



## BÖLÜM 14

# HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETME SONRASI STABİLİTEYİ ARTIRMA YÖNTEMLERİ

Fethi Ahmet DERİNGÖL<sup>1</sup>

F. Deniz UZUNER<sup>2</sup>

Belma IŞIK ASLAN<sup>3</sup>

## GİRİŞ

Üst çene darlığının tedavisinde, Hızlı üst çene genişletme (HÜÇG) tekniği uygulanarak 1 ile 4 hafta arasında değişen süre içinde midpalatal süturdaki ayrılma ile dar olan üst çene normale getirilmeye çalışılır. Bu yöntemle üst çene arkına uygulanan lateral yönlü kuvvetlerin hızı artırılarak, osteoblastik ve osteoklastik faaliyetlerin temel alındığı fizyolojik hareketlere daha az zaman tanınmakta ve maksiller kemikler sütura palatina mediadan yeşil ağaç kırığı şeklinde birbirinden uzaklaşarak ayrılmaktadır (1).

HÜÇG iki fazda gerçekleşir. Birinci faz, kuvvet uygulaması ile birlikte midpalatal süturun ayrılması ile oluşan aktif üst çene genişlemesi, ikinci faz ise süturanın kalsifikasyonu ve reorganizasyonu için geçen pekiştirme sürecidir.

Midpalatal süturdaki sert dokuların yeniden organizasyonu aktif genişletmenin hemen sonrasında başlamaktadır (2). Bununla birlikte HÜÇG'den sonra nüksün meydana gelmesi kaçınılmazdır (3). Nüksün nedenleri olarak; yetersiz alveolar kemik remodelingi, palatal konnektif dokunun gerilimi, diğer fasiyal kemiklere bağlı süturlardaki rejenerasyon ve oral kas fonksiyonlarının kalıcı olmaması sayılabilir. Çoğu araştırmacı nüksün ana sebebinin midpalatal süturdaki yetersiz kemik reje-

1 Arş. Gör., Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti A.D.,

2 Doç. Dr., Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti A.D., duzuner@gazi.edu.tr

3 Prof Dr., Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti A.D., belma@gazi.edu.tr



- Uygulanan doza bağlı olarak kemik yapımı etkilenebilmektedir. E vitamini lokal olarak uygulandığında; sütür bölgesinde kemik yapımında en fazla stimülasyon, yüksek miktarda E vitamini uygulandığında bulunmuştur (10).
- Uygulama sıklığına bağlı olarak kemik yapımı etkilenebilmektedir. Tek seansta uzun süreli lazer uygulaması kemik rejenerasyonunun stimülasyonu için yeterli olmamaktadır. Aynı dozun HÜÇG sonrası median sütura belirli bir zaman sürecinde aralıklarla verilmesinin tek sefere göre çok daha etkili olduğu belirtilmiştir.

Yapılan bu literatür değerlendirmesi sonunda, invaziv bir girişim gerektirmemesi bakımından lazer uygulamasının avantajlı olduğu kanatine varılabilir. Ancak, elde edilen sonuç bakımından diğer ajanlarla arasındaki farklılığı karşılaştıracak çalışmalara ihtiyaç vardır.

Ayrıca, yapılan çalışmaların büyük bir kısmı hayvan deneyi olup insan üzerine etkisinin değerlendirildiği az sayıda çalışma bulunmaktadır ve bu çalışmalar sadece lazer uygulamasını içermektedir. Diğer uygulamaların da insanlar üzerinde etkisinin değerlendirildiği, ayrıntılı çalışmalara gerek vardır.

## KAYNAKLAR

1. Timms, DJ. Rapid Maxillary Expansion in the treatment of nocturnal enuresis. *The Angle Orthodontist*. 1981;60(3): 229-233. doi: 10.1043/0003-3219(1990)060<0229:RMEITT>2.0.CO;2.
2. Starnbach HK, Cleall JF. The effects of splitting the midpalatal suture on the surrounding structures. *American Journal of Orthodontics*. 1964;50: 923-924.
3. Krebs A. Midpalatal suture expansion studies by the implant method over a seven-year period. *Report of the Congress. European Orthodontic Society*. 1964;4(1): 131-142.
4. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist*. 1965;35(3): 200-217. doi: 10.1043/0003-3219(1965)035<0200:TTOMDB>2.0.CO;2.
5. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist*. 1961;31(2): 73-90. doi:10.1043/0003-3219(1961)031<0073:REOTMD>2.0.CO;2
6. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1987;91(1): 3-14. doi: 10.1016/0889-5406(87)90202-2.
7. Kara MI, Altan AB, Sezer U et al. Effects of Ginkgo biloba on experimental rapid maxillary expansion model: a histomorphometric study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. 2012; 114(6): 712-718. doi: 10.1016/j.oooo.2012.03.007. Epub 2012 Aug 24.
8. Göçtürk C. Ratlarda Üst Çene Genişletmesi Sonrası Teriparatid, Kalsiyum ve D Vitamini Uygulamalarının Sütürde Yeni Kemik Yapımı Üzerine Etkilerinin Histolojik ve Histomorfometrik Olarak İncelenmesi. Doktora tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 2013.
9. Kiki A. Tavşanlarda üst çene genişletmesi sonrası kalsitonin uygulamasının remodeling üzerine etkisinin histolojik olarak incelenmesi. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2006.
10. Uysal T, Amasyalı M, Olmez H et al. Stimulation of bone formation in the expanding inter-premaxillary suture by vitamin E, in rat. *Korean Journal of Orthodontics*. 2009;39(5): 337-347. doi:10.4041/kjod.2009.39.5.337



11. Uysal T, Amasyalı M, Olmez H et al. Effect of vitamin C on bone formation in the expanded inter-premaxillary suture. Early bone changes. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2011;72(4): 290-300. doi: 10.1007/s00056-011-0034-3.
12. Sawada M, Shimizu N. Stimulation of bone formation in the expanding midpalatal suture by transforming growth factor- $\beta$ 1 in the rat. *European Journal of Orthodontics*. 1996;18(2): 169-179. doi: 10.1093/ejo/18.2.169.
13. Aydın İ. Sıçanlarda hızlı üst çene genişletmesi sonrası vasküler epitelyal büyüme faktörünün nano taşıyıcılarla uygulanması ile üst çene sütural bölgesinde oluşan değişikliklerin incelenmesi. Doktora tezi, Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013.
14. Chang HN, Garetto LP, Katona TR et al. Angiogenic induction and cell migration in an orthopaedically expanded maxillary suture in the rat. *Archives of Oral Biology*. 1996;41(10): 985-994. doi: 10.1016/s0003-9969(96)00041-6.
15. Kara MI, Erciyas K, Altan AB et al. Thymoquinone accelerates new bone formation in the rapid maxillary expansion procedure. *Archives of Oral Biology*. 2012;57(4): 357-363. doi: 10.1016/j.archoralbio.2011.09.012.
16. Altan BA, Kara IM, Nalcaci R et al. Systemic propolis stimulates new bone formation at the expanded suture: a histomorphometric study. *The Angle Orthodontist*. 2013;83(2): 286-291. doi: 10.2319/032612-253.1.
17. Uysal T, Gorgulu S, Yagci A et al. Effect of resveratrol on bone formation in the expanded inter-premaxillary suture: early bone changes. *Orthodontics & Craniofacial Research*. 2011; 14(2): 80-87. doi: 10.1111/j.1601-6343.2011.01511.x.
18. Korkmaz E. *Salvia officinalis* L. (tıbbi adaçayı)'in farmasötik botanik özellikleri ve hızlı üst çene genişletmesinde yeni kemik yapımı üzerine etkisinin in vivo olarak incelenmesi. Doktora tezi, Eskişehir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2019.
19. Erdoğan Ş. *Capparis Spinosa* Ekstresinin Hızlı Üst Çene Genişletme Sonrasında Sütural Kemikleşmeye Etkisi. Doktora tezi, Cumhuriyet üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 2012.
20. Öztürk F. Zoledronik asit uygulamasının hızlı genişletme sonrasında rat sagittal suturendaki kemik oluşumuna ve relaps üzerine etkisinin incelenmesi. Doktora tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 2008.
21. Özer M. Ratlarda midpalatal suture osteotomisi ile uygulanan üst çene genişletmesi sonrası kemik oluşumuna tannik asitin etkisinin değerlendirilmesi. Uzmanlık tezi, Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2019.
22. Uysal T, Ustdal A, Sonmez MF et al. Stimulation of bone formation by dietary boron in an orthopaedically expanded suture in rabbits. *The Angle Orthodontist*. 2009;79(5): 984-990. doi: 10.2319/112708-604.1.
23. Zhao S, Wang X, Li N, Chen Y et al. Effects of strontium ranelate on bone formation in the mid-palatal suture after rapid maxillary expansion. *Drug Design, Development and Therapy*. 2015;9: 2725-2734. doi: 10.2147/DDDT.S82892.
24. Sadıkoğlu T. Hızlı üst çene genişletme sonrası sıçanların midpalatal suture alanına uygulanan farklı molekül ağırlıklı hyaluronik asidin kemik oluşumuna etkisinin histomorfometrik olarak incelenmesi. Doktora tezi, Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2014.
25. Cheng Y, Sun J, Zhou Z et al. Effects of lactoferrin on bone resorption of midpalatal suture during rapid expansion in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018;154(1): 115-127. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.09.020.
26. Saito S, Shimizu N. Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;111(5): 525-532. doi: 10.1016/s0889-5406(97)70152-5.
27. Ramoğlu, S. Gen tedavisi uygulamalarının ortodontik suturel ekspansiyon sırasında mid-palatal suturedaki kemik rejenerasyonuna etkilerinin değerlendirilmesi. Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2013.
28. Galliera E, Locati M, Mantovani A et al. Chemokines and bone remodeling. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*. 2008;21(3): 485-491. doi: 10.1177/039463200802100301.
29. Fernández Tresguerres I, Gracia A, Canto Pingarrón MD et al. Physiological bases of bone regeneration I: Histology and physiology of bone tissue. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*. 2006;1:11(1):E47-51.



30. Sommerfeldt D, Rubin C. Biology of bone and how it orchestrates the form and function of the skeleton. *European Spine Journal*. 2001;10(Supp 2): S86-S95. doi: 10.1007/s005860100283.
31. Ülgen M. Ortodonti: anomaliler, sefalometri, etoloji, büyüme ve gelişim, tanı. İstanbul: Yedi-tepe Üniversitesi; 2000.
32. Halicioğlu K, Çörekçi B, Akkaş İ et al. Effect of St John's wort on bone formation in the orthopaedically expanded premaxillary suture in rats: a histological study. *European Journal of Orthodontics*. 2015;37(2): 164-169. doi: 10.1093/ejo/cju028.
33. Mutaf H. Hızlı üst çene genişletmesi sırasında ve sonrasında trombositten zengin plazma uygulamasının tavşan midpalatal sütüründeki kemik oluşumu üzerine etkisinin deneysel olarak incelenmesi. Doktora tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 2014.
34. Darı O. Sıçanlarda midpalatal ekspansiyon uygulamasında düşük doz laser etkilerinin incelenmesi. Doktora tezi, Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 2002.
35. Liu SSY, Opperman LA, Buschang PH. Effects of recombinant human bone morphogenetic protein-2 on midsagittal suture bone formation during expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009; 136(6): 768.e1-8. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.03.035.
36. Locklin RM, Khosla S, Turner RT et al. Mediators of the biphasic responses of bone to intermittent and continuously administered parathyroid hormone. *Journal of Cellular Biochemistry*. 2003;89(1): 180-190. doi: 10.1002/jcb.10490.
37. Rubin MR, Cosman F, Lindsay R et al. The anabolic effects of parathyroid hormone. *Osteoporosis International*. 2002;13(4): 267-277. doi: 10.1007/s001980200026.
38. Chen H, Frankenburg EP, Goldstein SA et al. Combination of local and systemic parathyroid hormone enhances bone regeneration. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2003;416: 291-302. doi: 10.1097/01.blo.0000079443.64912.18.
39. Komatsubara S, Mori S, Mashiba T et al. Human parathyroid hormone (1-34) accelerates the fracture healing process of woven to lamellar bone replacement and new cortical shell formation in rat femora. *Bone*. 2005;36(4): 678-687. doi: 10.1016/j.bone.2005.02.002.
40. Gomberg SJ, Wustrack RL, Napoli N et al. Teriparatide, vitamin D, and calcium healed bilateral subtrochanteric stress fractures in a postmenopausal woman with a 13-year history of continuous alendronate therapy. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2011;96(6): 1627-1632. doi: 10.1210/jc.2010-2520.
41. Uysal T, Amasyalı M, Enhos S et al. Effect of ED-71, a new active vitamin D analog, on bone formation in an orthopedically expanded suture in rats. A histomorphometric study. *European Journal of Dentistry*, 2009;3(3): 165-172.
42. Austin LA, Heath 3<sup>rd</sup> H. Calcitonin: physiology and pathophysiology. *New England Journal of Medicine*. 1981;304(5): 269-278. doi: 10.1056/NEJM198101293040505.
43. Sebrell WH. Chemistry, physiology, pathology, methods. In: Harris R.S (ed.) *The vitamins*. America: Academic Press; 2014. p.170-185.
44. Leibovitz B, Siegel BV. Ascorbic acid, neutrophil function, and the immune response. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. 1978;48(2): 159-164.
45. Lawrence W, Diegelmann RF. Growth factors in wound healing. *Clinics in Dermatology*. 1994;12(1): 157-169. doi: 10.1016/0738-081x(94)90266-6.
46. Lyons RM, Moses HL. Transforming growth factors and the regulation of cell proliferation. *European Journal of Biochemistry*. 1990;187(3): 467-473. doi: 10.1111/j.1432-1033.1990.tb15327.x.
47. Akhurst RJ, Lehnert SA, Gatherer D et al. The role of TGFβ in mouse development. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1990;593:259-271. doi: 10.1111/j.1749-6632.1990.tb16117.x.
48. Miyazono K, Olofsson A, Colosetti P et al. A role of the latent TGF-beta 1-binding protein in the assembly and secretion of TGF-beta 1. *The EMBO Journal*. 1991;10(5): 1091-1101.
49. Uzun Y. Epidermal büyüme faktörü (EGF) ve Dönüştürücü Büyüme Faktörü-β (TGF-β) nın hızlı üst çene genişletme sonrasında rat midpalatal sütüründeki kemik oluşumu üzerine etkisinin incelenmesi. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri, 2013.



50. Josko J, Gwozdz B, Jedrzejowska-Szypulka H et al. Vascular endothelial growth factor (VEGF) and its effect on angiogenesis. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*. 2000;6: 1047-1052.
51. Tarkka T, Sipola A, Jamsa T, et al. Adenoviral VEGF-A gene transfer induces angiogenesis and promotes bone formation in healing osseous tissues. *The Journal of Gene Medicine*. 2003;5: 560-566. doi: 10.1002/jgm.392.
52. Rawlins JT, Fernandez CR, Cozby ME et al. Timing of Egf Treatment Differentially Affects Tgf- $\beta$ 2 Induced Cranial Suture Closure. *Experimental Biology and Medicine*. 2008;233(12): 1518-1526. doi: 10.3181/0805-RM-151.
53. Chang HN, Garetto LP, Katona TR et al. Angiogenic induction and cell migration in an orthopaedically expanded maxillary suture in the rat. *Archives of Oral Biology*. 1996;41(10): 985-994. doi: 10.1016/s0003-9969(96)00041-6.
54. Antosz ME, Bellows CG, Aubin JE. Biphasic effects of epidermal growth factor on bone nodule formation by isolated rat calvaria cells in vitro. *Journal of Bone and Mineral Research*. 1987; 2(5): 385-393. doi: 10.1002/jbmr.5650020505.
55. Nader MA, El-Agamy DS, Suddek GM. Protective effects of propolis and thymoquinone on development of atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. *Archives of Pharmacol Research*. 2010; 33(4): 637-643. doi: 10.1007/s12272-010-0420-1.
56. Garrett IR, Boyce BF, Oreffo RO et al. Oxygen-derived free radicals stimulate osteoclastic bone resorption in rodent bone in vitro and in vivo. *The Journal of Clinical Investigation*. 1990; 85(3): 632-639. doi: 10.1172/JCI114485.
57. Marcucci MC, Ferreres F, Garcia-Viguera C et al. Phenolic compounds from Brazilian propolis with pharmacological activities. *Journal of Ethnopharmacology*. 2001;74(2): 105-112.
58. Guney A, Karaman I, Oner M et al. Effects of propolis on fracture healing: an experimental study. *Phytotherapy Research*. 2011;25(11): 1648-1652. doi: 10.1002/ptr.3470.
59. Bertelli A, Bertelli AA, Gozzini A et al. Plasma and tissue resveratrol concentrations and pharmacological activity. *Drugs Under Experimental and Clinical Research*. 1998;24(3): 133-138.
60. Boissy P, Andersen TL, Abdallah BM et al. Resveratrol inhibits myeloma cell growth, prevents osteoclast formation, and promotes osteoblast differentiation. *Cancer Research*. 2005;65(21): 9943-9952. doi: 10.1158/0008-5472.CAN-05-0651.
61. Baytop T. Türkiye'de Bitkilerle Tedavi. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri II; 1999.
62. Daukšas E, Venskutonis PR, Povilaityte V et al. Rapid screening of antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* L.) extracts obtained by supercritical carbon dioxide at different extraction conditions. *Die Nahrung*. 2001;45(5): 338-341. doi: 10.1002/1521-3803(20011001)45:5<338::AID-FOOD338>3.0.CO;2-T.
63. Germano MP, De Pasquale R, D'angelo V et al. Evaluation of extracts and isolated fraction from *Capparis spinosa* L. buds as an antioxidant source. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002;50(5): 1168-1171. doi: 10.1021/jf010678d.
64. Mahasneh AM. Screening of some indigenous Qatari medicinal plants for antimicrobial activity. *Phytotherapy Research: PTR*. 2002;16(8): 751-753. doi: 10.1002/ptr.1037.
65. Marienfeld C, Tadlock L, Yamagiwa Y et al. Inhibition of cholangiocarcinoma growth by tannic acid. *Hepatology*. 2003;37(5), 1097-1104. doi: 10.1053/jhep.2003.50192.
66. Bedran-Russo AKB, Yoo KJ, Ema KC et al. Mechanical properties of tannic-acid-treated dentin matrix. *Journal of Dental Research*. 2009;88(9): 807-811. doi: 10.1177/0022034509342556.
67. Chapin RE, Ku WW, Kenney MA et al. The effects of dietary boric acid on bone strength in rats. *Biological Trace Element Research*. 1998;66(1-3): 395-399. doi: 10.1007/BF02783150.
68. Devirian TA, Volpe SL. The physiological effects of dietary boron. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2003;43(2): 219-31. doi: 10.1080/10408690390826491.
69. Marie PJ. Optimizing bone metabolism in osteoporosis: insight into the pharmacologic profile of strontium ranelate. *Osteoporosis International*. 2003;14(3): 9-12.
70. Choudhary S, Halbout P, Alander C et al. Strontium ranelate promotes osteoblastic differentiation and mineralization of murine bone marrow stromal cells: involvement of prostaglandins. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2007;22(7): 1002-1010. doi: 10.1359/jbmr.070321.



71. Meunier PJ, Roux C, Ortolani S et al. Effects of long-term strontium ranelate treatment on vertebral fracture risk in postmenopausal women with osteoporosis. *Osteoporosis International*. 2009;20(10): 1663-1673. doi: 10.1007/s00198-008-0825-6.
72. Atkins GJ, Welldon KJ, Halbout P et al. Strontium ranelate treatment of human primary osteoblasts promotes an osteocyte-like phenotype while eliciting an osteoprotegerin response. *Osteoporosis International*. 2009; 20(4): 653-664. doi: 10.1007/s00198-008-0728-6.
73. Kennedy CI, Diegelmann RF, Haynes JH et al. Proinflammatory cytokines differentially regulate hyaluronan synthase isoforms in fetal and adult fibroblasts. *Journal of Pediatric Surgery*. 2000; 35(6): 874-879.
74. King SR, Hickerson WL, Proctor KG. Beneficial actions of exogenous hyaluronic acid on wound healing. *Surgery*. 1991;109(1): 76-84.
75. Gerdin B, Hällgren R. Dynamic role of hyaluronan (HYA) in connective tissue activation and inflammation. *Journal of Internal Medicine*. 1997;242(1): 49-55. doi: 10.1046/j.1365-2796.1997.00173.x.
76. Carlson NE, Roach Jr RB. Platelet-rich plasma: clinical applications in dentistry. *The Journal of the American Dental Association*. 2002;133(10): 1383-1386. doi: 10.14219/jada.archive.2002.0054.
77. Marx RE, Carlson ER, Eichstaedt RM et al. Platelet-rich plasma: Growth factor enhancement for bone grafts. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 1998;85(6): 638-646. doi: 10.1016/s1079-2104(98)90029-4.
78. Gurevich O, Vexler A, Marx G et al. Fibrin microbeads for isolating and growing bone marrow-derived progenitor cells capable of forming bone tissue. *Tissue Engineering*. 2002;8(4): 661-672. doi: 10.1089/107632702760240571.
79. Dohan DM. Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part II: platelet related biologic features. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*. 2006;101(3): 45-50. doi: 10.1016/j.tripleo.2005.07.009.
80. Lönnerdal B, Iyer S. Lactoferrin: molecular structure and biological function. *Annual Review of Nutrition*. 1995;15(1): 93-110. doi: 10.1146/annurev.nu.15.070195.000521.
81. Cornish J. Lactoferrin promotes bone growth. *Biomaterials*. 2004;17(3): 331-335. doi: 10.1023/b:biom.0000027713.18694.91.
82. Kawasaki K, Shimizu N. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2000;26(3): 282-291. doi: 10.1002/(sici)1096-9101(2000)26:3<282::aid-lsm6>3.0.co;2-x.
83. Shakouri SK, Soleimanpour J, Salekzamani Y et al. Effect of low-level laser therapy on the fracture healing process. *Lasers in Medical Science*. 2010;25(1):73-77. doi: 10.1007/s10103-009-0670-7.
84. Dindaroglu F, Oncag G, Olmez S et al. Effect of Low-Level Laser Therapy on Bone Regeneration in Midpalatal Suture after Rapid Maxillary Expansion. *Turkish Journal of Orthodontics*. 2011;24(2): 83-96. doi: 10.13076/i1300-3550-24-2-83.
85. Angeletti P, Pereira MD, Gomes HC et al. Effect of low-level laser therapy (GaAIs) on bone regeneration in midpalatal anterior suture after surgically assisted rapid maxillary expansion. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2010;109(3): e38-46. doi: 10.1016/j.tripleo.2009.10.043.
86. Dai J, Rabie ABM. The use of recombinant adeno-associated virus for skeletal gene therapy. *Orthodontics Craniofacial Research*. 2007;10(1): 1-14. doi: 10.1111/j.1601-6343.2007.00381.x.
87. Nussenbaum B, Krebsbach PH. The role of gene therapy for craniofacial and dental tissue engineering. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 2006;58(4): 577-591. doi: 10.1016/j.addr.2006.03.009.
88. Wozney JM, Rosen V, Celeste AJ et al. Novel regulators of bone formation: molecular clones and activities. *Science*. 1988;242(4885): 1528-1534. doi: 10.1126/science.3201241.
89. Boyne PJ, Nath R, Nakamura A. Human recombinant BMP-2 in osseous reconstruction of simulated cleft palate defects. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 1998;36(2): 84-90. doi: 10.1016/s0266-4356(98)90173-5.