

Serbest prefabrike poröz polietilen implant flebi ile ortotopik üç boyutlu doku rekonstrüksiyonu modeli

Three-dimensional orthotopic tissue reconstruction with a free, prefabricated high-density porous polyethylene implant flap

Dr. Orhan Murat ÖZDEMİR,¹ Dr. Savaş SEREL,² Dr. Serdar GÖKREM,³
Dr. Arda KATIRCIOĞLU,⁴ Dr. Zeki CAN,² Dr. Sibel SERİN⁵

AMAÇ

Tavşan modelinde, üzeri tam kalınlıkta deri grefti ile kaplanan, prefabrike, yüksek yoğunluklu poröz polietilen implantın serbest doku transferi için uygun bir materyal olup olmadığı araştırıldı.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada 10 adet, 3-3.5 kg ağırlığında Yeni Zelanda beyaz tavşanı kullanıldı. Anestezi uygulanarak, inferior yüzeysel epigastrik arter ve ven altına, iki taraflı olarak 10x15x3 mm boyutlarında yüksek yoğunluklu poröz polietilen tabaka (Medpor) yerleştirildi. Vasküler indüksiyon yöntemiyle prefabrike edilen flepler, sekiz hafta sonra ortotopik serbest aktarım tekniğiyle, her iki yüzü de kulak arkasından alınan tam kalınlıktaki deri ile greftlendi. İki hafta sonra, fleplerin 1/3 distalinden alınan tam kat biyopsi örnekleri trikrom Masson ve hematoxilen-eosin ile boyanarak histolojik olarak incelendi.

BULGULAR

Greftlerin tamamının implant ile uyumlu olduğu görüldü. Histolojik kesitlerde fibroneovasküler doku ile birlikte neovaskülerizasyon ve yeni gelişen bağ dokusu hücreleri gözlemlendi. Polimorfonükleer hücrelerin sayısının çok az olduğu görüldü; enflamasyona ait herhangi bir bulguya rastlanmadı.

SONUÇ

Poröz polietilen implantın, inferior yüzeysel epigastrik arter ve ven pedikülü altında prefabrikasyonu sonrasında serbest aktarımının olanaklı olduğu sonucuna varıldı.

Anahtar Sözcükler: Neovaskülerizasyon, patolojik; polietilen; protez ve implant; tavşan; deri transplantasyonu; cerrahi flep; vasküler cerrahi prosedürler.

BACKGROUND

We investigated the appropriateness of the implant to be used in free-tissue transfers in a rabbit model in which a full-thickness skin graft was wrapped around a prefabricated high-density porous polyethylene implant.

METHODS

In ten New Zealand white rabbits, high-density porous polyethylene implants (Medpor), 10x15x3 mm in size, were bilaterally placed and anchored underneath the superficial inferior epigastric artery and vein pedicle under anesthesia. The flaps were prefabricated through vascular induction. Eight weeks later, the flaps were wrapped by a full-thickness postauricular skin graft, following orthotopic transplantation. Two weeks after grafting, full-thickness biopsy samples were obtained from the distal one-third of the implants and stained with hematoxylin-eosin and Masson trichrome for histologic examination.

RESULTS

Graft compliance was observed in all the implants. Histologic sections showed rich fibro-neovascular tissue, neovascularization, and development of connective tissue cells. There were very few polymorphonuclear cells. No signs of inflammation were observed.

CONCLUSION

Prefabrication of the high-density porous polyethylene implant under the superficial inferior epigastric artery and vein results in sufficient conditions for its use in free transfers.

Key Words: Neovascularization, pathologic; polyethylenes; prostheses and implants; rabbits; skin transplantation; surgical flaps; vascular surgical procedures.

¹Kırıkkale Yüksek İhtisas Hastanesi Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Kliniği, Kırıkkale; Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, ²Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Anabilim Dalı, ³Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Ankara; ⁴Sağlık Bakanlığı Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Kliniği, Ankara; ⁵Serbest Hekim, Ankara.

¹Department of Plastic, Reconstructive and Esthetic Surgery, Kırıkkale Yüksek İhtisas Hospital, Kırıkkale; ²Departments of Plastic, Reconstructive and Esthetic Surgery, and ³Histology and Embryology, Medicine Faculty of Ankara University, Ankara; ⁴Department of Plastic, Reconstructive and Esthetic Surgery, Ankara Research and Training Hospital, Ankara; ⁵Specialist, Ankara; all in Turkey.

Gelişen teknoloji ve endüstri ile birlikte ortaya çıkan kazalar ve savaşlar klasik cerrahi yöntemlerle onarılması zor olan geniş doku harabiyetlerine yol açmaktadır. Klasik flepler kullanılarak yapılan onarımlar her zaman işlevsel ve estetik olarak ideal sonuçları sağlayamamaktadır. Özellikle burun ve kulak gibi ince ayrıntıları olan organların rekonstrüksiyonunda büyük sorunlar yaşanmaktadır.^[1]

Yıpranmış veya hasara uğramış doku ve organların yerini almak üzere rekonstrüktif cerrahide otojen doku en iyi implantasyon materyali olarak kabul edilmektedir.^[2] Son 50 yıl içinde metal alışım endüstrisinde ve polimer madde kimyasındaki gelişmelere paralel olarak, biyomateryallerin kullanımını da hızla artmış ve alloplastik materyaller plastik cerrahların en dinamik ilgi alanlarından birini oluşturmaya başlamıştır.^[3] Serbest doku aktarımı ve flep prefabrikasyonu gibi rekonstrüktif cerrahinin sınırlarını genişleten ve cerrahlara flep cerrahisinde pek çok yeni seçenek sunulmasını sağlayan yöntemlerin biyolojik materyallerle birlikte kullanılması da zor defektlerin cerrahisinde iyi bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yapılan tüm araştırmalar, verici alanda en az morbidite oluşturacak şekilde, defekte en uygun flebin elde edilmesine yöneliktir. Her yöntemin avantajları yanı sıra dezavantajları da bulunmaktadır. Bu çalışmada, üzerini tam kalınlıkta deri grefti ile kapladığımız, prefabrike, yüksek yoğunluklu poröz polietilen implant ile, özellikle kulak ve burun gibi görüntü açısından önemi olan organların rekonstrüksiyonunda kullanılabilecek iyi bir seçenek oluşturmayı amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Deneysel Hayvanları Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. Çalışmaya başlanmadan önce etik kurul kararı alındı. On adet, 3.000-3.500 gr ağırlığındaki Yeni Zelanda beyaz tavşanına intramusküler olarak 35 mg/kg ketamin hidroklorid ve 5 mg/kg ksilazin ile anestezi uygulandı. Ameliyat sırasında profilaktik antibiyoterapi olarak intramusküler 250 mg/kg sefazolin verildi. Vasküler taşıyıcı olarak, ulaşılması kolay olduğu için inferior yüzeyel epigastrik arter ve ven kullanıldı.^[4,5] Inferior yüzeyel epigastrik arter ve ven altına, iki taraflı olarak 10x15x3 mm boyutlarında hazırlanmış olan yüksek yoğunluklu poröz polietilen tabaka yerleştirildi.

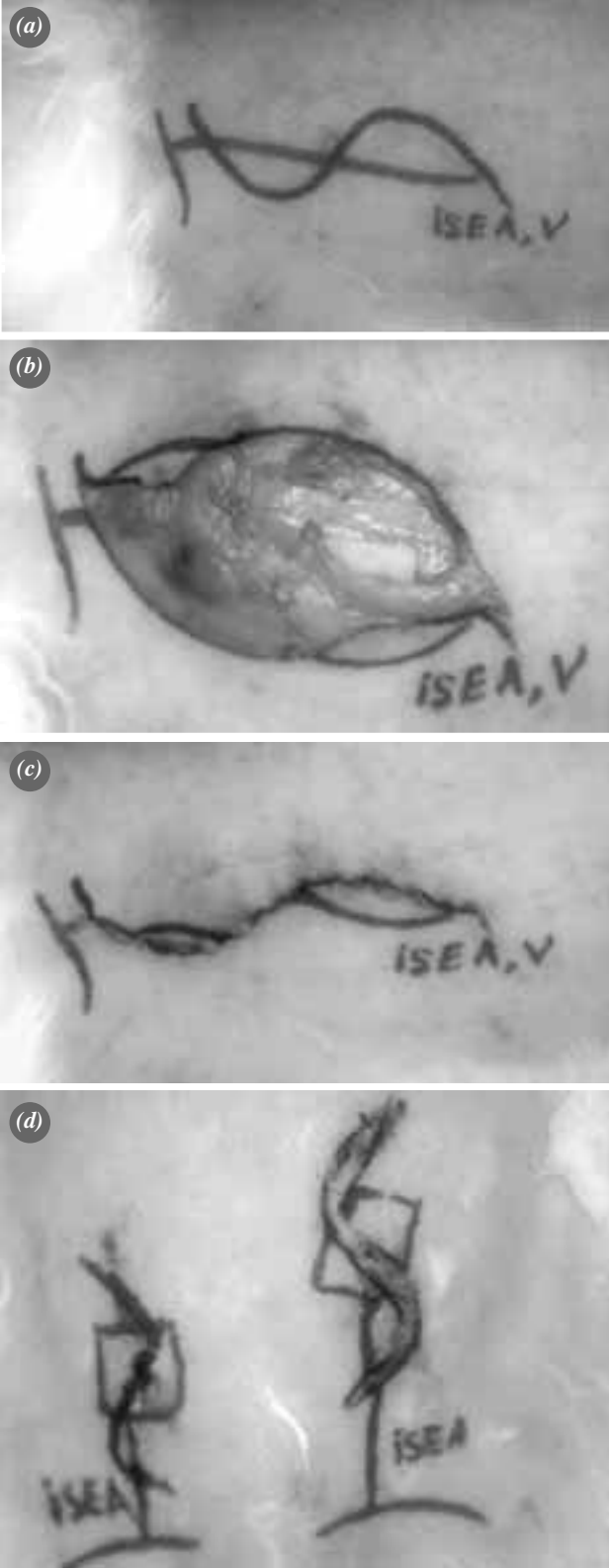
Vasküler indüksiyon yöntemiyle prefabrike edilen flepler, sekiz hafta sonra ortotopik serbest aktarım tekniğiyle her iki yüzü de kulak arkasından alınan tam kalınlıktaki deri ile greftlendi. İki hafta sonra, fleplerin 1/3 distalinden alınan tam kat biyopsi örnekleri histolojik olarak incelendi.

Cerrahi teknik

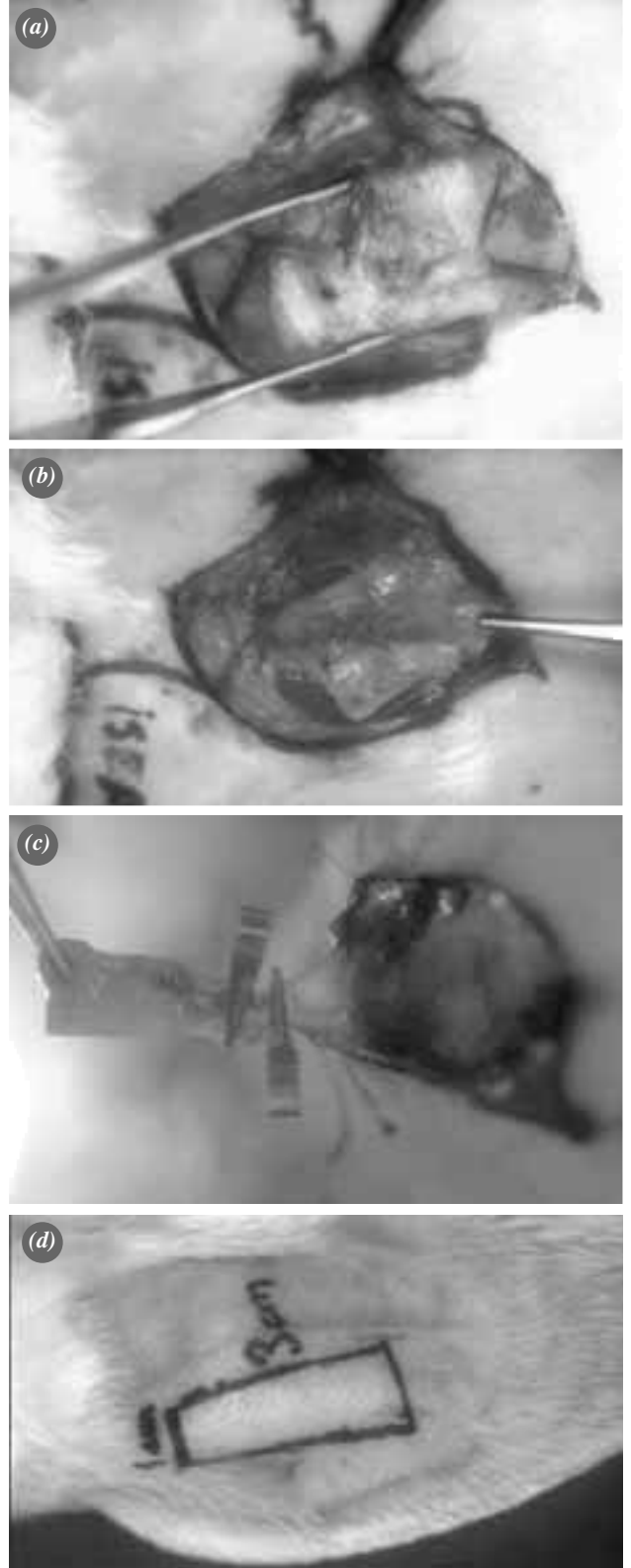
Prefabrikasyon aşamasında, iki epigastrik bölgede de "S" şeklinde 5 cm uzunluğunda insizyon uygulandı (Şekil 1). Cilt ve pannikulus karnozus geçildikten sonra inferior yüzeyel epigastrik arter ve ven bulundu; 5-6 cm uzunluğunda bir bölümü çevre dokulardan diseke edilerek yüksek yoğunluklu poröz polietilen implantın yerleştirileceği cep hazırlandı (Şekil 1). Cebin içine 10x15x3 mm boyutlarındaki yüksek yoğunluklu poröz polietilen implant (Medpor Surgical Implant, Porex Surgical, College Park, GA, ABD) vasküler taşıyıcı olacak şekilde yerleştirildi ve implant karın ön duvarına 6/0 prolene dikiş ile tespit edildi (Şekil 1). Cilt 3/0 prolene dikiş ile kapatıldı (Şekil 1). Aynı işlem karşı taraf inferior yüzeyel epigastrik arter ve vene de uygulandı.

Ortotopik aktarımdan önce, implantın fibronovasküler doku ile uyumu için sekiz hafta beklendi.^[4,6] Daha önce yapılmış olan "S" şeklindeki skar dokusu üzerinden (Şekil 1) aynı şekilde insizyonlarla cilt ve pannikulus karnozus geçildi; makroskopik incelemede inferior yüzeyel epigastrik arter ve ven altında implantın vaskülerize olduğu görüldü (Şekil 1). Inferior yüzeyel epigastrik arter ve ven distalde 4/0 Vicryl ile bağlandı ve kesildi. İmpant, pedikülü korunacak şekilde altındaki ve çevresindeki dokulardan titiz diseksiyon ile ayrıldı (Şekil 2) ve vasküler pedikülü ile birlikte, karın ön duvarından dikkatli bir şekilde tamamen kaldırıldı. Vasküler pediküle (inferior yüzeyel epigastrik arter ve ven) iki adet mikroklempt konduktan sonra (Şekil 2) 30 dakika beklendi.

Posterior auriküler bölgeden 3x1 cm boyutlarında tam kalınlıkta deri grefti alındı (Şekil 2). Greft implantın ön ve arka yüzünü tamamen kaplayacak şekilde 4/0 kromik katgüt ile dikildi (Şekil 3). Klempler 30 dakikalık bekleme süresinin sonunda açılarak flebin reperfüzyonu sağlandı. İki yüzü de greft ile kaplanan vaskülerize implant, karın ön duvarına ve çevre cilde 4/0 prolene ile ortotopik olarak tespit edildi (Şekil 3). Aynı işlem, karşı taraf infe-



Şekil 1. (a) Ameliyat öncesi plan. (b) Medpor implantın vasküler pedikül altına yerleştirilmesi. (c) Ameliyat sonrası görünüm (prefabrikasyon). (d) Ortotopik aktarım planı. İSEA, V: İnferyer yüzeyel epigastrik arter ve ven.



Şekil 2. (a) Prefabrike, vaskülarize Medpor implant; (b) implantın çevre dokulardan ayrılması; (c) pediküle iki adet mikroklempl yerleştirilmesi; (d) tam kalınlıkta greftin alındığı alan.

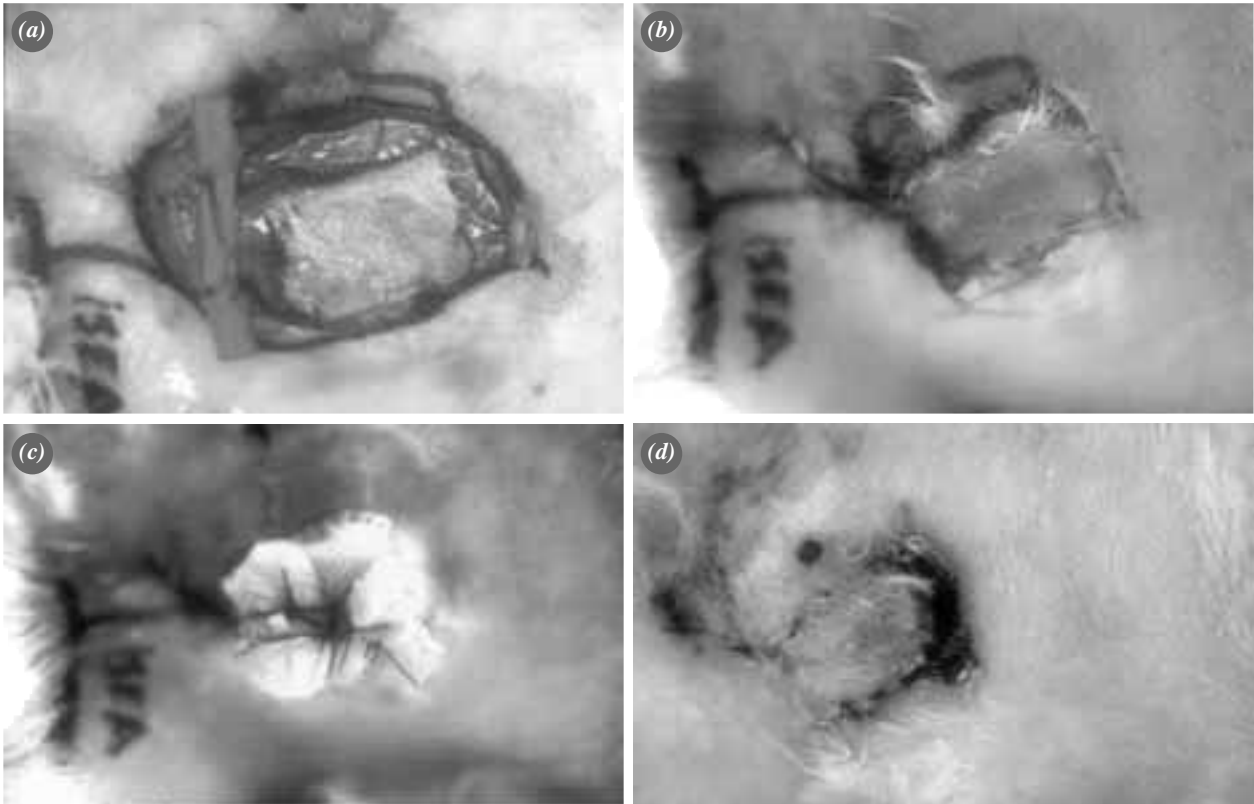
rior yüzeyel epigastrik arter ve ven üzerine de uygulandı. Greftler üzerine “tie-over” pansuman yapıldı (Şekil 3). Greftin alındığı bölge kanama kontrolü yapılarak kapatıldı. Pansumanlar birinci haftanın sonunda açıldı (Şekil 3). İkinci haftanın sonunda (prefabrikasyon sonrası 10. hafta) greftlerin tutup tutmadığı makroskopik olarak değerlendirildi. Flep ve greft arasındaki uyumun histopatolojik olarak incelenmesi için, fleplerin dolaşımına zarar vermeden, flep 1/3 distal bölümü, ortada implant, alt ve üstte tam kalınlıkta deri greftini içerecek şekilde eksizye edildi. Histolojik kesitler, bağ dokusuna afinitesi olan trikrom Masson ve hematoxilen-eosin ile boyandı.

BULGULAR

Denekler 10 hafta süreyle izlendi. Birinci aşama (prefabrikasyon) sonrasında, fibroneovaskülarizasyonun oluşmasının beklendiği dönemde iki tavşan nedeni belirlenemeyen bir şekilde kaybedildi ve bu hayvanların yerine iki tavşan eklendi. İkinci aşamada (ortotopik aktarım) ilk hafta so-

nunda, ikisi dışında 18 greftin makroskopik olarak tuttuğu görüldü. Greftleri kötü durumda olan iki tavşanın birer kasiğindeki flepler, bir hafta sonra enfeksiyon nedeniyle gelişen dolaşım bozukluğuna bağlı olarak kaybedildi. Diğer 18 flepte izlem süresince makroskopik boyutta dolaşım sorununa rastlanmadı.

İkinci hafta sonunda, fleplerden alınan tam tabaka örneklerin histolojik incelemelerinde 18 örnekte poröz polietilen implantın porları içinde fibroneovasküler yapı gözlemlendi. Bu fibroneovasküler doku üzerinde tam kalınlıkta deri greftlerinin makroskopik olarak tuttuğu ve kıllanmanın tekrar başladığı belirlendi (Şekil 3). Greftlerin tamamının implant ile uyumlu olduğu görüldü (Şekil 4). Histolojik kesitlerde fibroneovasküler dokuyu içinde barındıran implant üzerinde neovaskülarizasyon ile birlikte yeni gelişen bağ dokusu hücrelerine ait çekirdekler ve hücre artışı gözlemlendi (Şekil 4). Polimorfonükleer hücrelerin sayısının çok az olduğu görüldü ve enflamasyona ait herhangi bir bulguya rastlanmadı.



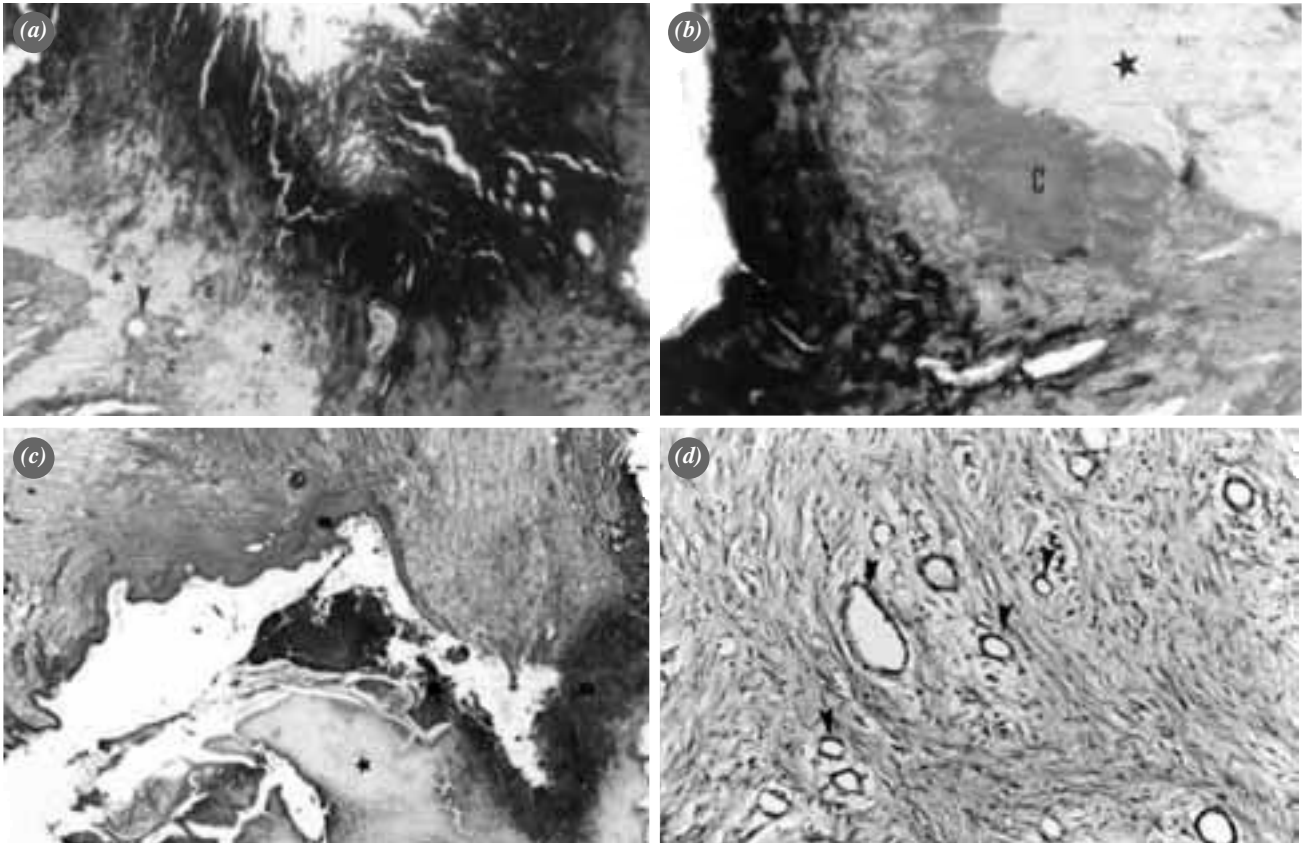
Şekil 3. (a) Vaskülarize implantın ön ve arka yüzü tam kalınlıkta deri ile greftlendi. (b) Revaskülarize implantın ameliyat sonrası görünümü. (c) “Tie-over” pansuman uygulanması. (d) Revaskülarize implantın ikinci hafta sonunda görünümü.

TARTIŞMA

Rekonstrüktif cerrahinin en önemli amaçlarından biri defektin boyutlarına ve yapısına uygun dokular elde edilmesidir. Özellikle burun ve kulak gibi kompozit yapıların onarımında, kalınlığı ve şekli orijinale uygun kompozit bir flebin elde edilmesi çok güçtür. Herhangi bir defektin onarımında, öncelikle yakın bölgelerden hazırlanan flepler tercih edilir.^[2,7-9] Bu çalışmada, bir serbest doku aktarım modeli olan “ortotopik aktarım yöntemi” tercih edildi. Bu yöntem, başarılı bir mikrovasküler anastomoz sonrasında elde edilebilecek sonuçlara daha sağlıklı bir şekilde ulaşmayı sağlamaktadır. Ek olarak, mikroskop gereksinimini ortadan kaldırması ve deney süresini kısaltması gibi avantajları da vardır.^[10,11]

Kulak ve burun gibi organların onarımı plastik cerrahinin en zor konularındandır. Kemik, kırık

gibi otojen dokularla veya alloplastik materyallerle şekillendirilmiş bir çatının yumuşak bir doku zarfı (greftlenmiş fasya flebi gibi) ile sarılarak kullanılması en sık başvurulan yöntemdir. Ancak, kullanılan yumuşak doku hacminin fazla ve kalın olması ince detayların yeterince ortaya konulamamasına yol açar ki, bu da estetik sonuca ulaşmada önemli bir engeldir. Stabil bir biyomateriyal çatının, şekli bozulmaksızın ince bir yumuşak dokuyla sarılması bu sorunun çözülmesini sağlayabilecek bir yöntem olarak görünmektedir. Kompozit doku gereksinimi olan durumlarda otojen dokular ilk seçenek olarak düşünülmektedir. Kemik ve kırık gibi otojen dokularla prefabrike edilmiş fleplerle kompozit dokuların onarımı konusunda birçok deneysel ve klinik çalışma yapılmıştır.^[12-15] Günümüzde, otojen dokuların sahip olduğu bazı dezavantajların (rezorpsiyon, ameliyat süresinin uzaması, ek ameliyat gerektirmesi, verici alan morbiditesi) bulun-



Şekil 4. (a) Ortotopik aktarımdan iki hafta sonra poröz polietilen implantın içerisine ilerleyen bağ dokusunun ve neovasküler dokuların görünümü (fibro-neovaskülarizasyon) (Trikrom Masson x 25). (b) İmplant içi ve çevresinde gelişen bağ dokusu ve bu yapının etrafında grefte ait epitel dokusu (Trikrom Masson x 100). (c) Prefabrike poröz polietilen implantın üzerine uygulanan deri greftinin ışık mikroskobu altındaki görüntüsü (H-E x 6.25). (d) Bağ dokusuna ait yeni gelişmiş hücrelerin çekirdekleri etrafında neovasküler yapılar (H-E x 50). *Kısaltmalar:* (C) Bağ dokusu; (e) Deri grefti; (►) Neovasküler yapı; (★) Poröz polietilen implant.

madığı alloplastik materyallerin kullanımı artmıştır. Bu nedenle çalışmamızda, polimerler arasında yer alan yüksek yoğunluklu poröz polietilen implantı, özellikle ince iskelet yapısı olan kulak gibi organların rekonstrüksiyonunda, vasküler indüksiyon tekniği ile prefabrike ettikten sonra, üzerini tam kalınlıkta deri grefti ile greftleyerek, normal anatomiye yakın bir kulak iskeleti elde etmeyi ve bu yeni kulak iskeletinin serbest aktarımının olanaklı olduğunu göstermeyi amaçladık.

Kullandığımız vasküler indüksiyon yöntemi ile flep prefabrikasyonu, daha önce bulunmayan yeni bir flep oluşturma şansı verir. Böylece, seçilen herhangi bir bölgenin orijinal vasküler anatomisi nasıl olursa olsun, onu besleyecek vasküler bir taşıyıcı üzerinde prefabrike edilerek, aktarılabilir bir flep haline getirilebilir. Vasküler taşıyıcı olarak kullanılan dokular kas, fasya, bağırsak, omentum, arter, ven ve arteriovenöz fistüldür.^[3-6,16-20]

Bu çalışmada yüksek yoğunluklu poröz polietilen implant kullanılmıştır. Etilen oksit gazının polimerizasyonu ile, 1939 yılında düşük yoğunluklu polietilen adı verilen ürün elde edilmiştir.^[7,21] Bu implant, çevre yumuşak dokuya uyumu kolay; damar yapısı açısından zengin bir ortama bulunduğu hızla vaskülerize olan; poröz yapısıyla içinde hücre büyümesine izin veren; vücutta yabancı cisim reaksiyonuna neden olmayan; rezorpsiyon ve dejenerasyona uğramayan bir maddedir.^[1,22-25] Keskin bir aletle şekillendirme sırasında por yapısında bozulma olmaz. Deneysel ve klinik çalışmalarda yapılan histolojik incelemeler, çevre dokunun implant materyali içine ilerlediğini göstermiştir.^[26,27]

Klinikte poröz polietilen implant, hızla revaskülerizasyona ve doku büyümesine izin verdiği için, kulak ve anoftalmik soket rekonstrüksiyonu gibi yumuşak doku rekonstrüksiyonlarında öncelikli olarak tercih edilmektedir.^[28-31]

Prefabrike ettiğimiz poröz polietilen implantların hiçbirinde rezorpsiyon, degradasyon veya kapsül oluşumu ile birlikte enflamatuvar reaksiyon gözlenmemiştir. İmplantların degradasyonu, dokunun bir başka materyale yanıtıdır. Bu yıkım, polimerlerde hidrolitik erime şeklinde olur. Medpor'a karşı oluşan yabancı cisim reaksiyonu sadece ince bir fibröz kapsülle sınırlıdır. Bu kapsül de yalnızca 1-2 hücre kalınlığındadır ve birkaç yabancı cisim

dev hücresi içermektedir.^[1] Aynı araştırmalarda, yabancı cisim reaksiyonunun implant çevresinde en düşük düzeyde olduğu gözlenmiştir. Bu bulgular çalışmamızın sonuçlarını da desteklemektedir. Histolojik kesitlerde polimorfonükleer hücrelerin sayısı çok az bulunmuş, enflamasyona ait herhangi bir bulguya rastlanmamış ve kapsül gelişimi gözlenmemiştir.

İmplant ekspozisyonu gibi enfeksiyonu da alloplastik materyaller için önemli bir dezavantajdır. Bu çalışmada ortotopik aktarımın ardından, beşinci günde iki flep enfeksiyon ve buna bağlı dolaşım bozukluğu nedeniyle kaybedildi. On sekiz flepte klinik olarak belirgin bir enfeksiyon bulgusuna rastlanmadı. Histolojik incelemede enflamasyonun en düşük derecede olduğunun gösterilmesi de bu bulguyu destekler yöndeydi. Poröz materyallerin porlarının bakteri proliferasyonu için uygun bir ortam olduğu birçok yazar tarafından bildirilmiştir.^[19,20,32] Ancak, poröz materyallerin hızlı vaskülerizasyonu ve porların çapının enfeksiyonla mücadele eden hücrelerin girişine izin vermesi gibi nedenlerle, poröz polietilenle yapılan çalışmalarda enfeksiyon oranları düşük bulunmuştur.^[23,26,29,33] Klinikte fasiyal kontur restorasyonu ve kulak rekonstrüksiyonu gibi uygulamalarda en çok kullanılan materyaller silikon, politetrafloroetilen (PTFE) ve yüksek yoğunluklu poröz polietilendir.^[27-32]

Medpor'un, yüz cerrahisinde kullanılan ve diğer bir polimer olan Proplast'tan farkı, polietilende etilen monomerinin florinizasyonunun olmamasıdır. Bu fark Medpor'u daha sert ve daha az esnek hale getirmektedir. Proplast'tan daha sert olmakla birlikte, Medpor'un şekil verilebilmesine olanak sağlayan bir esnekliği vardır. Proplast'ın gözenek çapları değişken ve düzensizdir; basınca dayanıksızdır; kalıcı değildir. Dokuların porlar içine ilerlemesi sonrasında Proplast kendi kendine parçalanabilir.^[32,33] Bu nedenlerden dolayı, Medpor'un biyolojik uyum özelliği Proplast'tan çok daha iyidir.^[20]

Poröz polietilen, 1940 yılından beri klinik uygulamalarda kullanılan, en uzununu 32 yıl olan takiplerde güvenilirliği kanıtlanmış bir materyaldir.^[31] Can ve ark.^[24] poröz polietilen implantın inferior yüzeyel epigastrik arter ve ven pedikülü altında vasküler indüksiyon tekniği ile prefabrike

edilebildiğini histolojik ve sintigrafik çalışmalarla göstermişlerdir. Aynı yazarların bir başka çalışmasında,^[34] diğerinden farklı olarak prefabrike flebin sadece ön yüzü deri grefti ile örtülmüş ve greftin vaskülerize olduğu histolojik ve sintigrafik olarak gösterilmiş; prefabrike edilmiş poröz polietilen implantın, serbest ya da pediküllü olarak, özellikle kulak ve burun gibi eksternal organların rekonstrüksiyonunda iyi bir seçenek olabileceği önerilmiştir.^[24]

Çalışmamızla ortaya konan bulguların, poröz polietilen implantın inferior yüzeyel epigastrik arter ve ven pediküllü altında prefabrikasyonu sonrasında serbest aktarımının olanaklı olabileceğini göstermesi açısından klinik kullanımda yararlı olduğunu düşünüyoruz.

KAYNAKLAR

1. Maas CS, Merwin GE, Wilson J, Frey MD, Maves MD. Comparison of biomaterials for facial bone augmentation. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1990; 116:551-6.
2. McGrath MH. Biomaterials in plastic surgery. In: Georgiade GS, Georgiade NG, Riefkohl R, Barwick WJ, editors. *Textbook of plastic, maxillofacial and reconstructive surgery*. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1992. p. 93-101.
3. Galante JO, Lemons J, Spector M, Wilson PD Jr, Wright TM. The biologic effects of implant materials. *J Orthop Res* 1991;9:760-75.
4. Erol OO. The transformation of a free skin graft into a vascularized pedicled flap. *Plast Reconstr Surg* 1976;58: 470-7.
5. Erol OO, Sira M. New capillary bed formation with a surgically constructed arteriovenous fistula. *Plast Reconstr Surg* 1980;66:109-15.
6. Khouri RK, Upton J, Shaw WW. Prefabrication of composite free flaps through staged microvascular transfer: an experimental and clinical study. *Plast Reconstr Surg* 1991;87:108-15.
7. Holmes RE. Alloplastic implants. In: McCarthy JG, editor. *Reconstructive plastic surgery*. 3rd ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 1990. p. 698-731.
8. Wellisz T. Reconstruction of the burned auricle. *J Plast Surgical Techniques* 1995;1:35-45.
9. Edgerton MT Jr. The role of plastic surgery in academic medicine. Presidential address. *Plast Reconstr Surg* 1974;54:523-30.
10. Gurlek A, Kroll SS, Schusterman MA. Ischemic time and free flap success. *Ann Plast Surg* 1997;38:503-5.
11. Chafin B, Belmont MJ, Quraishi H, Clovis N, Wax MK. Effect of clamp versus anastomotic-induced ischemia on critical ischemic time and survival of rat epigastric fasciocutaneous flap. *Head Neck* 1999;21:198-203.
12. Takato T, Komuro Y, Yonehara H, Zuker RM. Prefabricated venous flaps: an experimental study in rabbits. *Br J Plast Surg* 1993;46:122-6.
13. Adamo AK, Pollick SA, Lauer SA, Sterman HR. Zygomatico-orbital fractures: historical perspective and current surgical management. *J Craniomaxillofac Trauma* 1995;1:26-31.
14. Diller JG, Hartwell SW, Anderson R. Mesenteric vascular pedicle in full thickness skin grafts. *Surg Forum* 1965;16:471.
15. Washio H. An intestinal conduit for free transplantation of other tissues. *Plast Reconstr Surg* 1971;48:48-51.
16. Hirase Y, Valauri FA, Buncke HJ. Prefabricated sensate myocutaneous and osteomyocutaneous free flaps: an experimental model. Preliminary report. *Plast Reconstr Surg* 1988;82:440-6.
17. Hirase Y, Valauri FA, Buncke HJ. Neovascularized free cutaneous cartilage flap transfer with microsurgical anastomosis: an experimental model in the rabbit. *Ann Plast Surg* 1988;21:342-7.
18. Costantino PD, Friedman CD. Synthetic bone graft substitutes. *Otolaryngol Clin North Am* 1994;27:1037-74.
19. Costantino PD, Friedman CD. Soft-tissue augmentation and replacement in the head and neck. General considerations. *Otolaryngol Clin North Am* 1994;27:1-12.
20. Lykins CL, Friedman CD, Ousterhout DK. Polymeric implants in craniomaxillofacial reconstruction. *Otolaryngol Clin North Am* 1994;27:1015-35.
21. Di Benedetto A, Fleischer A. Biological properties of surgical mesh. In: Rubin LR, editor. *Biomaterials in reconstructive surgery*. 1st ed. St. Louis: Mosby; 1983. p. 477-93.
22. Holmes RE, Hagler HK. Porous hydroxyapatite as a bone graft substitute in cranial reconstruction: a histometric study. *Plast Reconstr Surg* 1988;81:662-71.
23. Ousterhout DK, Stelnicki EJ. Plastic surgery's plastics. *Clin Plast Surg* 1996;23:183-90.
24. Can Z, Ercocen AR, Apaydin I, Demirseren E, Sabuncuoğlu B, Yormuk E. Tissue engineering of high density porous polyethylene implant for three-dimensional reconstruction: an experimental study. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2000;34:9-14.
25. Choi JC, Sims CD, Casanova R, Shore JW, Yaremchuk MJ. Porous polyethylene implant for orbital wall reconstruction. *J Craniomaxillofac Trauma* 1995;1:42-9.
26. Dougherty WR, Wellisz T. The natural history of alloplastic implants in orbital floor reconstruction: an animal model. *J Craniofac Surg* 1994;5:26-32.
27. Wellisz T, Kanel G, Anooshian RV. Characteristics of the tissue response to Medpor porous polyethylene implants in the human facial skeleton. *J Long Term Eff Med Implants* 1993;3:223-35.
28. Wellisz T. Reconstruction of the burned external ear using a Medpor porous polyethylene pivoting helix framework. *Plast Reconstr Surg* 1993;91:811-8.
29. Berghaus A. Porous polyethylene in reconstructive head and neck surgery. *Arch Otolaryngol* 1985;111:154-60.
30. Williams JD, Romo T 3rd, Sclafani AP, Cho H. Porous

- high-density polyethylene implants in auricular reconstruction. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1997;123:578-83.
31. Shanbhag A, Friedman HI, Augustine J, Von Recum AF. Evaluation of porous polyethylene for external ear reconstruction. Ann Plast Surg 1990;24:32-9.
 32. Lacey M, Antonyshyn O. Use of porous high-density polyethylene implants in temporal contour reconstruction. J Craniofac Surg 1993;4:74-8.
 33. Wellisz T. Clinical experience with the Medpor porous polyethylene implant. Aesthetic Plast Surg 1993;17:339-44.
 34. Can Z, Apaydin I, Ercocen AR, Demirseren ME, Sabuncuoglu B. Prefabrication of a high-density porous polyethylene implant using a vascular induction technique. Ann Plast Surg 1998;41:264-9.