

# Ekstremitte ameliyatlarında turnike açma zamanının postoperatif hematoma oluşumuna etkisi

(DeneySEL çalışma)

Önder Aydınöz<sup>(1)</sup>, Fahri Erdoğan<sup>(1)</sup>, Levent Kabasakal<sup>(2)</sup>, Nurullah Karadeniz<sup>(3)</sup>, Müjdat Ök<sup>(3)</sup>, Ercüment Yentür<sup>(4)</sup>, Tuncay Centel<sup>(5)</sup>

Turnike kullanılan ekstremitte ameliyatlarında turnikenin açılma zamanlaması konusunda farklı uygulamalar vardır. Bu deneysel çalışmada, cerrahi işlemin sonunda turnikenin açılıp kanama kontrolü yapılması ve bunu takiben yaranın kapatılarak kompresif bandaj uygulanması ile önce yaranın kapatılıp kompresif bandaj uygulanıp sonra turnikenin açılması arasında postoperatif hematoma oluşumu açısından farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Onsekiz adet tavşanın her iki alt ekstremitelerinde pnömatik turnike altında gerçekleştirilen aynı standard cerrahi uygulama sonrasında bir tarafta cerrahi işlemin bitiminde yara kapatılmadan önce turnike açılarak 2.5X büyütme altında kanama kontrolü yapılmış ve daha sonra yara kapatılarak kompresif bandaj uygulanmıştır. Diğer tarafta ise önce yara kapatılmış, kompresif bandaj uygulanmış ve sonra turnike gevşetilmiştir. Tüm hayvanların eritrositleri Tc-99m ile işaretlenerek operasyon sonrasındaki 1 saatlik dönem içerisinde oluşmuş olan hematomlar, hayvanlar sakrifiye edildikten sonra sintilasyon kamerası altında saptanarak, kalitatif ve kantitatif olarak karşılaştırılmışlardır. Kalitatif değerlendirmede 18 hayvandan 12'sinde yara kapatılmadan önce turnike gevşetilerek kanama kontrolü yapılan ekstremitede oluşan hematoma diğer ekstremitede oluşandan daha küçük bulunmuştur. Dört hayvanda diğer tarafta oluşan hematoma daha küçük iken iki hayvanda ise taraflar arasında fark bulunmamıştır. İstatistiksel incelemede iki taraf arasında ters bir uyum gözlenmiştir ( $k < 0.75$ ). Kantitatif değerlendirmede de kanama kontrolü yapılan taraflardaki hematoma oluşumu diğer taraflara göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde düşük bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Bu bulgular yara kapatılmasından önce turnikenin açılarak kanama kontrolü yapılmasının postoperatif hematoma oluşumunu azaltmada etkili olduğu görüşünü desteklemektedir.

**Anahtar kelimeler:** Turnike, hemostaz, postoperatif hematoma

## Effect of tourniquet deflation time on postoperative hematoma formation in extremity operations (An experimental study)

Timing of tourniquet release after extremity operations is a subject of controversy. Some surgeons maintain the tourniquet inflated while closing the wound and release it after applying a compressive bandage. Other group of surgeons release the tourniquet before wound closure and perform hemostasis, then close the wound and apply compressive bandage. The difference limbs of 18 rabbits after standardized operations, regarding the postoperative hematoma formation. Total tourniquet time and the procedure performed were identical on both sides except for the method of tourniquet deflation. Red blood cells of all animals were labeled with Tc-99m at the end of the procedure and after one hour allowed for hematoma formation under anesthesia all animals were sacrificed by a lethal injection. Scans were obtained after sacrifice and hematomas on both sides were viewed and measured for qualitative and quantitative comparison. Qualitatively more label was observed in the leg whose tourniquet was released after wound closure in 12 of 18 animals, in the other leg in 4 animals, while no difference between two sides was observed in 2 animals ( $K < 0.75$ ). Quantitatively more mean label was measured in the leg whose tourniquet was released after wound closure ( $p < 0.005$ ). Our results showed that releasing the tourniquet before wound closure and performing hemostasis is efficient in decreasing the postoperative hematoma formation.

**Keywords:** Tourniquet release, hemostasis, postoperative hematoma

Ekstremitte ameliyatlarının birçoğunda ameliyat esnasındaki görüş kalitesini artırmak ve kan kaybını azaltmak amacıyla turnike kullanılmaktadır. Günümüzde turnike kullanımının yararı ve gerekliliği ile ilgili bir şüphe bulunmamakla birlikte, bu ameliyatlarda turnikenin gevşetilme zamanı ile ilgili değişik uygulamalar sürmektedir. Bazı cerrahlar cerrahi işlemin bitiminde turnikeyi gevşeterek kanama kontrolü

yapmakta, bunu takiben yarayı kapatarak kompresif bandaj uygulamaktadır (9, 10). Bir diğer grup cerrah ise öncelikle yarayı kapamakta, kompresif bandaj uygulamasını yapmakta ve turnikeyi daha sonra gevşetmektedir (3). Birinci grup; yani yarayı kapamadan turnikeyi açan ve kanama kontrolü yapanlar böylelikle ameliyat sonrası dönemdeki kanama miktarının dolayısıyla da hematoma sekonder yara enfeksiyonu

(1) İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Uzman Dr.

(2) İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Uzman Dr.

(3) İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Araştırma Görevlisi

(4) İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Yard. Doç. Dr.

(5) İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Doç. Dr.

-10--1.dakika*	Anestezi induksiyonu. Hayvanın tartılması. Ameliyat bölgesi tüylerinin Kalsiyum tiyoglukolat yardımıyla uzaklaştırılması. Kanama ve pıhtılaşma zamanına bakılması. Kulak venine kanül takılması ve hayvanın sırt üstü yatırılması.
0.dakika	Bir tarafa Esmarch bandaj uygulanarak pnömatik turnike yerleştirilmesi ve şişirilmesi.
1-9. dakika	Turnike uygulanan tarafa tarif edilen cerrahi prosedürün uygulanması.
10.dakika	Diğer tarafa Esmarch bandaj uygulanarak pnömatik turnikenin şişirilmesi
11-24.dakika	Aynı cerrahi prosedürün 2. tarafa uygulanması.
25.dakika	Kulak venindeki kanülden stannoz iyon verilmesi.
26-59.dakika	2. taraf yarının kapatılması ve 1. taraf için 1 saatlik turnike süresinin dolmasının beklenmesi.
60.dakika	1. taraf turnikesinin deflasyonu.
61-69.dakika	1. tarafa lup yardımıyla hemostaz uygulanması ve yarının kapatılması ve her iki tarafa da standard basınç altında elastik bandaj uygulanması. 2. taraf için 1 saatlik turnike süresinin dolmasının beklenmesi.
70.dakika	Kulak venindeki kanülden Tc-99m enjeksiyonu ve 2. turnikenin gevşetilmesi.
71-129.dakika	Tavşanın anestezi altında hemostaz oluşumu için hareketsiz bekletilmesi ve bu esnada her iki alt ekstremitedeki perfüzyonunun sinti grafik takibi
130.dakika	Letal enjeksiyonla hayvanın sakrifikasyonu.
131.dakika	Enjektörle intrakardiak girilerek 1 ml kan alınması.
132.dakika	Her iki uylukta işaret hematoma oluşturulması
133-160.dakika	Karnın açılarak aorta ve v.cava inferiörün kanülasyonu ve alt ekstremitte kanının boşaltılması.
161-175.dakika	Sintilasyon kamerası altında 900 saniyelik sonuç sintigrafik görüntüsünün alınması.

Tablo 1: Çalışmada izlenen basamaklar ve zamanlamaları. (\*İlk turnikenin şişirilme zamanı 0 olarak kabul edildiğinden, bunun öncesinde yapılan işlemler için zaman (-) olarak bildirilmiştir.)

ve cilt problemleri risklerinin azalacağını savunmaktadır. Bu grup, turnikenin açılmasının postoperatif ödem oluşumuna önemli bir katkısı olmadığını savunmaktadır. Diğer grup, yani turnikeyi açmadan yarıyı kapayarak kompresif bandaj uygulayan ve daha sonra turnikeyi gevşetenler, böylelikle hemostazla uğraşarak ameliyat süresini gereksiz yere uzatmadıklarını ve ayrıca kompresif bir bandaj uygulaması yapılmadan önce turnikenin açılmasıyla ortaya çıkabilecek olan ödem oluşumunun da önüne geçtiklerini savunmaktadır. Literatür araştırmamıza göre; bu iki turnike gevşetme metodunun postoperatif hematoma oluşumuna etkilerini direkt olarak karşılaştıran tek kontrollü çalışma örneği olan Himel ve ark. gerçekleştirdiği hayvan deneyi (4) oldukça iyi tasarlanmış olmasına rağmen, postoperatif hematoma önlemek için yapılan kompresif bandajlar altındaki basınçların ölçülmemiş olması, deneyde kullanılan hayvanlar ile ilgili hiçbir hematolojik parametrenin araştırılmamış olması, postoperatif hematoma tayininde uygulanan sintigrafik yöntem için kullanılan işaretleme metodunda kanama miktarını etkileyebilecek heparin kullanımını gerektiren in-vitro metodun (6) kullanılmış olması nedenleriyle bizce eleştirilecek

yönlere sahiptir. Bundan dolayı belirtilen deneysel çalışma bu açılardan modifiye edilerek tekrarlanmıştır.

## Gereç ve yöntem

Bu çalışma, kliniğimiz nükleer tıp laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Deneylerde tavşanların iki bacağına aynı turnike süresi altında aynı cerrahi işlem uygulandı ancak bir tarafta turnike açılıp kanama kontrolünü takiben yara kapatıldıktan sonra elastik bandaj uygulanırken, diğer tarafta ise önce yara kapatılıp elastik bandaj uygulandıktan sonra turnike açıldı. Daha sonra hematoma oluşumu için 1 saat beklenerek hayvanlar sakrifiye edildiler. Sakrifikasyondan sonra alt ekstremitte damar sisteminin içindeki önceden teknesyum ile işaretlenmiş olan kan tamamen boşaltıldı ve böylelikle sintilasyon kamerası altında tesbit edilebilen radyoaktifitenin sadece damar sistemi dışındaki kana yani hematoma ait olması sağlanarak, iki taraf arasındaki hematoma farklılığı sintigrafik olarak araştırıldı. Verilen teknesyumun sadece damar sisteminde kalabilmesi için öncelikle stannoz iyon verilmesi gereklidir. Stannoz iyon eritrositlere, daha sonradan verilen teknesyum da stannoz iyonla bağlanmaktadır.

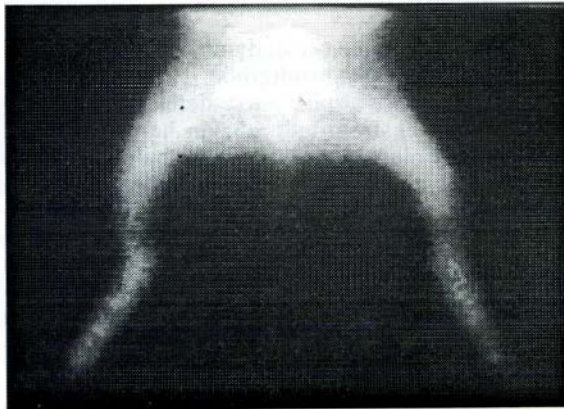
Böylelikle tesbit edilebilen radyoaktivite sadece eritrositlerin dağılımını göstermektedir. Alt ekstremitte kanı boşaltılmış olduğu için alt ekstremitedeki radyoaktivite tutulumu damar dışındaki eritrositlere, yani hematoma aittir. Deney aşamaları Tablo 1'de özetlenen çalışmada, 21 adet beyaz dişi tavşan kullanıldı. Deneyler esnasında 1 tavşan ameliyat süresince kuvvetli bir bacak hareketi ile sağ taraftaki pnömatik turnikenin gevşemesine neden oldu ve bu nedenle çalışmadan çıkarıldı. Bir tavşan henüz yara kapatılmadan, 1 tavşan ise cerrahi işlemlerin ardından elastik bandajlar uygulandıktan sonra 1 saatlik hematoma oluşumunu bekleme süresi içinde exitus oldukları için çalışmaya dahil edilemedi. Deneyin tüm aşamalarının sağlıklı bir şekilde tamamlanabildiği, ortalama ağırlıkları  $3211 \pm 439$  gr (3000-3900) olan, 18 tavşan çalışmaya dahil edilerek sakrifikasyon sonrası işlemler uygulandı. Tüm hayvanlar genel anestezi altında aneliyat edildiler. Anestezi için Ketamin HCl (Ketalar®, Parke-Davis) ve Xylazin HCl (Ronpun®, Bayer) kullanıldı. İndüksiyon, serum fizyolojik ile 1/2 oranında seyreltilmiş olan Ketamin HCl'den 37.5 mg ve %2'lik Xylazin HCl'den 1 ml (23.3 mg) i.m. yoldan uygulanarak sağlandı. Daha sonra anestezi yüzeyleştirilerek hayvanları ağrısız ve hareketsiz tutabilecek şekilde, ilk dozların yarısı miktarlarındaki, tekrar dozları gerektikçe uygulandı. Deneyler süresince Ketamin HCl minimum 66 mg, maksimum 162.5 mg. olmak üzere ortalama  $111.6 \pm 31.5$  mg toplam dozda, Xylazin HCl ise minimum 35 mg, maksimum 104.9 mg olmak üzere ortalama  $57.7 \pm 17.9$  mg. toplam dozda kullanıldı. Her hayvan için anestezi süresince kullanılan toplam anestezi ilaçları miktarı Tablo 2'de verilmiştir. Tüm hayvanlarda induksiyonun hemen sonrasında aynı araştırmacı (M.Ö.) tarafından Duke yöntemi (6) ile kanama zamanı ve lam yöntemi (11) ile pıhtılaşma zamanı tayini yapıldı.

D deney No	Tavşan No	Ağırlık (g)	Kanama zamanı (sn)	Pıhtılaşma zamanı (dk)	Ketamin Hcl (mg)	Xylazin Hcl (mg)
1	2	3300	75	7	75	46,6
2	4	3100	45	7,5	126,5	35,0
3	5	3100	60	6	77	35,0
4	6	3400	60	8	66	104,9
5	7	3100	90	7	150	69,9
6	8	3900	60	6,5	87,5	46,6
7	9	3500	75	6,5	125	69,9
8	10	3300	75	7	125	58,3
9	11	3000	45	6,5	87,5	35,0
10	12	3500	60	5,5	100	69,9
11	13	3700	75	7,5	137,5	58,3
12	14	3500	60	5	162,5	81,6
13	16	3000	90	7	137,5	81,6
14	17	3000	75	6,5	125	58,3
15	18	3300	60	7,5	175	69,9
16	19	3800	60	7,5	100	46,6
17	20	3900	75	6,5	125	46,6
18	21	3600	60	6,5	137,5	81,6
Ortalama		3211±43663.2±13,1	6,4±1.0	111,6±31,5	57,7±17,9	

Tablo 2: Çalışmaya dahil edilen tavşanların ağırlıkları, kanama ve pıhtılaşma zamanları ile tüm prosedür süresince gereken toplam anestezi ilacı miktarları

Bunun sonucunda kanama zamanları ortalaması  $63 \pm 13$  (45-90) sn, pıhtılaşma zamanları ortalaması ise  $6.4 \pm 1.0$  (5-8) dakika olarak bulundu (Tablo 2). Hayvanların her iki arka bacak posteriyöründeki tüyler ameliyatın hemen öncesinde diz üstünden topuğa kadar kalsiyum tiyoglukolat (Lapiden, C&B Kozmetik Laboratuvarı) sürülüp yaklaşık 1 dakika beklendikten sonra elle ovuşturularak uzaklaştırıldı. Kulak medial venine 22 G 1" ya da 24 G 3/4" i.v. kanül yerleştirilerek ilaç ve sintigrafi için gereken madde uygulamaları bu yoldan yapıldı. Gerekli hazırlıkları takiben önce ayak ucundan uyluk üst kesimine kadar Esmarch bandaj sarılarak bir taraf bacak kanı boşaltıldı ve takiben pnömatik turnike (VBM, Almanya) yenidoğan manşonu 300 mmHg basıncına kadar şişirildi. Daha sonra Esmarch bandaj çözülerek hayvan sırt üstü yatar durumdakinden bir yardımcı tarafından bacak tutularak ameliyat gerçekleştirildi.

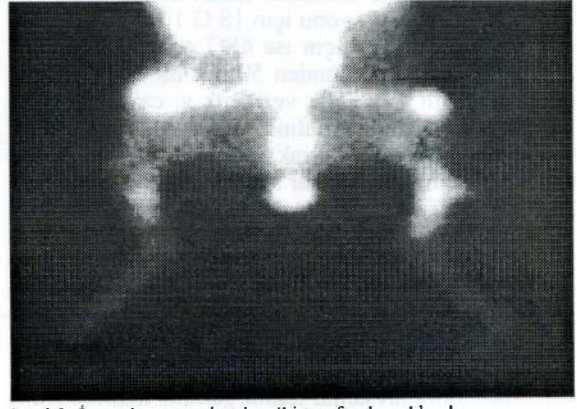
Tüm cerrahi işlemler standardizasyonun sağlanması için aynı araştırmacı (Ö.A) tarafından gerçekleştirildi. Kruris posteriyöründe popliteal bölge altında başlayıp kalkaneusa doğru inen 4 cm.'lik verti-



Şekil 1: Kompresif bandaj uygulanmasından sonra her iki ekstremitenin sintigrafik görüntüsü. Bilateral simetrik perfüzyon varlığı görülmektedir

kal insizyon yapıldı. Cilt ve cilt altı dokuları geçildikten sonra gastrokinemius ve soleus kaslarına ulaşıldı. Bu iki kas keskin disseksiyon ile ayrı ayrı ortaya konuldu ve her ikisi de muskültendinoz bileşke yerinin hemen üzerinden kesildi. 2.5X lup (Heine) yardımıyla görülebilen damar uçları koterize edildikten sonra her iki kas proksimaleri 3 adet 3/0 ipek sütür ile birbirine dikildi, distalde kalan kısımlar ise serbest bırakıldı.

İlk turnikenin şişmesinden 10 dakika sonra diğer bacağın turnikesi yine öncelikle Esmarch bandajla ekstremite kanı boşaltıldıktan sonra aynı basınçta şişirildi ve aynı cerrahi işlem diğer bacağı da uygulandı. İkinci turnikenin şişirilmesinden 15 dakika sonra kulak medial venine yerleştirilen kanülden 10-20 µg/kg (30-50 µg) stannoz iyon içeren pirofosfat (Institute of Isotopes, Budapeşte, Macaristan) verildi. Tavşan eritrositleri, heparin uygulamamak için, Pavel ve ark. tarafından tarif edilen in vivo yöntem kullanılarak işaretlendi (8). İlk turnikenin şişirilmesinden bir saat sonra bu turnike açıldı ve çıkarıldı. Tüm yeni kanama noktaları 2.5X lup büyütmesi altında bipolar elektrokoter (Petkot 50B, Petaş) ile koterize edildi. Koterizasyon sonrasında bölge serum fizyolojik ile yıkanarak temizlendi. Daha sonra her iki yara da 3/0 ipek dikişler kullanılarak kapatıldı ve standard basınç uygulanarak 10 cm enindeki elastik bandajların (Lastobant 10 cm. Kuteks®) ikiye bölünmesiyle elde edilmiş 5 cm enindeki elastik bandajlar sarıldı. Elastik bandajların uygulanmasından sonra (ilk turnike gevşetildikten sonra 10 dakika sonra) 5-7 mCi Tc-99m aynı anjiokaterden verilerek eritrositler işaretlendi ve 2. turnike de gevşetildi. Böylelikle her iki alt ekstremitede de turnike süresi 60 dakika olarak standardize edildi. Daha sonra hematoma oluşabilmesi için hayvanlar anestezi altında 1 saat daha tutuldular ve sonrasında sakrifiye edildiler. Bu süre içinde anestezi altında oldukları için hareketsizdiler ve hematoma oluşumunu etkileyebilecek ekstremite hareketleri olmadı. Ameliyatın tamamlanmasından sonra uygulanan kompresif bandaj altındaki basınçların, hayvanın sakrifikasyonuna kadar hematoma oluşması için beklenen 1 saatlik süre içinde kanama miktarını etki eden çok önemli bir faktör olduğu düşünüldü. Bu nedenle elastik bandaj altındaki basınçla-



Şekil 2: İşaretli hematoma her iki tarafta da yaklaşık aynı belirginlikteyken, kanama kontrolü yapılmamış tarafta belirgin şekilde büyük hematoma sintigrafik görüntüsü mevcuttur

Turnikenin erken açıldığı taraf	Turnikenin geç açıldığı taraf		
	Hematom +	Hematom -	Σ
Hematom +	0	4	4
Hematom -	12	2	14
Σ	12	6	18

Tablo 3: Kalitatif değerlendirme sonuçları (K= -0.50)

rında standardize edilmesi için bir metod geliştirildi.

Bu metotta manşon olarak kullanılmak üzere bir cerrahi ameliyat eldiveni (Glove-Med®, No.8, Elsan) 2. parmağı kesilerek hazırlandı. Basınç ölçer olarak tansiyon cihazı (Erka) manometresi kullanıldı. Bu ikisi arasındaki bağlantı bir transfüzyon setinden (Medi-set®) kesilerek elde edilen 50 cm.'lik plastik boru ile sağlandı. Bu plastik boru hem manometreye hem de tansiyon cihazı puar kısmına hava sızdırmayacak şekilde bağlandı. Daha sonra yaranın üzerine konan 20 mmHg basıncına kadar şişirilmiş durumdaki eldi- ven parmağının üzerinden elastik bandaj uygulandı. Bu esnada elastik bandaj uygulamasının bitiminde basıncın 40 mmHg olmasına dikkat edildi. Tavşanların tümünde her iki alt ekstremiteye de bu şekilde, aynı çift eldivenden hazırlanmış, iki ayrı düzeneğe uygulanarak elastik bandajlar altındaki basınçların eşit ve standard olması sağlandı.

Bu basınçlarda bir değişiklik olmadığı hayvanların sakrifikasyonuna kadar takip edildi. Elastik bandaj uygulamasından hemen sonra her tavşan gamma kamera (Elscint, Apex, İsrail) altına sırt üstü pozisyonda yatırıldı. Her iki bacak dolaşımının olup olmadığı ve perfüzyon kalitesi 10 dk aralıklarla alınan, 256x256 matrisde 3 dk süreli (en az 750.000 sayım) görüntülerle kontrol edildi. Böylelikle bacaklar arasında hematom oluşumunu etkileyebilecek bir perfüzyon farklılığı olmadığı denetlenmiş oldu (Şekil 1). Hematom oluşumu için beklenen 60 dakikalık sürenin sonunda tüm hayvanlar letal bir enjeksiyonla (150-200 mg. Thiopental Sodium (Pentothal® Sodium, Abbott) intravenöz uygulaması) sakrifiye edildi. Sakrifikasyonu takiben enjektörle intrakardiyal girilerek 1 ml kan alındı. Daha sonra tavşanların karınları vertikal orta hat insizyonu ile açılarak aorta ve v. cava inferior ortaya konuldu.

Her iki damar da renal arterlerin 3-4 mm altından bağlandıktan sonra kaudalde kalan kısımları kanüle edildi. Aorta kanülasyonu için 18 G 1 3/4" i.v. kanül, v. cava kanülasyonu için ise 6FG cut-down kateteri kullanıldı. Aort kanülünden 50 ml.'lik enjektör yardımıyla serum fizyolojik verilerek v. cava inf kanülünden gelen kan dışarı alındı. Bu şekilde v. cava inferiorundan tamamen berrak serum fizyolojik gelene kadar alt ekstremitede damar sisteminin yıkanması sürdürüldü. Bu işlem için ortalama 918 ± 138 ml (650-1100 ml) serum fizyolojik kullanıldı. Yıkama işlemi sonrasında sakrifikasyonun hemen ardından her iki tarafta ameliyat sahası dışına uyluk proksimalinde antero- lateralde deri altına intrakardiyal olarak alınmış olan kandan 0.3 ml enjekte edilerek işaret hematomları oluşturuldu. Sakrifikasyondan ve arteriyel yıkamadan sonra tavşanlar tekrar gamma kamera altına supin pozisyonda yatırıldı ve 15 dk süreyle 256x256 matrisde görüntüler alındı. Elde edilen görüntüler ameliyat bölgesinde biriken aktivite yoğunluğunun

Deney No	Inguinal bölge sayım farkları	Hematom bölgesi farkları
1	0.52	9.13
2	0.08	-1.37
3	0.67	-2.31
4	0.45	3.84
5	0.65	0.25
6	-1.48	2.28
7	0.31	1.27
8	0.17	7.57
9	0.05	-1.57
10	0.06	2.38
11	-1.55	43.61
12	0.71	38.68
13	2.33	5.03
14	1.78	40.15
15	-0.05	0.39
16	0.11	-5.06
17	0.36	-0.38
18	0.52	17.36
ort.±s.d	0.30±0.56	8.45±11.21
p=	0.1549	0.0255

Tablo 4: Ameliyat sahası dışındaki bir alanda (inguinal bölge) ve hematom bölgesindeki sayım farklılıkları.

belirlenmesi için kantitatif ve kalitatif olarak değerlendirildi. Kalitatif değerlendirme tecrübeli bir Nükleer Tıp uzmanınca (L.K.) hangi tarafa hangi yöntem uygulandığı bilinmeksizin kör olarak yapıldı. Her iki bacak ameliyat sahası aktivite birikimi olup olmadığı, varsa yoğunluk farkı belirtilerek değerlendirildi. Kantitatif değerlendirme için hematom bölgeleri üzerine ilgi alanları çizilerek ortalama sayımlar alındı. Elde edilen sayımlar artalan sayımları düzeltilerek, her iki bacak arasındaki ortalama aktivite yoğunluk farklılıkları saptandı. Her iki inguinal bölgeden aynı şekilde alınan sayımlar karşılaştırılarak aktivitenin homojen dağılımı denetlendi. Ayrıca işaret hematomlarının ortalama sayımları da elde edilerek hematom hacim farklılıkları saptandı. Sintigrafik sayımlar ortalama ± standard sapma (ort. ± s.d.) olarak ifade edildi. Ortalama sayımlar arasındaki farklılığın istatistiksel analizi eşli serilerde t testi ile yapıldı. p<0.05 anlamlı olarak kabul edildi. Gruplar arasındaki uyum kappa testi ile araştırıldı. K≥ 0.75 uyumlu olarak kabul edildi.

## Sonuçlar

Oluşan hematomların sintigrafik görüntüleri kalitatif olarak değerlendirildiğinde, 12 tavşanda yara kapatılmadan önce turnike gevşetilerek kanama kontrolü yapılan ekstremitede oluşan hematom diğer ekstremitede oluşandan daha küçük bulundu (Tablo 3). Dört hayvanda diğer tarafta oluşan hematom daha küçük iken iki hayvanda ise taraflar arasında fark bulunmadı. Kanama kontrolü yapılan ve yapılmayan taraflar arasındaki uyum kappa testi ile karşılaştırıldı ve K= -0.50 olması nedeniyle (K<0.75) taraflar arasında ters bir uyum olduğu bulundu. Bu da taraflar arasında hematom oluşumu yönünden farklılık olduğu şeklinde yorumlandı.

Elde edilen 18 sintigrafik görüntünün kantitatif incelenmesinde, tavşanda yara kapatılmadan önce turnike gevşetilerek kanama kontrolü yapılan ekstre-

mitede oluşan hematoma miktarının, karşı tarafta oluşana göre anlamlı olarak daha düşük olduğu bulundu (Şekil 2). Kanama kontrolü yapılan tarafta elde edilen ortalama sayım  $12.44 \pm 10.56$  iken diğer tarafta  $20.92 \pm 19.94$  olarak saptandı ( $p=0.0255$ ). Ortalama sayımlar 13 tavşanda kanama kontrolü yapılan tarafta, 5 tavşanda ise diğer tarafta daha yüksekti. Her iki inguinal bölgeden alınan sayımlar karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ( $p=0.1549$ ) (Tablo 4). Bu bulgudan hareketle her iki tarafta ameliyat sahasından elde edilen sayımlar arası farklılığın doğrudan oluşan hematoma farklılıklarına bağlı olduğu kabul edildi.

Kantitatif değerlendirmelerde her iki tarafta deri altında oluşturulan 0.3 ml miktarındaki işaret hematomlarından elde edilen sayımlar birbirleriyle karşılaştırıldığında taraflar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı. Sağ ve sol taraflar için ortalama sayımlar sırasıyla  $59.32 \pm 58.96$  ve  $33.25 \pm 29.28$  olarak bulundu ( $p=0.1458$ ). Hacmi bilinen işaret hematomlarından yararlanılarak ameliyat sahasında oluşan hematoma hacimleri hesaplandı ve kanama kontrolü yapılan tarafta  $0.11 \pm 0.05$  ml, karşı tarafta  $0.24 \pm 0.15$  ml olarak bulundu.

## Tartışma

Turnike açma zamanlamasının postoperatif hematoma oluşumuna etkisi ile ilgili görüşler özellikle el cerrahisinde tartışılmaktadır. Ancak bu konunun alt ekstremite turnike uygulamaları için de önemi açıktır. Bunnell ve Green çoğu durumda önce yarayı kapayıp kompresif bandaj uygulamayı ve sonra turnikeyi açmayı önerirken, Pulvertraft ve Tubiana cerrahi işlemin bitiminde önce turnikeyi açıp kanama kontrolü yapmayı sonra yarayı kapamayı önermektedirler (3, 4, 9, 10). Himel ve ark. turnikeyi açma zamanının postoperatif hematoma oluşumuna etkisi ile ilgili yaptıkları deneysel çalışma sonucunda turnikinin cerrahi işlem sonucunda açılıp kanama kontrolü yapılması ve yarının sonra kapatılarak elastik bandaj uygulanmasının daha az postoperatif hematoma oluşumuna neden olduğunu göstermeleri (4) daha önceden de hemostaz yapmadan yarayı kapayıp kompresif bandaj uygulayıp sonradan turnikeyi açan Green gibi yazarların uygulamalarını değiştirmemiştir (10).

Bizim çalışmamızda bu konudaki orijinal çalışma olan Himel ve ark. çalışmasından bazı farklılıklar vardır. Bu farklılıklar, eritrositlerin  $99mTc$  ile işaretlenmesi tekniğinde, ameliyat tekniğinde, ameliyat sonrası atel uygulanmamasında, postoperatif perfüzyon süresi içinde hayvanların her iki arka ekstremitesine uygulanan kompresif bandajlar altındaki basınçların standardize edilmesinde, hayvanların kanama ve pıhtılaşma zamanlarının araştırılmış olmasında ve her iki taraf arası uygulamalar arasındaki zaman farkının 30 dakika yerine 10 dakika olmasındadır.

Eritrositlerin  $Tc-99m$  ile işaretlenmesi kan havuzunun yani intravasküler kompartmanın gösterilmesinde sıkça kullanılan, kabul görmüş bir nükleer tıp yöntemidir (1).  $Tc-99m$  eritrositlere bağlandıktan

sonra büyük ölçüde vasküler yatakta kalır ve buna bağlı olarak vasküler lezyonlar, ventrikül fonksiyonu ve gastrointestinal sistem kanama yerleri tesbit edilebilir.

Eritrositlerin bağlanmasında in-vivo ve in-vitro yöntemler kullanılabilir (2). In-vivo yöntemle işaretleme sonucunda %90'lara varan işaretleme verimliliği elde edilmesine rağmen serbest kalan  $Tc-99m$ 'nin gastrointestinal sistem mukozası tarafından tutulması nedeniyle, gastrointestinal sistem kanama yeri tayini çalışmaları için in-vitro yöntemler geliştirilmiştir. Himer ve ark. çalışmalarında eritrositleri bağlamak için invitro yöntem kullanmışlardı. Bunun nedeni olarak da bu metodun gizli kanamaların lokalizasyonunun saptanmasında klinik çalışmalarla saptanmış olan yüksek sensitivitesini göstermişlerdir. Ancak in-vitro yöntemlerde koagülasyonu önlemek için heparin kullanmak zorunludur. Gastrointestinal sistem gibi serbest  $Tc-99m$ 'nin tutulabileceği bölgeler dışında in vivo yöntemler de kullanılabilir.

Biz, çalışma alanımızda serbest  $Tc-99m$  tutabilecek doku olmadığı için Himel ve ark. farklı olarak in-vivo yöntem kullanmaya karar verdik. Bu yöntemle tavşanlara kanama miktarını etkileyebilecek olan heparin verilmemiş oldu. Diğer çalışmada da kullanılan heparin miktarı çok az olması nedeniyle sonuçlar üzerinde anlamlı etki yapmış olması olasılığı çok az olmasına rağmen, bu etkinin tamamen ortadan kaldırıldığı in-vivo yöntemin kullanılmış olması bir avantajdır. Ameliyatın tamamlanmasından sonra uygulanan kompresif bandaj altındaki basınçların, hayvanın sakrifikasyonuna kadar hematoma oluşması için beklenen 1 saatlik süre içinde, kanama miktarına etki eden çok önemli bir faktör olduğu düşüncesiyle; anestezi altında 3300 gr ağırlığında bir tavşanın arka bacaklarına aynı kişi tarafından aynı sıklıkta sarılan elastik bandajların altındaki basınçlar materyal metod kısmında belirtilen şekilde incelendi ve standard olmadıkları, önemli farklılıklar gösterdikleri gözlemlendi. Anestezi altındaki bu tavşana pirofosfat ve  $Tc-99m$  verildikten sonra arka bacaklarında değişik basınçlarda denemeler yapıldı, belirtilen şekilde hazırlanmış düzeneğe başlangıç basınç değeri 20 mmHg iken bunu 40'a çıkaracak sıklıkta uygulanan elastik bandaj altındaki ekstremitede perfüzyonun bozulmadığı ve en distale kadar dolaşım kalitesinin yeterli olduğu gözlemlendi. Bu nedenle deneyler esnasında standard olarak bu basınç değerlerinde çalışıldı.

Sintilasyon kamerası altında takip edilebilen perfüzyon kalitesini bozmasa bile, farklı basınçlardaki elastik basınçların ekstremitelere kan dolaşımını farklı etkileyebileceği ve bunun da oluşan hematoma miktarına yansıtacağı göz önünde bulundurulursa, Himel ve ark. deneylerinde bu basınçların standardize edilmemiş olması bir dezavantajdır. Bu nedenle biz kompresif bandaj altında hematoma oluşumunun beklendiği 1 saatlik süre içinde, ekstremitelere perfüzyonunu sintigrafik olarak takip etmenin yanında bandaj altı basınçları da standardize ettik. Himel ve ark. deneylerinde tavşan arka bacaklarında bir tendon cerrahisi gerçekleştirmişlerdir Kesilen gastrokinemius tendonu proksimalini kesilen soleus tendonu distali-

ne dikilmiş, soleus kasından da bir segment çıkarılarak hem kanama olacak yüzey arttırılmış, hem de hematoma birikimi için boş hacim sağlanmıştır.

Ancak tenorafinin değişik gerginliklerde yapılması da perfüzyonu ve dolayısıyla kanama miktarını etkileyebilecek bir faktör olarak düşünülmüş ve çalışmamızda bu nedenle kesilen gastroknemius kası proksimali, soleus kası proksimaline dikilmiş ve distaller serbest bırakılmıştır. böylece hem hematoma oluşumu için bir boşluk oluşturulmuş hem de iki taraf arasında farklı olabilecek gerginliklere bağlı farklı perfüzyon olasılığı ortadan kaldırılmıştır. Himel ve ark. 1 saatlik postoperatif perfüzyon süresi esnasında anestezi altındaki hayvanların arka bacaklarını atelde sabit tuttuklarını belirtmişlerdir. Biz deneylerimiz esnasında böyle bir uygulama yapmadık ve bu süre içinde tavşanlar anestezi altında deney sonuçlarını etkileyebilecek herhangi bir alt ekstremitte hareketi yapmadılar. Burada önemli olan, ekstremitedeki kasılmaları önlemektir, çünkü ağrıya bağlı olabilecek bu kasılmalar ekstremitte atel içinde hareketsiz tutulabilse dahi perfüzyonu etkileyebilir.

Deneye dahil edilen hayvanların kanama ve pıhtılaşma zamanlarının basit yöntemlerle de olsa saptanması hematoma miktarları arasındaki farkın araştırıldığı bir çalışmada kanımızca gereklidir. Deneyde her iki turnike gevşetme metodunun da aynı hayvanın iki tarafı arasında karşılaştırılması bu açıdan doğabilecek sakıncayı azaltsa da Himel ve ark. deneylerinde bu konunun hiç araştırılmamış olması bir eksiklik olarak kabul edilebilir. Miller, Himel ve ark. deneyine yönelttiği eleştiride, iki bacak arasında Tc-99m enjeksiyonu esnasında farklı hemodinamik şartlar var olduğunu ve Tc-99m dağılımının bundan etkilenebileceğini bildirmiştir (7). Kanama kontrolü yapılan bacakta Tc-99m enjeksiyonu esnasında yaklaşık normal koşullar mevcutken, turnikenin kanama kontrolü yapılmadan yara kapatılıp kompresif bandaj uygulandıktan sonra açıldığı tarafta Tc-99m verildiğinde ekstremitenin reperfüzyon hiperemisi döneminde olduğunu belirtmiştir. Miller bu nedenle deneyin iki ayrı grup hayvanda tek bacakta yapılmasını önermiştir. Ancak deney iki farklı grup hayvanda tek bacakta yapılsa bile Tc-99m verilme zamanı her iki uygulama tipi için bu durumda da aynı olamayacağından, farklı hemodinamik koşullar yine geçerli olacaktır. Hemostaz yapılacak tarafta turnike açılmadan önce Tc-99m vermek olanaklı değildir, çünkü bu durumda hemostaz yapılıp yara kapanıp, kompresif bandaj yapılana kadar geçecek süre içinde tüm ameliyat sahası ve buradan direkt temasla taşınacak kanla hayvanın diğer kısımları kontamine olacak ve sintigrafik tetkik sağlıklı hale gelecektir.

Hemodinamik eşitliği sağlamak için diğer grupta yara kapatılıp, kompresif bandaj yapılıp turnike açıldıktan yarım saat sonra Tc-99m verilse, bu durumda da hematoma ilk yarım saatteki kanamaya bağlı miktarı tesbit edilemeyecektir. Bu durumda iki grup arasında aynı hemodinamik koşulları sağlamak olanaklı görülmemektedir. Hemodinamik açıdan en fazla benzerliği sağlamak, hemostaz yapılan tarafta

bu işlemi ve yara kapamayı en hızlı hale getirmek ve iki taraf arasındaki süre farkını azaltmakla mümkündür. Bu nedenle bizim çalışmamızda bu süre farkı Himel ve ark. çalışmasındaki gibi 30 dakika değil, 10 dakika olarak saptanmış ve deneyin bu aşamasında çok hızlı çalışılmıştır. Bu aşamanın hızlı gerçekleştirilmiş olması kanımızca hemostaz kalitesinde bir eksikliğe neden olmamıştır.

Hemostaz yapılan tarafta hematoma miktarının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde düşük çıkması da, yeterli hemostazın yapılabildiği olduğunu bir göstergesidir. Bizim deneyimizdeki farklı bir diğer uygulamamız da işaret hematoma oluşturmak için aldığımız kanı hayvan canlı iken letal enjeksiyonun hemen öncesinde kulak arterinden değil de, sakrifikasyonu takiben hemen intrakardiyal olarak almamızdır. Ancak bu durumun, teknesyumun damar sistemi içinde homojen dağılım göstermesi nedeniyle sonuçlar üzerinde bir etki yapması olası değildir.

Himel ve ark. çalışmasında hemostaz yapılan tarafta saptanan postoperatif hematoma miktarının daha küçük olmasına karşın, yurakıda belirtilen noktalarda yeterli standardizasyonun sağlanamamış olması ve klinik tecrübelerimiz bize sonucun böyle olmayabileceğini düşündürmüştü. Ancak belirtilen noktalarda gerekli değişiklikler sağlanarak yapılan deneysel çalışmada da benzer sonucun elde edilmiş olması, ameliyat sonunda yara kapanmadan turnikenin açılıp hemostaz yapılmasının postoperatif hematoma oluşumunu azaltacağı görüşünü desteklemiştir.

## Kaynaklar

- Callahan RJ, Ramberg KL: Radiolabeling formed elements of blood: methods and mechanism. Henkin RE (ed). *Nuclear Medicine*. Mosby-Year Book Inc. St. Louis Missouri Vol 1: 397-409, 1996.
- Callahan RJ, Froelich JW, McKosick K, et al: A modified method for the in-vivo labeling of RBC with Tc-99m. *J Nucl Med* 23: 315-318, 1982.
- Green DP: *Operative Hand Surgery* Vol 1: New York Churchill Livingstone 9, 1993.
- Himel HN, Ahmad M, Parmett SR, Strauss HW, May JW: Effect of the timing of tourniquet release on postoperative hematoma formation: an experimental animal study *Plast Reconstr Surg* Vol 83: 4: 692-698, 1989.
- Jacobs DS, Wolfson WL (eds): *Laboratory Test Handbook* (2nd Edition), Lexicomp Inc. Baltimore 376-377, 1990.
- McKusick KA, Froelich J, Callahan RJ, Winzelberg GG, Strauss HW: 99mTc-labeled red blood cells for detection of gastrointestinal bleeding: experience with 80 patients. *AJR* 137: 1113, 1981.
- Miller SH: Discussion (effect of the timing of tourniquet release on postoperative hematoma formation: an experimental animal study.) *Plast. Reconstr Surg* 83 (4): 699-700, 1989.
- Pavel D, Zimmer ZM, Patterson VN: In vivo labeling of red blood cells with 99mTc: A new approach to blood pool visualization. *J Nucl Med* 18: 305-308, 1977.
- Pulvertraft RG: The Hand. G Rob and R. Smith (Eds.), *Operative Hand Surgery* London Butterworth 4-6, 1977.
- Tubiana R: *The Hand Philadelphia Saunders* Vol. 2:35, 1985.
- Yund I: *Pratik Laboratuvar Metodları* (3. Baskı) Er-Tu Matbaası, İstanbul 363-381, 1982.

**Teşekkür:**

Bu çalışmaya değerli katkılarından dolayı başta Prof. Dr. Macit Üzel ve Prof. Dr. Çetin Önsel'e ayrıca Yard. Doç. Dr. Murat Hancı'ya, Op. Dr. Yağmur Aydın'a ve Vet. Hek. Nurten Kılıç'a teşekkürü bir borç biliriz.

**Yazışma adresi:**

Op. Dr. Önder Aydın  
İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi  
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı  
34303 İstanbul, Türkiye

