, Zarb G., Albrektsson T. Chicago: Quintessence, 1985.
7. Bergh van den J., Bruggenkate C., Disch F, Tuinzing D. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clin. Oral Implants Res.*, 2000; 11: 256-265.
8. Ulm C., Solar P, Gsellmann B, Matejka M., Watzek G. The edentulous maxillary alveolar process in the region of the maxillary sinus. A study of physical dimension. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 1995; 24: 279-282.
9. Balshi T, Wolfingger G. Management of the posterior maxilla in the compromised patient: historical, current, and future perspective. *J. Periodontology*, 2003; 33: 67-81.

10. Summers R. A new concept in maxillary implant surgery. The osteotome technique. *Compend. Contin. Educ. Dent.*, 1994; 15: 152-160.
11. Trombelli L., Franceschetti G., Rizzi A., Minenna P., Minenna L., Farina R. Minimally invasive transcresal sinus floor elevation with graft biomaterials. A randomized clinical trial. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2012; 23: 424-432.
12. Kfir E., Kfir V., Eliav E., Kaluski E. Minimally invasive antral membrane balloon elevation: report of 36 procedures. *J. Periodontol.*, 2007; 78: 2032-2035.
13. Crespi R., Cappare P., Gherlone E. Sinus floor elevation by osteotome: hand mallet vs electric mallet. A prospective clinical study. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2012; 27: 1144-1150.
14. Deporter D., Todescan R., Caudry S. Simplifying management of the posterior maxilla using short porous-surfaced dental implants and simultaneous indirect sinus elevation. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, 2000; 20: 476-85.
15. Rosen P., Summers R., Mellado J. *et al.* The bone-aded osteotome sinus floor elevation technique: multicenter retrospective report of consecutively treated patients. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 1999; 14: 853-858.
16. Zitzmann N., Schaerer P. Sinus elevation procedures in the resorbed posterior maxilla. Comparison of the crestal and lateral approaches. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endo.*, 1998; 85: 8-17.
17. Misch C. Contemporary implant dentistry. Third Edition. St. Louis: Mosby Year book, Inc. 2008; 1102 p.
18. Strietzel F., Nowak M., Kuchler In., Freidman A. Peri-implant alveolar bone loss with respect to bone quality after use of the osteotome technique. Results of a retrospective study. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2002; 13: 508-513.
19. Buchter A., Kleinheinz J., Wiesmann H., Kersken J., Nienkemper M., von Weyhrother H., Joos U., Meyer U. Biological and biomechanical evaluation of bone remodeling and implant stability after using an osteotome technique. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2005; 16: 1-8.
20. Tsoukaki M., Kalpidis C., Sakellari D., Tsalikis L., Mikrogiorgis G., Konstantinidis A. Clinical, radiographic, microbiological and immunological outcomes of flapped vs flapless dental implants: a prospective randomized controlled clinical trial. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2013; 24: 96-976.
21. Listl S., Faggion C. An economic evaluation of different sinus lift techniques. *Journal of Clinical Periodontology*, 2010; 37: 777-787.
22. Levine R., Ganeles J., Jaffin R., Clem D. *et al.* Multicenter retrospective analysis of wide-neck dental implants for single molar replacement. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 2007; 5: 736-742.
23. Drouhet G., Missika P. Pose immédiate d'implant dans le maxillaire postérieur par élévation du plancher sous-sinusien par abord crestal. Étude rétrospective sur 8 ans. *Implant. Chirurgie-Prothèse*, 2008; 14: 17-34.
24. Anitua E., Alkhraist MH., Pinas L., Orive G. Association of transalveolar sinus floor elevation, platelet rich plasma, and short implants for the treatment of atrophied posterior maxilla. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2015; 26: 69-76.
25. Topalo V., Mostovei A., Chele N., Sîrbu D., Suharschi I., Atamni F., Mostovei M. Metodă de evaluare a remaniereleor osoase periimplantare. *Medicina Stomatologică*, 2015; 1: 43-47.
26. Bragger U, Gerber C, Joss A. *et al.* Patterns of tissue remodeling after placement of ITI dental implants using an osteotome technique: a longitudinal radiographic case cohort study. *Clin. Oral Implants Res.*, 2004; 15: 158-166.
27. Wolff J. The classic: on the inner architecture of bones and its importance for bone growth. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 2010; 468 (4): 1056-1065.
28. Frost H. Structural adaptations to mechanical usage (SATMU). Redefining Wolff's Law: The bone modeling problem. *Anat. Rec.*, 1990; 226: 403-413.
29. Tan W, Lang N, Zwahlen M, Pjetursson B. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. Part II: Transalveolar technique. *J. Clin. Periodontol.*, 2008; 35 (Suppl. 8): 241-254.
30. Tetsch J., Tetsch P., Lysek D. Long term results after lateral and osteotome technique sinus floor elevation: a retrospective analysis of 2190 implants over a time period of 15 years. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2010; 21: 497-503.
31. Hage M., Najm S., Bischof M., Nurdin N., Nedir R. Osteotome sinus floor elevation without grafting: a 10-year cone-beam CT evaluation. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2015; 26: 55.
32. Gu Y-X, Shi J-Y, Zhuang L-F, Qian S-J, Mo J-J, Lai H-C. Transalveolar sinus floor elevation using osteotomes without grafting in severely atrophic maxilla: a 5-year prospective study. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2016; 27: 120-125.
33. Nedir R., Bischof M., Vazquez L., Nurdin N., Szmukler-Moncler S., Bernard J. Osteotome sinus floor elevation technique without grafting material: 3-year results of a prospective pilot study. *Clinical Oral Implants Research*, 2009; 20: 701-707.
34. He L., Chang X., Liu Y. Sinus floor elevation using osteotome technique without grafting materials: a 2-year retrospective study. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2013; 24: 63-67.
35. Fornell J., Johansson L-A., Bolin A., Isaksson S., Sennerby L. Flapless, CBCT-guided osteotome sinus floor elevation with simultaneous implant installation. Radiographic examination and surgical technique. A prospective 1-year follow-up. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2012; 23: 28-34.
36. Emmerich D., Att W., Stappert C. Sinus floor elevation using osteotomes: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Periodontology*, 2005; 76: 1237-1251.
37. Shalabi M., Manders P., Mulder J., Jansen J., Creugers N. A meta-analysis of clinical studies to estimate the 4.5-year survival rate of implants placed with the osteotome technique. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 2007; 22: 110-116.
38. Toffler M. Osteotome-mediated sinus floor elevation: a clinical report. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 2004; 19: 266-273.
39. Watzek G., Furst G., Gruber R. Biologic basis of sinus grafting (p. 13-26). In: The sinus bone graft. Editor: Ole T. Jensen. Quintessence Publishing Co, Inc., 2006.
40. Carter D., Giori N. Effect of mechanical stress on tissue differentiation in the bone implant bed. In: Davies J. (ed). The bone-biomaterial interface. Toronto: University of Toronto Press, 1991, 367-369.

41. Hellem S, Ostrup L. Normal and retrograde blood supply to the body of the mandible in the dog. The role played by periosteomedullary and symphyseal anastomoses. *Int. J. Oral Surg.*, 1981; 10: 31-42.
42. Chanavaz M. Anatomy and histophysiology of the periosteum: quantification of the periosteal blood supply to the adjacent bone with <sup>85</sup>Sr and gamma spectrometry. *J. Oral Implantol.*, 1995; 21: 214-219.
43. Crespi R, Gherlone En, Romanos G. *et al.* Immediate provisionalization of dental implants in fresh extraction sockets using a flapless technique. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, 2012; 32: 29-37.
44. Topalo V, Dobrovolschi O. Rezorbția osului cortical periimplantar în perioada osteointegrării implantelor dentare endosoase. *Medicina Stomatologică*, 2009; 4 (13): 41-46.
45. Donati M., Botticelli D., La Scala V., Tomasi C., Berglundh T. Effect of immediate functional loading on osseointegration of implants used for single tooth replacement. A human histological study. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2013; 24: 738-745.
46. Lundgren S., Andersson S., Giuliani F., Sennerby L. Bone formation with sinus membrane elevation: a new surgical technique for maxillary sinus floor augmentation. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 2004; 6: 165-173.
47. Nedir R., Bischof M., Vazquez L., Szmukler-Moncler S., Bernard J. Osteotome sinus floor elevation without grafting material: a 1-year prospective pilot study with ITI implants. *Clinical Oral Implants Research*, 2006; 17: 679-686.
48. Schmidlin P, Muller J, Bindl A, Imfeld T. Sinus floor elevation using an osteotome technique without grafting materials or membranes. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, 2008; 28: 401-409.
49. Lambert F, Leonard A, Drion P. *et al.* Influence of space-filling materials in subantral bone augmentation: blood clot vs autogenous bone chips vs. bovine hydroxyapatite. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2011; 22: 538-545.
50. Nedir R, Nurdin N, Khoury P, Perneger T, El Hage M, Bernard J-P, Bischof M. Osteotome sinus floor elevation with and without grafting material in the severely atrophic maxilla. A 1-year prospective randomized controlled study. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2013; 24: 1257-1264.
51. Hatano N, Shimizu Y, Ooya K. A clinical long-term radiographic evaluation of graft height changes after maxillary sinus floor augmentation with a 2: 1 autogenous bone/xenograft mixture and simultaneous placement of dental implants. *Clinical Oral Implants Research*, 2004; 15: 339-345.