

## ATROFİYAYA UĞRAMIŞ ÇƏNƏLƏR ÜÇÜN DENTAL İMPLANTASIYA ÜSULUNUN SEÇİMİ

**D.İ.Ağayev, R.M.Meybəlizadə, Ə.A.Aydın**

*Ə.Əliyev adına Azərbaycan Dövlət Həkimləri Təkmilləşdirmə İnstitutunun  
Stomatologiya və üz-çənə cərrahlığı kafedrası, Bakı, Azərbaycan*

*Məqalədə atrofiyaya uğramış tam dişsiz üst çənədə dental implantasiya üçün optimal üsul seçmək məqsədilə aparılmış tədqiqat işi haqqında məlumat verilmişdir. “All-on-six” texnikasına görə yerləşdirilmiş fərqli uzunluq və bucaqlarda implantların ətrafındakı sümüklərə düşən stressin səviyyəsi “Sonlu element analizi” metodu (SEM) ilə qiymətləndirilmişdir. Üst çənəyə aid geometrik model yaratmaq üçün KT görüntülərindən istifadə edilmişdir. Kompüter yaddaşına yüklənən bilgiler “3D-Doctor” və “3D Complex Render” proqramları vasitəsilə sümük toxuması 3D model halına gətirilmişdir. Tədqiqat zamanı okklyuzial qüvvələr, diametri 1 sm olan yarım dairə formasında sərt qida parçasının orta nöqtəsinə perpendikulyar istiqamətdə 300 Nyuton həddində təzyiq edilmişdir. Çeynəmə təzyiqini təqlid etmək üçün sol arxa bölgədə 2-ci premolyar və 1-ci molyar dişlərin lokalizasiya sahələri arasında qida parçası yerləşdirilmişdir. Tədqiqat göstərmişdir ki, implantların 15 dərəcə bucaqla yerləşdikdə kortikal sümükdə yaranan stressor təsir 35%, 25 dərəcə bucaqla yerləşdikdə isə 50% azalır. Bu nəticələrin yekunu olaraq: atrofik çənələrdə “All-on-Six” implantasiya üsulundan istifadə zamanı, arxa bölgəyə implantların bucaq altında yerləşdirilməsi, qısa implantlara nisbətən daha məqsəduyğun seçimdir.*

**Açar sözləri:** dental implantasiya, atrofiya, sonlu element analizi (SEM)

**Ключевые слова:** денальная имплантация, атрофия, конечный элементарный анализ

**Key words:** dental implantation, atrophie, finite element analysis (FEA)

Dental implantlar tək bir dişin əksikliyinə bərpa edilməsindən tutmuş, tam dişsiz çənələrin, anadangəlmə və ya sonradan qazanılmış üz-çənə defektlərinin bərpası üçün istifadə edilir. Adentiya nəticəsində insanlarda əmələ gələn funksional və estetik problemlərin həll edilməsi dental implantologiyasının əsas məqsədidir. Müasir implantologiya müxtəlif cərrahi və ortopedik mərhələlərdən keçərək, fərqli implant materiallarının və formalarının yoxlanılması, funksional ehtiyacların öyrənilməsi nəticəsində bu günkü səviyyəyə gəlmişdir [1]. Dental implantasiyada uğurlu nəticə əldə etmək üçün ən əsas məsələlərdən biri – biomexaniki faktorların diqqətə alınmasıdır. Biomexanika, canlı toxumaların mexaniki təsirlər nəticəsində dəyişmələrini öyrənən elm sahəsidir. Sümük və implant arasındakı bağlantının öyrənilməsi biomexaniki tədqiqatların əsas məqsədidir [2]. Doğru planlanmamış müalicə, düzgün hazırlanmamış ortopedik hissə kimi biomexaniki faktorlar implantların itirilməsinə səbəb ola bilər [3]. Bu baxımdan dental implantların ətrafında

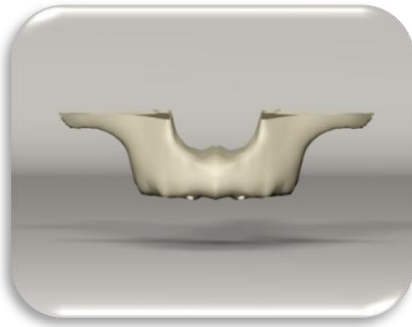
yaranan stress və gərginlik səviyyəsinin təyin edilməsi implantların uğurlu nəticəsində önəmli bir faktordur. Buna görə implant müalicəsi zamanı, periimplant zonasında ortaya çıxan stressin səviyyəsini əvvəldən təxmin edərək, doğru bir müalicə protokolu seçmək çox önəmlidir. Ədəbiyyat çalışmaları əng sümüyündə bucaqlı və ya qısa implantların istifadəsinin sümük auqmentasiyasına yaxşı bir alternativ ola biləcəyini göstərir [4]. Qısa implantlar vasitəsilə aparılan reabilitasiya prosesinin uğurlu nəticə göstərdiyini bildirən kifayət qədər ədəbiyyat məlumatı olsa da, arxa bölgədə sümük toxumasının həcmində yetərsiz olduğu çənələrdə qısa və ya bucaqlı implantlardan hansının istifadəsinin daha uğurlu olacağını göstərən hər hansı bir araşdırma yoxdur.

Məqalədə təqdim edilmiş tədqiqat işi atrofiyaya məruz qalmış üst çənələrdə “All-on-Six” konsepsiyasına görə yerləşdirilmiş qısa və bucaqlı implantların, sonlu element analizi (SEM) üsulundan istifadə edilməklə biomexaniki baxımdan müqayisə etmək məqsədilə

aparılmışdır.

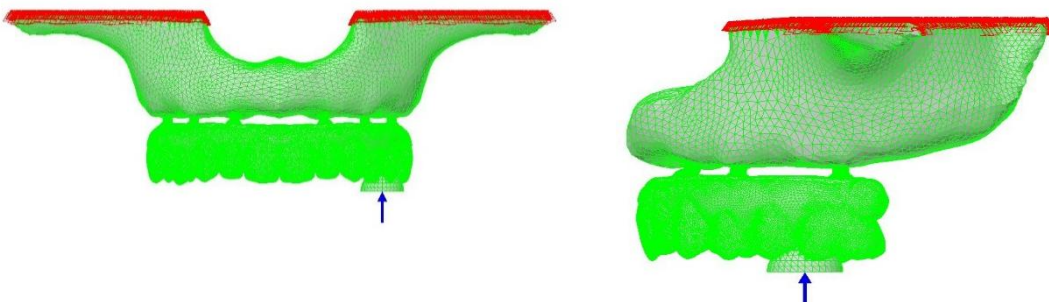
**Tədqiqatın material və metodları.** Bu tədqiqat, Səlcuq Universiteti Diş Həkimliyi Fakültəsi və Ay Tasarım Ltd. şirkətində həyata keçirilmişdir. Araşdırmada tam dişsiz atrofik əng sümüyündə "All-on-six" texnikasına görə yerləşdirilən fərqli uzunluq və bucaqlardakı implantların ətrafındakı sümükdə yaranan streslər 3D SEM metodu ilə qiymətləndirildi.

Üst çənəyə aid geometrik model yaratmaq üçün kompüter-tomografiya cihazı (ILUMA, Orthocad, CBCT, 3M Imtec, Oklahoma, Amerika) vasitəsilə çəkilmiş görüntülərdən istifadə edilmişdir. Bazasından bizim tədqiqata uyğun tam dişsiz çənə seçərək model əldə etmək üçün istifadə etdik. Kompüter yaddaşına yüklənən bilgiler 3D-Doctor (Able Software Corp., MA, Amerika) proqramından istifadə edilməklə "Interactive Segmentation" üsulla sümük toxumasının virtual modelinə çevirildi. Daha sonra "3D Complex Render" proqramı vasitəsilə virtual sümük toxuması 3D model halına gətirilmişdir və bunun nəticəsində sümük toxumasının "stl" formatında modellənməsinə nail olunmuşdur. Sümük toxumasından ofset üsulu ilə spongioz sümük əldə edildi (Şəkil 1).



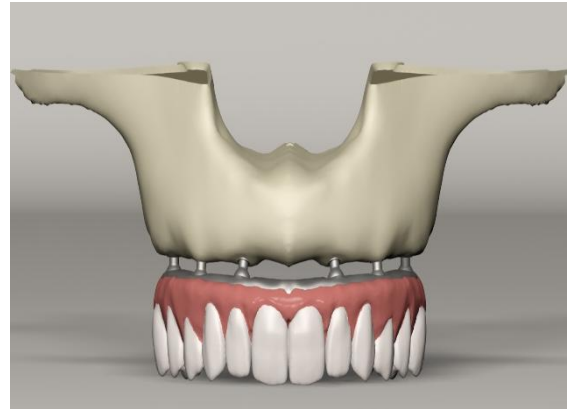
**Şəkil 1. "3D Complex Render" proqramı vasitəsilə 3D modelin əldə edilməsi**

Araşdırmada fərqli uzunluq və diametrə malik implantlardan və bu implantlara uyğun 2 növ fərqli abatmentdən istifadə edilmişdir. İstifadə olunan bütün implant və abatmentlər (BICON 501 Arborway, Boston, USA) Smart Optics 3D skaner ilə skan edilmişdir. Stl formatında əldə edilən görüntülər Rhinoceros 4.0 proqramı vasitəsilə modellərə çevirilmişdir. İmplantların üstünə 12



**Şəkil 3. Qüvvənin 2-ci premolyar ilə 1-ci molyar dişlər arasına tərtib edilməsi**

dişdən ibarət metal-keramik ortopedik konstruksiya hazırlanmışdır (Şəkil 2).



**Şəkil 2. İmplantüstü konstruksiya**

Tədqiqatda 2 fərqli qrupda, 5 model hazırlanmışdır. "All-on-six" konseptinə uyğun olaraq 6 implantın yerləşdirildiyi modeller 3D prinsipi ilə hazırlanmışdır. İmplantlar lateral kəsici, birinci premolyar və birinci molyar bölgələrinə yerləşdirilmişdir [5].

Birinci qrupa aid modellərdə (I, II və III) birinci molyar bölgədə nadir istifadə edilən implantlar – diametri 5 mm, uzunluğu 4, 5, 6 mm – qoyulmuşdur. Birinci modeldə 4 mm, ikinci modeldə 5 mm, üçüncü modeldə 6 mm uzunluğunda implantlardan istifadə edilmişdir. İstifadə edilən qısa implantlar, dental implatlar arasında ən kiçik uzunluğa malik idi. Çünki arxa bölgədə sümük rezorbsiyası olan çənələrdə qısa implantların necə nəticə göstərəcəyini görmək olduqca önəmli idi.

İkinci qrupa aid modellərdə (IV və V) isə birinci molyar bölgədə 15 və 25 dərəcəlik bucaqlara yerləşdirilmiş implantlar istifadə edildi (5 mm diametr, 11,5 mm uzunluq). İmplantların çənə sümüyünə osseointegrasiyası 100% olaraq qəbul edilmişdir.

Tədqiqatdada oklyuzial təzyiq qüvvələri, diametri 1 sm olan yarımdairə formasında sərt qida parçasının orta nöqtəsinə perpendikulyar və 300 Nyuton səviyyəsində olacaq şəkildə tərtib edilmişdir. Çeynəmə qüvvəsini təqlid etmək üçün sol-arxa sahədə 2-ci premolyar ilə 1-ci molyar dişlər arasına yerləşdirilmişdir (Şəkil 3).

**Cədvəl. Sümükdə yaranan stress səviyyəsi (mPa)**

	Sag 6	Sag 4	Sag 2	Sol 2	Sol 4	Sol 6
Model 1	0,289062	0,545237	0,745327	0,163399	1,053546	2,103614
Model 2	0,259814	0,52847	0,69913	0,14812	0,986117	2,003854
Model 3	0,310572	0,510702	0,67844	0,155525	1,012475	2,013781
Model 4	0,242246	0,552045	0,48139	0,081676	0,89798	1,379559
Model 5	0,15936	0,611122	0,437355	0,108359	0,979443	0,960211

**Tədqiqatın nəticələri.** Hər iki gruptakı bütün modellərdə ən yüksək (Maximum Principle Stress:  $\sigma_{max}$ ) stress dəyərləri yükləmə yerinə daha yaxın implantların boyun bölgəsində müşahidə edilmişdir (Cədvəl).

Kortikal sümükdə yaranan streslərə baxanda ən yüksək rəqəm 4 mm uzunluğunda qısa implantların istifadə edildiyi birinci modeldə 2.1 mPa olaraq görüldü. İmplant uzunluğunun artması kortikal sümükdə yaranan stress səviyyəsinə təsir etməmişdir. Bucaqlı implantların istifadə edildiyi modellərdə isə kortikal sümükdə yaranan streslər önəmli dərəcədə azalmışdır. İmplantların 15 dərəcə bucaqla yerləşdirilməsi kortikal sümükdə yaranan stress dəyərlərini 35%, 25 dərəcə bucaqla yerləşdirilməsi isə 50% azalmışdır. Birinci qrupda orta göstəricilər ( $M \pm m$ )  $2,04 \pm 0,06$  MPa təşkil edib, ikinci qrupda isə  $-1,17 \pm 0,29$  Mpa.

**Müzakirə.** Dental implantların ətrafında yaranan stress və gərginlik səviyyəsi implantların uğurlu nəticə göstərməsində önəmli bir yerə malikdir. Bu səbəbdən dolayı implantların ətrafında yaranacaq stressin səviyyəsi əvvəldən təxmin edilərək, məqsədəuyğun bir müalicə planı seçmək çox önəmlidir. Buna görə atrofik çənələrin arxa bölgəsində düz yerləşdirilmiş qısa və bucaqlı yerləşdirilmiş uzun implantların biomexaniki xüsusiyyətlərini müqayisə etmək məqsədi qarşıya qoyulmuşdur.

Ədəbiyyat məlumatları üst çənədə bucaqlı və qısa implant istifadəsinin, auqmentasiyaya yaxşı bir alternativ olduğunu göstərir [6].

Nəticələrimiz implant uzunluğu baxımından qiymətləndirildikdə, birinci qrupa aid modellər-

də implant uzunluğunun dəyişməsi kortikal sümükdə yaranan stress səviyyəsini önəmli dərəcədə dəyişmir. İmplant uzunluğunun 4 mm-dən 6 mm-ə qədər artırılması kortikal sümükdə yaranan stress səviyyəsini sadəcə 5% artımına səbəb olmuşdur. Bu nəticələr implantın uzunluğunun stress səviyyəsinə böyük bir təsirinin olmadığını göstərir.

Himmlova (2004) və həmmüəllifləri müxtəlif diametrlı implantların ölçü və uzunluğunun ətrafındakı toxumalara təsirini araşdırmışdır. Tədqiqatın nəticələrinə görə implant uzunluğunun stress səviyyəsinə təsiri diqqətə alınmayacaq qədər azdır [7].

Ueda (2017) və həmmüəllifləri tərəfindən aparılmış tədqiqatda implantın diametrinin (3,5 mm, 4 mm, 5mm, 6 mm) və uzunluğunun (8 mm, 10 mm, 11 mm, 13mm) sümükdə yaratdığı stressor təsirlər öyrənilmişdir [8]. Tədqiqatın nəticələrinə görə implantın uzunluğunun sümükdə yaranan streslərə təsirinin olmadığı görülmüşdür. Bu nəticələr tədqiqatımızın nəticələri ilə oxşardır.

Boukhilif (2020) və b. fərqli bucaqlarda yerləşdirilmiş implantların sümüyə göstərdiyi stressor təsiri tədqiq etmişlər. Tədqiqatın nəticələrinə görə implant bucağının artması stress səviyyəsinin azalmasına səbəb olmuşdur [9]. Belə ki, 30° bucaq altında qoyulmuş implantların ətrafında müşahidə edilən stress səviyyəsi, 15° bucaq altında qoyulmuş implantların ətrafında olan stress səviyyəsindən daha az olmuşdur. Bizim tədqiqatımızda da implant bucağının artması stress səviyyəsinin azalmasına səbəb olmuşdur və bu tədqiqatın nəticələri ilə uyğundur. Bu nəticənin bucaqlı

implantlarda daha çox stres yaranmasına bağlı olaraq ətraf toxumalara daha az stres ötürməsindən qaynaqlandığını düşünürük.

Bucaqlı implantlar üçün əldə etdiyimiz nəticələr bir çox klinik tədqiqatların nəticələri ilə də uyğundur. A.Apaza və b.-nın (2018) meta-analiz xarakterli tədqiqatında bucaqlı yerləşdirilmiş implantların sümük rezorbsiyasına təsiri öyrənilmişdir [10]. Müəlliflər 2001-2017 illər arasında yayınlanmış 661 tədqiqat işi arasından seçilmiş 17 tədqiqatın nəticəsi araşdırmışlar. Bu tədqiqatda 15°-50° bucaqlar altında qoyulmuş 6202 implantın peri-implant sümük toxumasına təsiri müzakirə edilir. Meta-analiz araşdırmasının nəticələrinə görə, implantların bucaqlı yerləşdirilməsinin sümük rezorbsi-

yasına və implantın uğurlu nəticəsinə mənfi təsirinə olmadığı bildirilmişdir.

Bu nəticələrin yekunu olaraq, qısa və bucaqlı implantların yaratdığı stres dəyərləri, kortikal sümüyə zərər verməyəcək qədər azdır. Ancaq implantların bucaqlı yerləşdirilməsi kortikal sümüyə düşən stressor təsirin səviyyəsini (Maximum Principle Stress:  $\sigma_{max}$ ) 50 faiz azaltmışdır. İmplantların uzun müddətdə uğurlu nəticə göstərməsində kortikal sümüyün vacibliyi nəzərə alındıqda, atrofik çənələrdə "All-on-Six" konsepti istifadə olunacaqsa, arxa bölgəyə implantların bucaq altında yerləşdirilməsi, qısa implantlara nisbətən daha uğurlu bir seçim ola bilər.

## ƏDƏBİYYAT

1. Misch C.E. Dental Implant Prosthetics. (9th ed.). St Louis: Elsevier Mosby, 2005
2. Geng J.P., Tan K.B., Liu G.R. Application of finite element analysis in implant dentistry: a review of the literature // J Prosthet Dent. 2001 Jun;85(6):585-98
3. Araki H., Nakano T., Ono S., Yatani H. Three-dimensional finite element analysis of extra short implants focusing on implant designs and materials // Int J Implant Dent. 2020 Jan 29;6(1):5. doi: 10.1186/s40729-019-0202-6. PMID: 31993827; PMCID: PMC6987289
4. Seker E., Ulusoy M., Ozan O., Doğan D.Ö., Seker B.K. Biomechanical effects of different fixed partial denture designs planned on bicortically anchored short, graft-supported long, or 45-degree-inclined long implants in the posterior maxilla: a three-dimensional finite element analysis // Int J Oral Maxillofac Implants. 2014 Jan-Feb;29(1):e1-9. doi: 10.11607/jomi.3264. PMID: 24451875.
5. Almeida E.O., Rocha E.P., Freitas Júnior A.C., Anchieta R.B., Poveda R., Gupta N., Coelho P.G. Tilted and short implants supporting fixed prosthesis in an atrophic maxilla: a 3D-FEA biomechanical evaluation // Clin Implant Dent Relat Res. 2015 Jan;17 Suppl 1:e332-42. doi: 10.1111/cid.12129. Epub 2013 Aug 5. PMID: 23910435.
6. Sun H.L., Huang C., Wu Y.R., Shi B. Failure rates of short ( $\leq 10$  mm) dental implants and factors influencing their failure: a systematic review // Int J Oral Maxillofac Implants. 2011 Jul-Aug; 26(4):816-25. PMID: 21841992.
7. Himmlová L., Dostálová T., Káčovský A., Konvícková S. Influence of implant length and diameter on stress distribution: a finite element analysis // J Prosthet Dent. 2004 Jan;91(1):20-5. doi: 10.1016/j.prosdent.2003.08.008. PMID: 14739889.
8. Ueda N., Takayama Y., Yokoyama A. Minimization of dental implant diameter and length according to bone quality determined by finite element analysis and optimized calculation // J Prosthodont Res. 2017 Jul;61(3):324-332. doi: 10.1016/j.jpor.2016.12.004. Epub 2017 Jan 18. PMID: 28109796.
9. Boukhlif A., Merdji A., Roy S., Alkhalidi H., Abu-Alshaiikh I., Della N., Cristache C.M., Hillstrom R. Effect of supporting implants inclination on stability of fixed partial denture: A finite element study // Proc Inst Mech Eng H. 2020 Oct;234(10):1162-1171. doi: 10.1177/0954411920944109. Epub 2020 Jul 20. PMID: 32686590.
10. Apaza Alccayhuaman K.A., Soto-Peñaloza D., Nakajima Y., Papageorgiou SN., Botticelli D., Lang N.P. Biological and technical complications of tilted implants in comparison with straight implants supporting fixed dental prostheses. A systematic review and meta-analysis // Clin Oral Implants Res. 2018 Oct; 29 Suppl 18:295-308. doi: 10.1111/clr.13279. PMID: 30306700.

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ДЛЯ АТРОФИРОВАННЫХ ЧЕЛЮСТЕЙ

Д.И.Агаев, Р.М.Мейбализаде, А.А.Айдынлы

*Кафедра стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Азербайджанского Государственного Института Усовершенствования врачей имени А.Алиева, Баку, Азербайджан*

**Резюме.** В статье изложены результаты исследования, проведенного с целью выбрать оптимальной метод дентальной имплантации для атрофированных верхних челюстей. С помощью метода конечного элементарного анализа оценивался уровень стресса кости вокруг дентальных имплантатов

различной длины и установленных под различными углами согласно концепции “All-on-six”. Для создания геометрической модели верхней челюсти были использованы снимки КТ. С помощью программ “3D-Doctor” и “3D Complex Render” была создана 3D модель костной ткани верхней челюсти. В исследовании создавалось окклюзионное давление в размере 300 Ньютон, которое было направлено перпендикулярно пищевому комку диаметром 1 см, который располагался между 2-ым премоляром и 1-ым моляром слева. Исследование показало, что при установке дентальных имплантатов под углом 15° уровень стресса в кортикальной кости снижается на 35%, а при 25° – на 50%. В результате можно сделать следующее заключение: при использовании концепции “All-on-Six” для дентальной имплантации в задних отделах верхней челюсти, установка имплантатов под углом является более целесообразным, чем установка коротких имплантатов.

## **CHOOSING THE OPTIMAL METHOD OF DENTAL IMPLANTATION FOR ATROPHIED JAWS**

**D.I.Aghayev, R.M.Meybalizada, A.A.Aydinli**

*Azerbaijan State Advanced Training Institute for Doctors named after A.Aliyev*

*Department of Stomatology and Maxillo-facial surgery, Baku, Azerbaijan*

**Summary.** The article provides information about the study on choosing the optimal method of dental implantation for atrophied upper jaws. Using the finite element analysis method (FEM), the level of bone stress around dental implants of various lengths and installed at various angles according to the “All-on-Six” concept was assessed. CT images were used to create a geometric model of the upper jaw. Using the “3D-Doctor” and “3D Complex Render” programs, a 3D model of the bone tissue of the upper jaw was created. The occlusal pressure of 300 Newton was applied perpendicular to the foodstuff with a diameter of 1 cm, which was located between the 2nd premolar and the 1st molar on the left. The study showed that when placing dental implants at an angle of 15°, stress levels in the cortical bone were reduced by 35%, and at 25° by 50%. As a result, we can draw the following conclusion: when using the “All-on-Six” concept for dental implantation in the posterior parts of the upper jaw, installing implants at an angle is more appropriate than installing short implants.

**Müəlliflə əlaqə üçün:**

**Meybalizada Rüşət Məmmədəli oğlu, Ə.Əliyev adına ADHTİ-nin Stomatologiya və üz-çənə cərrahlığı kafedrası**

**E-mail:** r.meybalizada@gmail.com