

Dekompresif Kraniektomi Sonrası 3D Print Kranoplasti

Cafer AK¹

GİRİŞ

Kranioplasti ameliyatları, kafatası kemik defektlerinin veya deformitelerinin kozmetik ve işlevsel açılardan düzeltilmesi amacıyla uygulanan cerrahi bir işlemdir (1). Kranoplasti ameliyatları travma, tümör, dekompresyon ameliyatları veya enfeksiyona bağlı olarak gelişen kemik defektleri kapatmak için uygulanmaktadır (2). Bu cerrahi prosedürde otolog kemik greftleri veya çeşitli termoplastik, PMMA, metal veya non-metal allogreft materyaller kullanılabilir. Kranoplasti cerrahisinin ana endikasyonu artmış İKB'yi düşürmek amacıyla yapılan dekompresif kraniektomi ameliyatında oluşan defekti kapatmaktır. Diğer endikasyonlar ise kafatası tümörleri cerrahisi sonrası, enfektif durumlar ve travmatik kafatası kemiği kayıpları olarak sayılabilir (3).

Günümüzün popüler yeniliklerinden olan 3 boyutlu (3D) yazıcılar hayatın her alanında olduğu gibi tıp alanında da her geçen gün daha fazla kullanılmaktadır. Bu yazıcılar sayesinde vücutta ve özellikle yüzde simetrik yapı korunmakta, hem fonksiyonel iyileşme hem de kozmetik açıdan daha iyi bir görünüm elde edilmektedir (4). Bu yeni nesil yazıcılarla karmaşık bilgisayar programlarını ve üretim tekniklerini kullanarak, çeşitli doku türlerini farklı doku işleme özellikleriyle çoğaltmak mümkün olmaktadır (5).

¹ Uzm. Dr., T.C. Sağlık Bakanlığı, Abdulkadir Yüksel Devlet Hastanesi, Gaziantep/Türkiye
slyerkarwyn@gmail.com

Kranioplasti sırasında kullanılan malzemenin türüne bağlı olarak %30'a uzanan oranlarda enfeksiyon gelişme ihtimali vardır. Günümüzde titanyum ile yapılan rekonstrüksiyonlar hem kozmetik açıdan hem de enfeksiyon gelişiminin önlenmesi açısından en başarılı sonuçları elde etmektedir. Malesef en önemli dezavantajı maliyetinin yüksek olmasıdır (39).

SONUÇ

Kranial rekonstrüksiyonda hastaya spesifik 3D yazıcı ile üretilmiş implantlar güvenle uygulanabilmektedir. Bu implantların uygulanma çeşitliliği yüksek ve farklı problemlere sunduğu çözüm aralığı geniştir. Yüksek estetik beklentiyi ve iyi fonksiyonel sonuçları karşılayarak hasta memnuniyetini artırır.

Öte yandan hasta spesifik 3D yazıcı ile üretilmiş implantlar bir hastaya bir kez uygulanabilen yöntemler olduğu için; hastanın, hastanın ailesinin, uygulamayı yapan cerrahın, hastanenin ve üretici firmanın bu süreçte sorumluluğu vardır. Ayrıca bu implantların maliyet bedeli gelişmiş ülkelerde finansal açıdan karşılanmasına rağmen, gelişmekte olan orta gelirli ülkelerde ve gelişmemiş ülkelerde finansal, ulaşılabilirlik ve yaygınlık konuları tartışmalıdır.

KAYNAKÇA

1. Aydın S, Kucukyuruk B, Abuzayed B, Aydın S, Sanus GZ. Cranioplasty: Review of materials and techniques. *J Neurosci Rural Pract* 2011;2:162-7.
2. Oishi M, Fukuda M, Yajima N, Yoshida K, Takahashi M, Hiraishi T, et al. Interactive presurgical simulation applying advanced 3D imaging and modeling techniques for skull base and deep tumors. *J Neurosurg* 2013;119:94-105.
3. Aarabi B, Hesdorffer DC, Ahn ES, Aresco C, Scalea TM, et al. Outcome following decompressive craniectomy for malignant swelling due to severe head injury. *J Neurosurg*. 2006;104:469-479.
4. Kim JC, Hong IP. Split-rib cranioplasty using a patient-specific three-dimensional printing model. *Arch Plast Surg* 2016;43(4):379-381.
5. Wurm G, Lehner M, Tomancok B, Kleiser R, Nussbaumer K. Cerebrovascular bio-modeling for aneurysm surgery: Simulation-based training by means of rapid prototyping technologies. *Surg Innov* 2011;18:294-306.
6. Cushing H. The establishment of cerebral hernia as a decompressive measure for inaccessible brain tumor: With the description of intramuscular methods of making the bone defect in temporal and occipital regions. *Surgical Gynecol Obstet* 1905;1:297-314.
7. Badri S, Chen J, Barber J, Temkin NR, Dikmen SS, Chesnut RM et al. Mortality and long-term functional outcome associated with intracranial pressure after traumatic brain injury. *Intensive Care Med* 2012;38(11):1800-1809.

8. Balestreri M, Czosnyka M, Hutchinson P, Steiner LA, Hiler M, Smielewski P, et al. Impact of intracranial pressure and cerebral perfusion pressure on severe disability and mortality after head injury. *Neurocrit Care* 2006;4:8-13.
9. Holland M, Nakaji P. Craniectomy. Surgical indications and technique. *Neurotrauma* 2004;7(1):10-15.
10. Bor-Seng-Shu E, Figueiredo EG, Amorim RL, Teixeira MJ, Valbuza JS, de Oliveira MM, et al. Decompressive craniectomy: a meta-analysis of influences on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure in the treatment of traumatic brain injury. *J Neurosurg* 2012;117(3):589- 596.
11. Nirula R, Millar D, Greene T, McFadden M, Shah L, Scalea TM et al. Decompressive craniectomy or medical management for refractory intracranial hypertension: an AAST-MIT propensity score analysis. *J Trauma Acute Care Surg* 2014;76(4):944-952.
12. Carter BS, Ogilvy CS, Candia GJ, Rosas HD, Buonanno F. One-year outcome after decompressive surgery for massive nondominant hemispheric infarction. *Neurosurg* 1997;40(6):1168-1176.
13. Sanan A, Haines SJ. Repairing holes in the head: a history of cranioplasty. *Neurosurgery* 1997;40:588–603.
14. Shah AM, Jung H, Skirboll S. Materials used in cranioplasty: a history and analysis. *Neurosurgical focus* 2014;36(4):E19.
15. Park EK, Lim JY, Yun IS, Kim JS, Woo SH, et al. Cranioplasty Enhanced by Three-Dimensional Printing: Custom-Made Three-Dimensional-Printed Titanium Implants for Skull Defects. *J Craniofac Surg.* 2016;27:943–949.
16. Alesch F, Bauer R. Polyacryl prosthesis for cranioplasty—their production in silicon rubber casts. *Acta neurochirurgica* 1985;77(1-2), 68-71.
17. Cagavi V, et.al. Akrilik ile Kranioplastide Yeni Bir Metod: Teknik Not. *Türk Nöroşirürji Dergisi*, Cilt: 16, Sayı: 1, 48-51, 2006.
18. Marbacher S, Andereggen L, Erhardt S, Fathi AR, Fandino J, Raabe A, Beck J. Intraoperative template-molded bone flap reconstruction for patient-specific cranioplasty. *Neurosurgical review* 2012;35(4), 527- 535.
19. Alaca İ, Karaaslan T. 3 Boyutlu Yazıcı Teknolojisi İle Kranioplasti. *Türk Nöroşirürji Derneği*, 29. Bilimsel Kongresi, SS-002, 2015.
20. Zanotti B, Zingaretti N, Verlicchi A, Robiony M, Alfieri A, Parodi PC. Cranioplasty: Review of materials. *J Craniofac Surg* 2016;27(8):2061-2072.
21. Kim BJ, Hong KS, Park KJ, et al. Customized cranioplasty implants using three-dimensional printers and polymethylmethacrylate casting. *J Korean Neurosurg Soc* 2012;52(6):541-546.
22. De La Pena, et al. Low-cost customized cranioplasty using a 3D digital printing model: a case report. *3D Printing in Medicine* 2018;4:4
23. Feng, X.; Yu, H.; Liu, H.; Yu, X.; Feng, Z.; Bai, S.; Zhao, Y. Three-Dimensionally-Printed Polyether-EtherKetone Implant with a Cross-Linked Structure and Acid-Etched Microporous Surface Promotes Integration with Soft Tissue. *Int. J. Mol. Sci* 2019;20, 3811.
24. Lethaus, B., et.al. Cranioplasty with customized titanium and PEEK implants in a mechanical stress model. *Journal of neurotrauma.* 2012;29(6), 1077-1083.

25. Sharma N., Aghlmandi S., Cao S., Kunz C. Et all. Quality Characteristics and Clinical Relevance of InHouse 3D-Printed Customized Polyetheretherketone (PEEK) Implants for Craniofacial Reconstruction. *J. Clin. Med* 2020;9,2818.
26. Pikis S, Goldstein J, Spektor S. Potential neurotoxic effects of polymethylmethacrylate during cranioplasty. *J Clin Neurosci* 2015;22:139-143.
27. Golz T, Graham CR, Busch LC, Wulf J, Winder RJ. Temperature elevation during simulated polymethylmethacrylate (PMMA) cranioplasty in a cadaver model. *J Clin Neurosci* 2010;17:617– 622.
28. Maricevich JPBR, Cezar-Junior AB, de Oliveira-Junior EX, Veras e Silva JAM, da Silva JVL, Nunes AA, et al. Functional and aesthetic evaluation after cranial reconstruction with polymethyl methacrylate prostheses using low-cost 3D printing templates in patients with cranial defects secondary to decompressive craniectomies: A prospective study. *Surg Neurol Int* 2019;10:1.
29. J.A. Morales-Gómez, E. Garcia-Estrada, J.E. Leos-Bortoni et al. Cranioplasty with a low-cost customized polymethylmethacrylate implant using a desktop 3D printer. *J Neurosurg* 2019;130:1721–1727.
30. Piitulainen JM, Kauko T, Aitasalo KM, et al. Outcomes of cranioplasty with synthetic materials and autologous bone grafts. *World Neurosurg* 2015;83(5):708-714.
31. Chandler CL, Uttley D, Archer DJ, MacVikar D. Imaging after titanium cranioplasty. *Br J Neurosurg* 1994;8(4): 409-414.
32. Ho`hne J, Brawanski A, Gassner HG, Schebesch K-M. Feasibility of the custom-made titanium cranioplasty CRANIOTOP®. *Surg Neurol Int.* 1994;4:803-807.
33. Nout E, Mommaerts MY. Considerations in computer-aided design for inlay cranioplasty: technical note. *Oral Maxillofac Surg.* 2018;22(1):65-69.
34. Rafi HK, Karthik NV, Gong H, Starr TL, Stucker BE. Microstructures and mechanical properties of Ti6Al4V parts fabricated by selective laser melting and electron beam melting. *J Mater Eng Perform.* 2013;22(12):3872-3883.
35. Rasse M, Lindner A. Reconstruction of calvarial defects with prefabricated carbon fibre implants. *J Craniomaxillofac Surg.* 1996;24(Suppl 1):92.
36. Stefini R, Esposito G, Zanotti B, Iaccarino C, Fontanella MM, Servadei F. Use of “custom made” porous hydroxyapatite implants for cranioplasty: postoperative analysis of complications in 1549 patients. *Surg Neurol Int.* 2013;4:12.
37. Kim H, Murakami H, Chehroudi B, Textor M, Brunette DM. Effects of surface topography on the connective tissue attachment to subcutaneous implants. *Int J Oral Maxillofac Implant.* 2006;21(3):354-365
38. Koller, M., Rafter, D., Shok, G. et al. A retrospective descriptive study of cranioplasty failure rates and contributing factors in novel 3D printed calcium phosphate implants compared to traditional materials. *3D Print Med.* 2020;6,14.
39. Wind JJ, Ohaegbulam C, Iwamoto FM, et al. Immediate titanium mesh cranioplasty for treatment of postcraniotomy infections. *World Neurosurg* 2013;79(1): 207.