

# LABORATUVAR RATLARINDA MİKROANJİYOGRAFI TEKNİĞİ

\*Tamer SEYHAN, \*Murat DENİZ, \*İ. Barış ÇAĞLAR, \*Hüseyin BORMAN

\*Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Kliniği, Ankara

## ÖZET

Ratlardaki mikrovasküler anatomiye ortaya koymak için yapılan mikroanjiyografi çekim işlemi deneyim gerektirir ve genelde araştırmacılar bu konuda zorluk çekerler. Bu makalede rat epigastrik flebi mikroanjiyografisi için karotis arter kanülasyonu ile yapılan mikroanjiyografi tekniğimiz ayrıntılı olarak anlatılmış özellikle bu konuda tecrübesiz araştırmacılara yol gösterilmesi amaçlanmıştır. Aynı teknik kullanılarak çekim yapılacak bölgeye yakın ana damarlar kanüle edilip istenilen bölgenin mikroanjiyografisi çekilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** mikroanjiyografi, epigastrik flep, rat, mikrovasküler

## MICROANGIOGRAPHY TECHNIQUE IN LABORATORY RATS

### ABSTRACT

Microangiography which reveals the microvascular anatomy of the laboratory rats is a demanding procedure especially for inexperienced investigators. We explain our microangiography technique that is performed via carotis artery to reveal the microvascular anatomy of the rat epigastric flap in details and we intend to show the way to the inexperienced investigators on this subject. The technique may be used for any region by the cannulation of main vicinity arteries by using the same injection technique.

**Keywords:** Microangiography, epigastric flap, rat, microvascular

## GİRİŞ

Deney hayvanlarındaki cerrahi flep çalışmalarında vasküler anatominin görüntülenmesi için en güvenilir yöntem mikroanjiyografidir. Kullanılan kontrast madde ve kanüle edilen damarlar farklılıklar gösterebilmekle beraber, bu işlemde temel olarak heparinli serum ile yıkanmış vasküler sisteme kontrast madde içeren bir solüsyon verilir ve daha sonra radyografik görüntüler in vivo (doku hayvan üzerinde) olarak veya in vitro (doku hayvan üzerinden çıkarılarak) olarak alınır.

Kadavra damarlarının görüntülenebilmesi için kurşun tetraoksit (Pb3O4) ve jelatin karışımı ilk defa Salmon tarafından 1936'da kullanılmıştır.<sup>1</sup> 1986'da Rees ve Taylor<sup>2</sup> suda çözünmeyen kurşun tetraoksit (Pb3O4) formu yerine suda kısmen çözünebilir turuncu renkli kurşun oksit (PbO) formunu kullanarak kontrast ve ayrıntı açısından daha kaliteli görüntüler elde edilebileceğini göstermişlerdir. Daha sonra Rees ve Taylor'un anjiyografi tekniği kadavra çalışmalarının ve deney hayvanı anjiyografilerinde değişmez yöntemi olmuştur.<sup>2</sup> Kadavralardaki anjiyografi çekimlerine göre deney hayvanlarındaki çok ince damarsal yapıların görüntülenmesi ve anjiyografi çekimi beceri gerektirir.

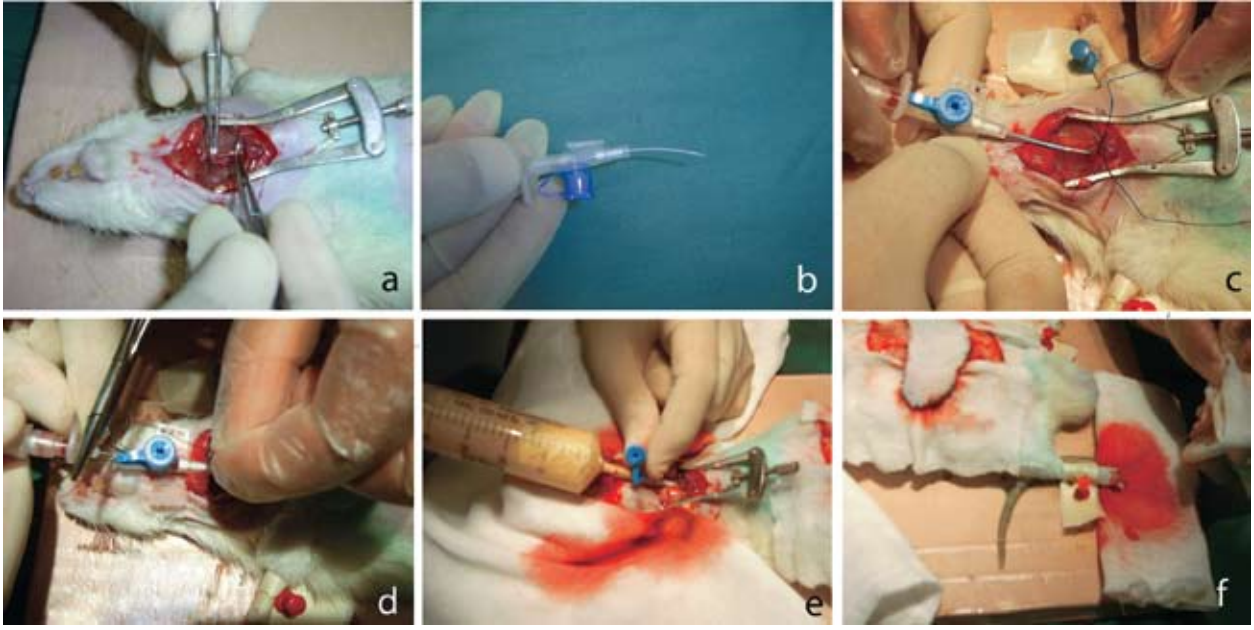
Literatürde deney hayvanlarında mikroanjiyografi çekim tekniğini aşama aşama anlatan sadece tek makaleye rastladık.<sup>3</sup> Bu nedenle bu makalede plastik cerrahide en sık kullanılan deney hayvanı olan ratlarda mikroanjiyografi çekim tekniği aşama aşama anlatıldı.

Bunun için çekim için temel olacak rat arteriyel anatomisi hakkında bilgi verildikten sonra kranial bazlı rat epigastrik ada flebinin mikroanjiyografisi için kullandığımız teknik ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Aynı teknik ratlardaki diğer bölgelerdeki mikroanjiyografi çekimleri içinde kullanılabilir.

## RAT ARTERİYEL ANATOMİSİ

Ratlardaki dolaşım sistemi diğer memelilere benzer (Resim 1a).<sup>4,5</sup> Akciğerlere giden pulmoner arter sağ ventrikülden çıkar. Aort sol ventrikülden çıktıktan sonra<sup>2</sup> torasik vertebra seviyesinden kavis yaparak inen aorta adını alır. Aortun kavis yapan kısmından brakioyosefalik trunkus, sol karotis kommunis ve sol subklayien arter çıkar. Brakioyosefalik trunkus sağ sternoklaviküler eklem seviyesinde sağ karotis kommunis ve sağ subklayien arter dallarını verir. Sağ ve sol karotis kommunisler trakea her iki yanında ilerledikten sonra tiroid bezi üst kenarında internal ve eksternal karotislere ayrılır. İnternal karotis kafa tabanı ve beyin içinde dağılırken eksternal karotis baş boyun bölgesine dağılan dallar verir (Resim 1b).<sup>6</sup>

Subklayien arterler her iki tarafta laterale doğru uzanırlar aksillaya girince aksiller arter adını alırlar. Aksillaya girmeden önce internal meme arteri, kostoservikal trunkus, vertebral arter, servikal trunkus dallarını verir. İnternal meme arteri birçok dal verdikten sonra aşağı doğru ilerler ve rat rektus abdominis kasını



**Resim 2:** (a) Sağ karotisin izole edilmesi, (b) Uç kısmına eğim verilmiş 22 numara intraket kanülü, (c) Eğimli intraket kanülü ile karotis içine girilmesi, (d) Kanülün hem proksimal hem distalden ipek sütürler ile tespiti, (e) Karotisten kontrast maddenin verilmesi, (f) Kontrast maddenin flep kenarı ve ayakta kesi alanından geldiğinin görülmesi

besleyen süperior epigastrik arter dalını verir. Aksiler arter torakoakromiyal, lateral torasik arter ve sirkumfleksosubskapuler trunkus dallarını verir. Bu arterler sırasıyla pektoral kas, kutanöz maksimus kas, latismus dorsi ve serratus anterior kaslarını beslerler.<sup>7</sup>

Aksiler arter koltuk altı çukurundan çıktıktan sonra brakial arter adını alır. Bu arter kolda profunda braki ve radial arter dalını verdikten sonra ön kolda ulnar ve median arter uç dallarına ayrılır.

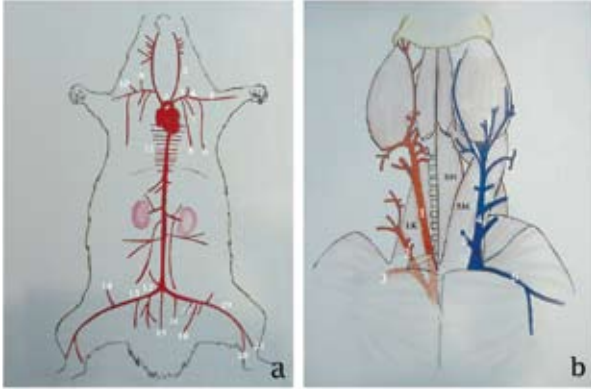
İnen aortanın abdominal ve torasik dalları mevcuttur. Torasik aortadan interkostal aralıklarda dağılan interkostal arterler, subkostal arter ve süperior frenik arterler çıkar. Abdominal aortadan iç organları besleyen dallar çıktıktan sonra sağ ve sol ortak iliyak arterler şeklinde ikiye ayrılarak sonlanır. Ortak iliyak arterler sakroilyak eklem seviyesinde iki ana dala ayrılarak devam eder. Bu dallar hipogastrik trunkus (insandaki internal iliyak arter) ve eksternal iliyak arterdir. Hipogastrik trunkustan çıkan dallar pelvis içi organ ve yapıları beslerler. Eksternal iliyak arter ise ekstremité dolaşımının ana kaynağını oluşturur. İnguinal ligaman altında femoral arter adını alır. İnguinal ligaman üzerinde eksternal iliyak arterden ayrılan podoepigastrik trunkustan derin sirkumfleks iliyak arter, inferior epigastrik arter gibi dallar ayrılır. Femoral arter inguinal ligaman altında ilk yüzeysel sirkumfleks iliyak arter dalını verir. Daha sonra yüzeysel epigastrik arter ve grasilis kasına giden musküler dalı verir. Yine "Murphy dalı" olarak adlandırılan profunda femoris arteri bölge kasları ve femurun beslenmesini sağlar. Femoral arter daha sonra biri yüzeysel diğeri derin planda devam eden iki ana ayrılarak sonlanır. Femoral arterin adduktor kanaldan derine giden dalı popliteal fossaya ulaşır ve popliteal arter adını alır. Mediyalde yüzeysel olarak seyreden dalı safen arter olarak adlandırılır. Popliteal arterden diz bölgesi kaslara giden dallar ayrıldıktan sonra anterior ve posterior tibial arterlere ayrılarak sonlanır. Bu dallar diz altı bölgesi ve ayağın dolaşımını sağlayan dallar verirler.

### RAT MİKROANJİYOĞRAFI TEKNİĞİ

Rat anestezisi sağlandıktan sonra (kullandığımız ajanlar; 60 mg/kg, IM Ketamin HCl, 10 mg/kg Xylazine IM) çalışma tahtası üzerine sırtüstü pozisyonda sabitlenir. Rat karotis kanülasyonu için boyun bölgesi her iki tarafı tıraşlanır. Trakea çevresinde her iki karotis ve juguler venler ortaya koyulacak şekilde deri, yağlı doku ve submaksiller bez eksizyonu yapılır. Saha otomatik cilt retraktörü ile açılır veya retraktör yoksa flepler yanlara yatırılarak sütüre edilir. Trakea önünde sternohiyoid kası ve sternomastoid kasları alt kısmı eksize edilerek trakea ortaya koyulur. Her iki karotis arter trakea hemen yanındaki longus kapitıs kası lateralindedir. Eksternal juguler ven ise sternomastoid kas lateralindedir ve pektoral kas ve deltoid kas arasında seyreden sefalik ven dalını verir. Sol taraf karotis arterde hazırlanır ve istenmeyen bir yaralanmada kullanılmak üzere yedekte tutulur. İşlem için sağ taraf karotisi vagustan mikro aletlerle dikkatlice ayrılır iki adet 5/0 ipek sütür ile askıya alınır (Resim 2a). Kraniyaldeki ipek sütür bağlandıktan sonra kaudal ipek halka haline getirilerek düğüm için hazır hale getirilir. Her iki ip yardımcı tarafında hafif askıya alınır. 22 numara (22G) intraketin uç kısmı bükülerek



**Resim 1:** (g) Flep altına koyulan nemli gazlı bezler ile kontrast madde artefaktlarının önlenmesi

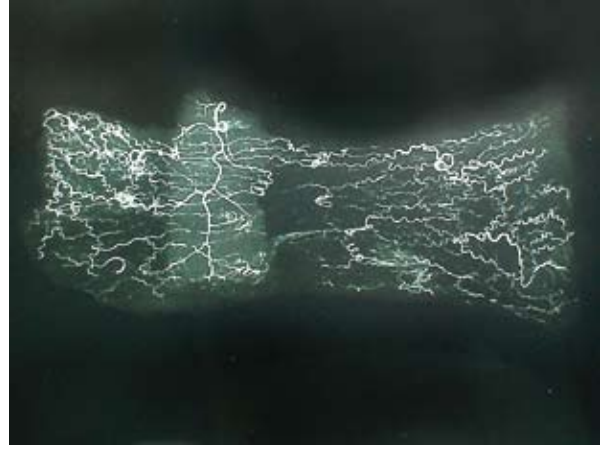


**Resim 2:** (a) Rat tüm vücut arter dolaşımı (1.aort, 2.sol karotis kommunis, 3.Sol subklaviyen arter, 4.aksiler arter, 5.brakiyal arter, 6.lateral torasik arter, 7.kostoservikal trunkus, 8.internal meme arteri, 9.vertebral arter, 10.servikal trunkus, 11.interkostal arterler, 12.pudoepigastrik trunkus, 13.internal ilyak arter, 14.süperfişyal epigastrik arter, 15.kaudal arter, 16.hipogastrik trunkus, 17.pudental dal, 18.profunda femoris arteri (Murphy dalı), 19.yüzeysel femoral arter, 20.popliteal arter, 21.safen arter. (b) Rat boyun bölgesi arter ve venleri (1.karotis kommunis, 2.servikal trunkus, 3.suklaviyen arter, 4.eksternal jugüler ven, 5.anterior juguler ven, 6.sefalik ven. SH: sternohiyoid kas, SM: sternomastoid kas, LK: longus kapitis kası)

damar eğimine paralel hale getirilir (Resim 2b). Aynı damar yolu açar gibi intraket ucu damar içine girilir ve ilerletilir (Resim 2c). Kaudaldeki ip intraket kanülünü damar içinde tespit edecek şekilde bağlanır. Daha sonra intraket iğnesi yardımcı tarafından dikkatlice çekilerek arka kısımdan arteriyel kan geldiği görüldükten sonra intraketin arka tıpası takılır. Enjeksiyonlar esnasında kanülün damar içinde geriye kaymaması için kaudal ipek sütürün uçları intraketin başlangıç kısmına da tespit edilir veya kaudaldeki ipek düğümden en az 0.5 cm kraniyalde ikinci bir ipek tespiti koyulur (Resim 2d). Yıkama solüsyonu ve kontrast maddenin venöz sistemden geri dönüşünü görmek ve kolaylaştırmak için ratın her iki taraf juguler veni açılır ve sağ ayakta birinci web aralığına kesi yapılır.

Bu arada laboratuvar görevlisi kontrast madde içeren solüsyonu ve heparinli serum fizyolojik solüsyonunu hazırlar (100 ml serum fizyolojik için 5000 IU heparin). Kontrastlı solüsyon için ticari olarak satılan toz jelatin (Gelatin 80 Bloom, Food Grade) (5 gram) 50 derecedeki 100 ml serum fizyolojik içinde eritildikten sonra %96 saflıktaki turuncu renkli kurşun oksit (PbO) tozundan 100 gr katılıp karıştırılır ve homojen bir solüsyon hazırlanır. Kurşun oksit özellikle sıcak solüsyonda uçucu (volatil) olduğu için bu işlem esnasında mutlaka maske takılmalı ve eldiven kullanılmalıdır. Solüsyonun ısı düşerse donabilir ve karıştırılmazsa kurşunda dibe çökebilir.

Vasküler yatak 250-350 gramlık ratta yaklaşık 200 –250 ml heparinli ılık (30-35 derece) serum fizyolojik ile yıkanır. Yıkama bitiminde her iki juguler venden ve ayaktaki kesiden tamamen berrak renkte sıvı geldiği görülmelidir. Heparinli SF ile yıkanan vasküler yatağa daha sonra kontrast madde içeren solüsyon 10-15 dakikada verilir (Resim 2e). Bu enjeksiyonda 250-350 gr arası ratlar için yaklaşık 75-100 ml kontrast madde genellikle yeterlidir. Renkli kontrast içeren solüsyonun kaldırılan flep kenarlarından ve ayaktaki kesiden geldiği gözlenmelidir (Resim 2f). Gelen solüsyonlar etrafı



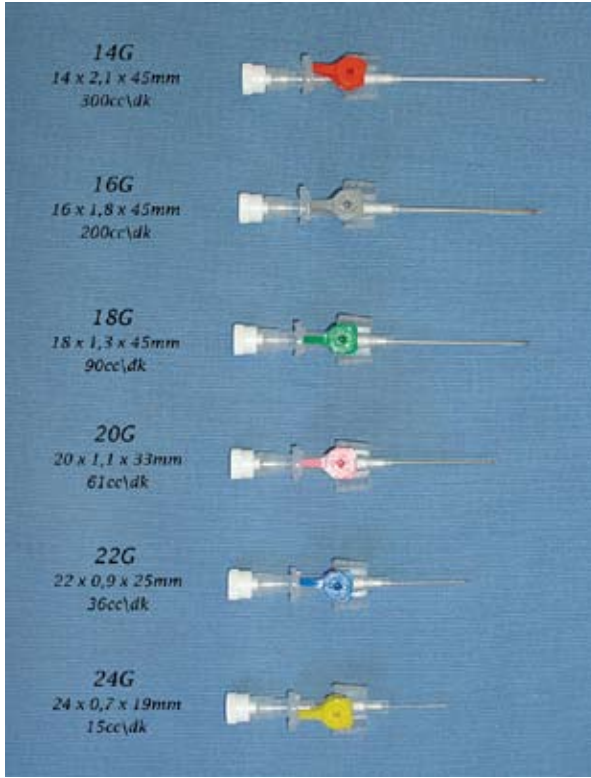
**Resim 3:** Kraniyal bazlı rat epigastrik ada flebinin anjiyografi görüntüsü.

kirletmeden aspiratörle alınır. Flepten sızan ve abdominal duvardan gelen kontrast maddenin çekim yapılacak flepte başka alanlara temas ederse görüntü artefaktlarına neden olur. Bunu önlemek için flebin altına SF ile ıslatılmış gazlı bez koyulabilir (Resim 2g). Flep yatağındaki jelatinli solüsyon yaklaşık 30 ila 60 dakikada donar. Daha sonra flep pedikülü kesilerek nemli gazlı bez üzerine yatırıldıktan sonra katlanmayacak şekilde sarılır. Flebin ön yüzünü ve pozisyonunu belli edecek şekilde üzerine yapıştırılan flastere işaret koyulur. Daha sonra +4 C derecedeki buzdolabına koyulur. Flep buzdolabında en az 8-10 saat tutulduktan sonra (Jelatinin damar yatağında tamamen donması için) mamografi cihazı (Mammo Diagnost UC, Philips, Germany) ile 66 cm mesafeden 24 kV ve 8 mAs ayarlarında filmi alınır (Resim 3).

### TARTIŞMA

Tarif ettiğimiz mikroanjiyografi tekniği ratlardaki diğer bölgelerde yapılacak mikroanjiyografi çekimleri içinde aynıdır. Diğer bölgelerde kanülasyon için anjiyografinin yapılacağı bölgeye giden en büyük ana damar seçilir. Alt ekstremité için bu abdominal aort, baş boyun için ortak karotis, tüm vücut için sol ventrikülden çıkan aorttur. Bu damarların kalınlıklarına göre uygun kalınlıkta kanül seçilir (Resim 4). Çalışmada örnek verdiğimiz 250-350 gr arası ratların karotisi için 22 G intraket kullanıldı. Verilen kontrast maddenin etrafa bulaşmadan toplanabilmesi için ana venöz damarlar da kanüle edilip sistemden dönen kontrast madde etrafa bulaşmadan toplanabilir. Kanüle edilecek damarlarının büyüklüğüne göre arteryel yatak 18-22 G, venöz taraf 14-16 G intraketler ile kanüle edilebilir.<sup>4</sup> Abdominal aort kanüle edilirse beraberinde inferior vena kava, ortak karotis beraberinde vena kava, sol ventrikül–aort kanülasyonunda ise sağ atrium- vena kava kanüle edilebilir. Venöz sistemden gelen kontrast madde kanül ucuna takılan enjektörle veya aspiratörle alınabilir. Biz mikroanjiyografi çekimleri esnasında her iki süperior vena kavalardan ve ayaktaki web aralığından gelen kontrast sızıntılarını aspiratörle çekerek etrafa bulaşmasını önledik.

Rat mikroanjiyografisi esnasında birtakım aksiliklerle karşılaşılabilir. Örneğin karotis kanülasyonu esnasında intraket ucu karotis arka yüzünü delip çıkabilir bu durumda kanül geri çekilir uç kısmı biraz daha bükülerek damara



Resim 4: Mikroanjiyografide kullanılacak kanüller ve büyüklükleri.

daha paralel hale getirilip yeniden denir. Karotis kopmadığı sürece bu işlem tekrar denenebilir. Bir diğer problem jelatin içeren kontrast maddenin ısısı düşünce damar içinde donmasıdır. Bu durumda intraketin iğnesi tekrar kanüle sokulup içinde ileri geri hareket ettirilip tıkanıklık açılmaya çalışılır. Yine kontrast çekilecek enjektörler (50 cc'lik) 50 derecelik sıvıda bekletilip solüsyonla aynı ısıya gelmesi sağlanmalı ve bulunulan ortam ısısıda soğuk olmamalıdır. Verilen solüsyonların ısısı 60 derece üzerinde olursa da dokularda ısı hasarı oluşturacağı için özellikle histopatolojik incelemelerde yanılmalara neden olabilir.

Mikroanjiyografi esnasında kontrast madde olarak genellikle kurşun oksit (PbO), iyodize mikrofil (enjekte edilebilir silikon bileşiği), micropaque (30%'luk ince baryum sülfat çözeltisi) veya baryum sülfat kullanılır.<sup>8</sup> Kurşun oksit ucuzdur ve turuncu-portakal renkli toz halinde kimyasal madde satıcılarından temin edilebilir. Ancak ağır metal olan kurşun solüsyonda dibe çökmeye meyilli olduğu için solüsyon sürekli olarak karıştırılmalıdır. Karamürsel ve arkadaşları kurşun oksitin homojen dağılması ve dibe çökmemesi için kurşun oksit içeren solüsyona selülozik tiner ve mutfak silikonu eklenmesini önermişlerdir.<sup>9</sup> Kurşun oksitle yapılan mikroanjiyografilerde kurşun toksisitesi araştırmacılar için potansiyel bir tehlike olabilir. Akut kurşun zehirlenmesi karaciğer ve böbrek hasarı ve ensefalopatiye neden olabilir.<sup>10</sup> Kurşun toksisitesini azaltmak için solüsyondaki kurşun miktarının azaltılması (100 gr / 100 ml Jelatin Solüsyonunda) önerilmiştir.<sup>11</sup> Bizde yaptığımız deneysel çalışmaların mikroanjiyografilerinde her 100 ml için 100 gr kurşun oksit ve 5 gr Jelatin içeren karışım ile oldukça net görüntüler elde ettik (Resim 3). Yine

hazırlanan solüsyonun ısısı 40 dereceyi geçmezse buharlaşan kurşun miktarında daha az olacağını belirtmişlerdir. Ancak daha düşük ısıdaki solüsyonlar ile yaptığımız çekimlerde kontrast solüsyonunun çabuk donması ve kanülün tıkanması problemi ile daha çok karşılaştık. Çalışma ortamının sık havalandırılması da buharlaşan kurşunu ortamdaki uzaklaştırır. Kurşun oksitle yaşanabilecek sorunlar nedeniyle toksik olmayan baryum sülfatın özellikle süspansiyon formu izotonik serumla sulandırılıp jelatinle karıştırılarak ta kaliteli görüntüler alınabildiği belirtilmiştir.<sup>12</sup> Kontrast maddenin efektif perfüzyonu sağlamak ve damarların disseksiyonunu kolaylaştırmak için asıcı (suspand edici) bir madde olarak jelatin kullanıyoruz yine bu amaçla nişasta, agar veya renkli latekste kullanılabilir. Ancak bu maddelerin hiçbiri radyopak değildir. Jelatin gıda ve ilaç endüstrisinde kullanılan toz halinde sarı renkli tatsız kokusuz hayvansal bir proteindir. Sığır veya domuzların kemik ve derilerinden elde edilir ve piyasadan oldukça ucuz olarak temin edilebilir. Damar içinde jel formasyonu oluşması için solüsyondaki jelatin konsantrasyonu en az % 5 olmalıdır.<sup>11</sup> Tang ve arkadaşları ilaç endüstrisinde kullanılan jelatin ile (Gelatin 300 Bloom, Sigma G-2500) ile daha iyi görüntüler elde ettiklerini ifade etmişlerdir.<sup>11</sup> Kurşun okside ilave edilen "jelatin" vasküler sistemde donarak hem kurşun oksitin damarda homojen dağılmasını sağlar, hem disseksiyonu kolaylaştırır hem de radyopak kurşunun etraf dokulara bulaşmasını zorlaştırır. Jelatinin damar içinde donması için çekim yapılacak materyal +4 derecede buzdolabında bekletildikten sonra çekim yapılır. Bu süre jelatin için en az 8-10 saat olarak belirtilmiştir.<sup>4</sup> Kurşun oksit-lateks karışımlarında (30 gr Pb3O4 + 60 ml Lateks) bu süre 2 saat olarak belirtilmiştir.<sup>13</sup> Yine kurşun oksit-lateks kullanılan kontrast solüsyonlarında solüsyonun sıcak olması şart değildir. Solüsyon hazırlandıktan sonra stabil kalır birkaç gün kullanılabilir. Renkli lateks veya mürekkep-jelatin karışımları kontrast maddenin dağılmasını önledikleri gibi damar disseksiyonlarını kolaylaştırırlar ve özellikle insan kadavra disseksiyonlarında tercih edilirler. Mikroanjiyografi çekimlerimiz esnasında lateks yerine jelatini daha ucuz olduğu ve daha kolay bulunabildiği için tercih ettik.

Mikroanjiyografinin en önemli dezavantajı 3 boyutlu anatominin sadece 2 boyutta görüntülenebilmesidir. Üç boyutlu görüntüleme için son yıllarda mikro CT ve mikro MR gibi yöntemler tariflenmekle beraber bu yöntemler çalışma maliyetini oldukça artırır.<sup>14,15</sup> Yine konvansiyonel mikroanjiyografi ile in vitro olarak 200 mikron ve altındaki damarlar görülemez daha ince damarları görmek için sinkrotron radyasyon mikroanjiyografi sistemi önerilmiştir.<sup>16</sup> Sinkrotron Radyasyon Mikroanjiyografi tekniği ile in vivo olarak ve daha ince damarlar (20-30 mikron) için çekim yapılabilir. Ayrıca bu teknikte fizyolojik koşullarda çekim yapıldığı için vasküler tonus ve anatomi daha iyi görünür.

Mikroanjiyografi çekimi standart X-ray cihazında veya yumuşak doku rezolüsyonu yüksek mamografi cihazında yapılabilir. Yumuşak doku rezolüsyonu yüksek mamografi filmlerinde görüntü daha net olur. Radyografik parametreler kilovolt değeri (kV), miliamper değeri (mA) genellikle deneme yanılma yöntemi ile ayarlanabilmekle beraber biz 66 cm mesafeden 24

kV ve 8 mAs değerlerinde net görüntüler elde ettik. Bayramiçli ve arkadaşları mamografi cihazında 66 cm mesafeden 25 kV ve 5 mA ayarlarında çekim yapılmasını, konvansiyonel radyografi cihazında ise 140 cm'den 64 kV ve 50 mA ile çekim yapılmasını önermiştir.<sup>4</sup> Kormanı konvansiyonel radyografi cihazında tüp voltajını çekim yapılacak doku kalınlığına ve fokus mesafesine göre 10 ile 35 Kv arasında değiştirebileceğini belirtmişlerdir.<sup>17</sup> Tang ve arkadaşları bu değerleri 1cm'den daha ince dokular için 44 kVp, 1 cm'den kalın dokular için 46 kVp olarak önerilmiştir.<sup>18</sup> Özek ve arkadaşları ratlardaki tüm vücut anjiyo çekimlerinde röntgen parametrelerini 100 MA, 55 Kv, 5 MAS, 1/20 saniye, alt ekstremitte çekimlerinde 50 mA, 53 Kv, 2.5 MAS, 1/20 saniye olarak belirtmişlerdir.<sup>13</sup> Farklı yayınlarda görüldüğü üzere net

olmayan bu değerler çekim yapılacak cihazın markasına göre de değişebileceğinden bu değerler cihazın otomatik moduna, deneme yanılmaya göre veya çekim yapacak teknisyenin önerisine göre ayarlanabilir.

DR. M.TAMER SEYHAN  
T. ÖZAL BULVARI PALMİYE APT. NO:81  
DAİRE:3 SEYHAN/ADANA  
Tel: 0.322.458 68 68  
0.532.335 34 55  
e-mail: tamerseyhan@yahoo.com

### KAYNAKLAR

- Salmon M. Arteres de la Peau. Paris: Mason et cie, 1936. Edited by Taylor GI, Tempest MN. London: Churchill Livingstone, 1988.
- Rees MJ, Taylor GI. A simplified lead oxide cadaver injection technique. *Plast Reconstr Surg* 1986;77(1):141-145.
- Erol OO, Spira M, Levy B. Microangiography: a detailed technique of perfusion. *J Surg Res* 1980 ; 29(5):406-13.
- Bayramiçli M. Laboratuvar sıçanının anatomisi. Ameliyat. Bayramiçli M. Deneysel mikrocerrahi. Temel Araştırma, Doku ve Organ Nakil Modelleri Argos İletişim Hizmetleri 2005;119-184,75-98.
- Van Rensburg C, Thandar AS, Moodley IG. Practical animal anatomy Butterworth Publishers Inc. Woburn, MA, 1980.
- Hebel R, Strömberg MW.: Anatomy of the laboratory Rat Williams & Wilkins Co. Baltimore, 1976.
- Greene EC: Anatomy of the Rat. New York, Hafner Publishing Company,1963.
- Bergeron L, Tang M, Morris SF. A review of vascular injection techniques for the study of perforator flaps. *Plast Reconstr Surg* 2006;117(6):2050-2057.
- Karamürsel S, Gündüşlioğlu Ö, Çelebioğlu S.: A new microopaque silicone mixture for cadaveric injection. *Plast Reconstr Surg* 2001; 108(6):1839-40.
- Maehara N. Experimental microcomputed tomography study of the 3D microangioarchitecture of tumors. *Eur Radiol* 13:1559-1565,2003. WHO Inorganic Health Criteria, EHC 165: Inorganic lead. Geneva: World Health Organization, 1995.
- Tang M, Geddes CR, Yang D, et al. Modified lead oxide-gelatin injection technique for vascular studies. *J Clin Anat* 2002;1:73-78.
- Quinodoz P, Quinodoz M, Nussbaum JL, et al. Barium sulphate and soft-tissue radiology: Allying the old and the new for the investigation of animal cutaneous circulation. *Br J Plast Surg* 2002;55(8):664-667.
- Özek C, Zhang F, Lineaweaver WC, Chin BT, Newlin L et al. New simplified radio-opaque injection technique for visualization of rat arteries. *Microsurgery* 1996;17(6):321-23.
- Lerman A, Ritman EL. Evaluation of microvascular anatomy by micro-CT. *Herz* 1999; 24(7):531-533.
- Wan SY, Kiraly AP, Ritman EL, et al. Extraction of the hepatic vasculature in rat using 3-D micro-CT images. *IEEE Trans Med Imaging* 2000;19(9):964-971.
- Ito K, Tanaka E, Mori H, Nakazawa H, Tanino R. A microangiographic technique using synchrotron radiation to visualize dermal circulation in vivo. *Plast Reconstr Surg* 1998; 102(4): 1128-33.
- Kormanı M. An experimental technique of in vivo high resolution microangiography. *Br J Radiol* 1970;43(507):180-184.
- Tang M, Yang D, Geddes CR, Morris SF. Anatomic Techniques. In P.N. Blondeel (Eds) Perforator Flaps anatomy, Technique & Clinical Applications. QMP Vol 1 2006;54-67.