

Ekstremitte cerrahisinde turnike uygulama zamanı ve eşlik eden hastalıkların metabolik etkisi

Hasan Bombacı⁽¹⁾, Elif Bombacı⁽²⁾, İ. Metin Türkmen⁽³⁾

Haydarpaşa Numune Hastanesi'nde elektif artroskopik diz cerrahisi uygulanan 31-65 yaş arası 30 hasta çalışmaya alındı. Hastaların 13'ü erkek, 17'si kadındı. Hastalara 300 mmHg basınç ile pnömotik turnike uygulanmadan hemen önce, turnike açıldıktan hemen sonra ve 20 dakika sonra arteriyel kan gazı örnekleri alındı. PCO₂, HCO₃, pH, BE (baz açığı), K değerlerindeki değişiklikler kaydedildi. Sonuçlar student's-t test ile değerlendirildi. P<0.05 anlamlı kabul edildi. Vakalar 1 saatlik turnike süresini dikkate alarak değerlendirildiğinde bu sürenin altında ve üstünde turnike uygulanan vakalarda 3. dönem sonunda arter kan gazlarında pH değerleri dışında anlamlı bir farklılık tespit edilmedi. 20 dakikanın sonunda diğer değerlerin başlangıç değerlerine ulaştığı gözlemlendi. Buna karşılık yandaş patolojileri olan hastaların olduğu grupta 3. dönem (pCO₂, BE, pH) değerlerinde anlamlı farklılık olduğu gözlemlendi. Maksimal turnike süresinin yaklaşık 2 saati bulduğu vaka serimizde 1saatin altında ve üstünde turnike uygulamasının anlamlı bir fark yaratmaması 2 saate kadar 300 mmHg basınçlı turnike uygulamasının sağlıklı erişkinlerde güvenle uygulanabileceği, yandaş hastalığı olanlarda bu süreyi 1 saat civarında sınırlamanın daha emin olacağı kanaatine vardık.

Anahtar kelimeler: Turnike, metabolik etkileri

The application time for tourniquet in extremity surgery and metabolic effect of accompanying diseases

30 patients between 31-65 years of age who were treated with elective arthroscopic knee surgery at Haydarpaşa Numune Hospital were included in the study. Thirteen of the patients were men and 17 were women. Arterial blood samples were collected for gas analysis just before the application of pneumatic tourniquet which was used at 300 mmHg pressure, immediately and 20 minutes after the release of the tourniquet. PCO₂, HCO₃, pH, BE(base excess), variations in K values were recorded. Results were evaluated with "student's t-test" and "p values" of <0.05 was considered significant. When the cases under or over 1 hour were excluded in reference to tourniquet time, there was no significant difference in arterial blood gases except pH values. At the end of 20 minutes, other values were observed to reach initial values. Contrary to this, in the group with accompanying disease it was observed that there was a significant difference in the values (pCO₂ BE, pH) of the 3rd period. Maximum tourniquet time was approximately 2 hours in our series. We didn't see any difference in patients where tourniquet application was longer or shorter than 1 hour and we concluded that tourniquet application at 300 mmHg pressure until 2 hours is safe in healthy adults and that in patients with concomitant disease this time could be limited with 1 hour.

Keywords: Tourniquet, metabolic effects

Turnike uygulaması, ekstremitte cerrahisinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Ameliyat süresini kısalttığı gibi kan kaybını azaltır, cerraha kansız bir ortamda rahat çalışma olanağı sağlar. Bu yöntemin beraberinde çeşitli komplikasyonlar da görülebilir (5). Bunlar; turnike basıncı, uygulama tekniği ve hastada daha önceden var olan yandaş hastalığa bağlı olabilir.

Turnike uygulamasında maksimal süre yapılan hayvan deneylerinde 3 saat olarak tespit edilmiş olmasına rağmen 1 saati aşmaması tercih edilmektedir (3, 9). Ayrıca turnike uygulaması zorunlu olan uzun ameliyatlarda aralıklı turnike gevşetilmesi konusu da tartışılmakta olup 10-20 dakikalık turnike gevşetilmesinin yeterli olabileceği ileri sürülmektedir (9).

Biz bu randomize prospektif çalışmada ideal süre olarak önerilen 1 saati sınır kabul ederek bu süre altında ve üstünde turnike uygulanan hastalarda turnikenin metabolik etkisini, bu süreler sonunda 20 dakikalık metabolik toparlanma zamanının yeterli olup olmadığını araştırmayı amaçladık. Ayrıca sistemik hastalığı olan kişilerde, 20

dakikalık metabolik toparlanma süresinin tamamen sağlıklı kişilere göre farklılık gösterip göstermediğini araştırdık.

Hastalar ve yöntem

Çalışmamız Haydarpaşa Numune Hastanesi etik kurulunun izni ile Ortopedi ve Travmatoloji kliniğinde elektif artroskopi uygulanacak 31-65 yaş arası, 13 kadın 17 erkek toplam 30 hastada uygulandı. Hastalara önceden çalışma hakkında bilgi verildi ve onayları alındı. Periferik damar hastalığı, kalp rahatsızlığı kanama ve pıhtılaşma bozukluğu olanlar çalışma dışı bırakıldı.

Operasyondan önce atropin 0.015mg/kg + dolantin 1mg/kg (i.m) ile premedikasyonları yapılan hastaların her iki kolunda ulnar ve radyal arterleri Allen testi ile kontrol edildi. Operasyon salonuna alınan hastalara antekubital bölgeden damar yolu açılarak laktatlı ringer solusyonu infüzyonuna başlandı. Anestezi induksiyonu tiopental 4mg/kg + vekuronyum 0.1mg/kg ile yapıldı ve

(1) Haydarpaşa Numune Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniği Başasistanı, Uzman Dr.

(2) Haydarpaşa Numune Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon kliniği Başasistanı, Uzman Dr.

(3) Haydarpaşa Numune Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniği Şefi, Doç.Dr.

kas gevşemesini takiben endotrakeal entübasyon gerçekleştirildi. Anestezi idamesi O₂ %40 + N₂O %60 + isofluran %0.8 konsantrasyonlarda kullanılarak sağlandı. Radyal artere 22 gauge intravenöz kanül konuldu. Ayrıca EKG, sistemik arter basıncı, kalp hızı ve parsiyel oksijen saturasyonu (sPO₂) monitörizasyonu yapıldı. Operasyon uygulanacak alt ekstremitteye ekstremitedeki kan Esmarch bandajla boşaltıldıktan sonra pnömotik turnike konuldu. 300 mmHg basınç uygulanarak arteriovenöz dolaşım bloke edildi. Toplam turnike süresi kaydedildi. Arter kan gazları örnekleri turnike konulmadan önce, turnike açıldıktan hemen sonra ve açıldıktan 20 dakika sonra olmak üzere 3 kez alındı. Aynı zamanda bu sürelerde hastalarda kardiak aritmi takibi yapıldı.

Arterial kanda 1. dönem (turnike öncesi), 2. dönem (turnike açıldıktan hemen sonra) ve 3. dönemde (tumike açıldıktan 20 dakika sonra) PCO₂ (parsiyel karbondioksit basıncı), HCO₃ (bikarbonat), pH, BE (baz açığı) ve K (potasyum) değerlerindeki değişiklikler kaydedildi. 1. ve 2., 1. ve 3., 2. ve 3. dönemler arasındaki farklılıklar student's-t testi ile istatistiksel olarak değerlendirildi. p<0.05 anlamlı kabul edildi.

Bulgular

13 kadın ve 17 erkek hastanın yaş ortalaması 48.89 ± 9.55 yıl (31-65 yıl) turnike süresi 69.36 ± 28.93 (40-130 dak.) dakika bulundu. Hastaların pCO₂, pH, HCO₃, BE ve K değerleri incelendiğinde; BE, pCO₂'nin 2. dönemde anlamlı olarak yükseldiği, ancak 3. dönemde değerlerin başlangıç değerlerine yaklaştığı, aradaki farkın istatistiksel anlamlılığının olmadığı görüldü. Aynı şekilde pH değerleri de 2. dönemde 1. döneme göre anlamlı olarak düştü, diğer dönemlerde ise fark anlamsız bulundu. HCO₃, ve K değerlerinde ise istatistiksel açıdan anlamlı farklılık tespit edilmedi. Değerlerdeki değişiklikler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Çalışmamızda hastalarımızın turnike sürelerini de 60 dakikanın üzerinde ve 60 dakikanın altında olmak üzere ikiye ayırdık. 60 dakikadan az tumike uygulanan 20 hastanın ortalama tumike süresi 51.33 ± 8.82 dakika, turnike süresi 60 dakikanın üzerinde olan 10 hastanın ise ortalama tumike süresi 105.83 ± 23.32 dakika bulundu.

Bu iki gruptan turnike süresi 1 saatten kısa olan grubun pCO₂, pH, HCO₃, K ve BE değişiklikleri değerlendirildiğinde 2. dönemde pH değerindeki azalma BE değerlerinde artma istatistiksel açıdan anlamlı bulundu (p<0.05). Diğer değerlerdeki değişiklikler anlamlı değildi (p>0.05). Tumike süresi uzun olan grubun da 2. dönem

pH değeri anlamlı olarak düştü, pO₂ ve BE değeri arttı, diğer değerlerdeki değişiklikler anlamlı değildi (p>0.05) (Tablo 2). İki grup arasında, dönemlerdeki değerlerde anlamlı fark bulunmadı.

Çalışmamızda hastaları yandaş patolojilerine göre de iki gruba ayırdık. Hiç bir rahatsızlığı olmayan 14 hasta bir grubu oluştururken, sigara içen 10 hasta, regüle tip 2 diabeti olan 1, kronik bronşiti olan 2, morbid obez 1, regüle hipertansiyonu olan 2 hasta 2. gruba dahil edildi.

İki grup arasında demografik özellikler benzer bulundu (p>0.05). Grupların kendi içlerinde 1., 2. ve 3. dönem değerlendirmesi yapıldığında her iki grupta da 2. dönem pCO₂ anlamlı olarak yükselirken, pH ise anlamlı olarak düştü BE değeri arttı (p<0.05). 3. dönemin 1. dönem ile karşılaştırılmasında; sağlıklı grubun değerlerinde fark anlamsız iken yandaş hastalığı olan grupta pCO₂, BE ve pH değerleri arasındaki fark anlamlı bulundu (p<0.05). İki grup arasında fark 3. dönem için anlamlı, diğer dönemler için anlamsız bulundu (p>0.05) (Tablo 3).

Çalışmamızın hiçbir döneminde hastalarda herhangi bir kardiak aritmi tespit edilmedi. 1. dönem sistolik arter basıncı ortalaması 150 ± 8.9 mmHg, diastolik arter basıncı ortalaması 87 ± 11 mmHg iken 2. dönemde sırasıyla, 142 ± 8 mmHg ve 78 ± 10 mmHg 3. dönemde ise 159 ± 10 mmHg ve 91 ± 7.2 mmHg bulundu. Kan basınçlarında 2. dönemdeki düşme anlamlı bulundu (p<0.05).

Tartışma

Pnömotik turnike ilk kez 1904 yılında ekstremitte cerrahisinde kan kaybını minimize etmek amacıyla Cushing tarafından uygulanmaya başlanmıştır.

Tumike sonrasında görülebilecek komplikasyonlardan, ekstremitenin iskemi süresi ve turnike basısı sorumludur. Yapılan pek çok hayvan çalışmasında tumike süresinin uzaması ile iskemiye bağlı metabolitlerin progresif olarak arttığı gösterilmiştir. Paterson ve ark.'nın maymunlarda elektron mikroskopu ile yapmış oldukları bir çalışmada 1, 3 ve 5 saatlik iskemi sonrası hücrelerdeki değişiklikler incelenmiş, 1 saatlik iskemide mitokondri morfolojilerini korudukları, 3. saatte morfolojinin bozulduğu, 5. saatte ise ciddi mitokondrial hasar meydana geldiği gösterilmiştir. Kas liflerinin iskemi sonrası derlenmesi incelendiğinde ise 1 ve 3 saatlik iskemi sonrasında 1. günde kas liflerinin görünümü normal bulunmuş, 5 saatlik iskemi sonrasında ise 1. günde lifler kısmen normal, kısmen hasarlı olup yer yer polimorf nüveli lökosit infiltrasyonu gözlenmiştir. Doku örneklerinin turnikenin hemen altından alındığı incelemede ise turnikeden 3 gün sonra dahi pek çok nekrotik kas lifi görülmüştür. Bu çalışmada sadece iskemi süresinin değil aynı zamanda tumikenin neden olduğu kompresyonun da doku hasarı meydana getirdiği ortaya konmuştur. Shenton ve ark.'larının da bulguları bu doğrultudadır (8, 11). Kliniğimizde de pnömotik turnike yanında zaman zaman Esmarch turnikede kullanılmakta ve basınca bağlı paralizilerle karşılaşmaktayız. Basınç ayarlanmasının kontrol edilemediği bu yöntemde turnike uygulaması tecrübesiz kişiler tarafından yapılırsa bu komplikasyon daha sık ortaya çıkmaktadır. Esmarch tumike uygulanmasında aşırı basınç kadar yetersiz basınçta tehlikelidir. Çünkü arterial geçişin tam bloke edilemediği

	1. dönem	2. dönem	3. dönem
pCO ₂ (mmHg)	33.0 ± 4.1	40.83 ± 6.2	36.58 ± 4.9
HCO ₃ (mmol/L)	22.55 ± 1.9	23.38 ± 2.02	22.84 ± 1.9
pH	7.44 ± 0.03	7.35 ± 0.05	7.37 ± 0.02
BE (mmol/L)	-0.8 ± 1.9	-2.5 ± 1.8	-1.7 ± 1.9
K (mmol/L)	3.53 ± 0.3	3.72 ± 0.3	3.57 ± 0.1
Sistolik (mmHg)	150 ± 8.9	142 ± 8	159 ± 10
Diastolik (mmHg)	87 ± 11	78 ± 10	91 ± 7.2

Tablo 1 : Arter kan gazları ve kan basınçlarının 1., 2., ve 3. dönem değişiklikleri.

	1. dönem	1.dönem	2. dönem	2. dönem	3. dönem	3. dönem
	kısa süre	uzun süre	kısa süre	uzun süre	kısa süre	uzun süre
Turnike süresi (<60dak.>60dak)						
pCO ₂ (mmHg)	33.76 ± 4.37	33.26 ± 5.8	37.86 ± 6.19	42.39 ± 6.56	35.36 ± 5.35	38.38 ± 2.93
HCO ₃ (mmol/L)	22.41 ± 1.93	22.50 ± 2.0	21.67 ± 1.02	21.14 ± 2.41	22.08 ± 1.14	22.35 ± 2.2
pH	7.44 ± 0.02	7.44 ± 0.04	7.35 ± 0.08	7.34 ± 0.06	7.37 ± 0.03	7.37 ± 0.04
BE (mmol/L)	-0.8 ± 1.65	-1.33 ± 1.4	-2.0 ± 33	-2.50 ± 1.4	-0.9 ± 2.21	-1.8 ± 3.54
K (mmol/L)	3.48 ± 0.35	3.7 ± 0.37	3.63 ± 0.59	3.9 ± 0.43	3.5 ± 0.4	3.7 ± 0.33

Tablo 2 : Turnike süresine göre arter kan gazlarında 1., 2. ve 3. Dönem değişiklikleri

	1. dönem	1.dönem	2. dönem	2. dönem	3. dönem	3. dönem
	Hasta	Sağlıklı	Hasta	Sağlıklı	Hasta	Sağlıklı
pCO ₂ (mmHg)	33.42 ± 5.7	32.7 ± 4.1	40.28 ± 8.6	38.85 ± 3.7	39.28 ± 3.2	35.0 ± 3.4
HCO ₃ (mmol/l)	22.31 ± 1.0	22.55 ± 1.3	23.43 ± 2.2	22.61 ± 1.9	22.81 ± 1.2	22.54 ± 1.4
pH	7.63 ± 0.01	7.43 ± 0.02	7.35 ± 0.02	7.36 ± 0.01	7.36 ± 0.03	7.41 ± 0.05
BE (mmol/l)	-0.8 ± 1.3	-0.8 ± 1.5	-2.6 ± 1.1	-2.4 ± 1.3	-2.0 ± 1.7	-1.6 ± 1.1
K (mmol/l)	3.54 ± 1.3	3.7 ± 0.1	3.67 ± 3.1	3.73 ± 3.1	3.57 ± 1.33	3.74 ± 3.2

Tablo 3 : Yandaş hastalığı olanlar ile sağlıklı olanların arter kan gazları değişiklikleri.

durumlarda venöz staz kompartman içi basıncı artırarak paralizilere sebep olabilir (2).

Günümüzde yaygın olarak kullanılmakta olan pnömotik turnikenin neden olduğu ekstremitte iskemisinin sistemik etkileri ile ilgili araştırma sayısı çok değildir (4, 6, 7). Türkçe literatürde bu konuda Centel ve Seyhan'ın yayınlarında turnikenin lokal etkisi ve etkinliği araştırılmıştır (1,10). Ekstremitedeki dolaşımın tam arresi sonucunda iske mi altındaki hücrelerden ekstraselüler sıvıya salınan enzimler ve dolaşıma yansıyan pH değişiklikleri hücre iskemisinin ilk işaretleridir. İskemik sahada oluşan pH ve K değişiklikleri turnikenin açılması ile sistemik etkiler meydana getirir. Teorik olarak bu metabolik değişiklikler sistemik dolaşıma katıldığında kalp ritminin etkilenmesi beklenir. Kleneman ve ark. maymunlarda ve insanlarda ayrı ayrı yapmış oldukları çalışmalarda turnikeye bağlı metabolik değişikliklerin sistemik etkilerini araştırmışlardır. Maymunlarda 6 saate kadar turnike uygulamışlar, venöz kandaki K, pH ve HCO₃ değişikliklerinin 1 saatlik turnike sonrasında 20 dakikada, 2 ve 4 saatlik turnike sonrasında ise 40 dakikada nonnal sınırlara geldiğini, 5 saatten fazla turnike uygulanmasında ise K ve HCO₃ seviyesinin 1 saat 40 dakikada, pH'nın 2 saat sonra normal sınırlara ulaştığını bulmuşlardır. Bu çalışmada güvenilir turnike süresinin 3 saatin altında olması gerektiği belirtilmiştir (4). Kliniğimizde de serimiz dışında artroskopik diz cerrahisi uygulanan bir vakamızda 3 saati bulan turnike uygulaması sonrasında parali z gelişti. Bir ay sonra nörolojik iyileşme başlayan hastada tam iyileşmenin gerçekleşmesi 2 yılı buldu. En fazla 130 dakikalık turnike uygulanan serimizdeki sonuçları da dikkate aldığımızda 2 saatlik turnike süresini sağlıklı kişilerde güvenli bir sınır olarak belirtmek yanlış olmaz.

Newman'ın yapmış olduğu bir çalışmada ise sıçanlar-

da turnike iskemisinin neden olduğu metabolik değişiklikler, fosfor 31 nükleer magnetik rezonans spektroskopisi ile incelenmiş, iske mi sırasında intramiyoselüler pH'nın asidik olduğu, inorganik fosfor seviyesinin yükseldiği, fosfokreatin seviyesinin düştüğü, ATP seviyesinin 3,5 saatten sonra tükendiği belirtilmiştir. Metabolik düzelenin turnike açıldığında hala ATP varsa hızlı, ATP yoksa yavaş meydana geldiği, saatte 10 dakikalık turnike gevşetilmesinin ATP seviyesini koruyarak hızlı derlenme sağladığı, 5 dakikalık aralıkların ise aynı koruyuculuğu sağlayamadığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada, Paletta'nın iddia ettiğinin aksine prednizolonun ve heparinin 3 saatlik iskemide hiçbir koruyucu etkisinin olmadığı gösterilmiştir (6, 7).

Kleneman'ın insanlarda yapmış olduğu çalışmada ise turnike süresi 70-186 dakika arasında tutulmuş, turnike açıldıktan hemen sonra sağ atriumdan alınan kan örneklerinde asit-baz değişikliklerinin olmadığı ya da minimal olduğu, monitörde hiçbir aritmi gözlenmediği bildirilmiştir. Teorik olarak K gibi iskemik metabolitlerin kana hızla karışması koroner sirkülasyona da girerek kardiyak disfonksiyona neden olur. Ancak ne hayvanlarda ne de insanlarda yapılan çalışmalarda böyle bir etki gözlenmemiştir. Bu durum total kan dolaşımının venöz kompartmanında geniş bir kan volümü ile bu metabolitlerin zararsız değerlere dilüe olması şeklinde açıklanmıştır (4). Çalışmamızda K değerleri 2. dönemde hafif yükselme göstermiş olsa da istatistiksel anlamlılık bulunmamıştır. Hiçbir hastada kardiyak aritmiye rastlanmamıştır. Aynı durum pH ve asidoz için de geçerlidir. Ancak pH'da tampon sistemleri de devreye girecektir. Anemi, hipovolemi, vasküler hastalık veya metabolik asidoz durumlarında tampon sisteminin kapasitesi azalacak, bu da güvenilirlik sınırını daraltacaktır. Nitekim çalışmamızda da sigara kullanımı, kronik obstrüktif akciğer

dan oluşan çalışma grubumuzda arter kan gazlarında meydana gelen değişiklikler tumike salınımının üzerinden 20 dakika geçmesine rağmen normal değerlere ulaşmamıştır. Fakat yine de sistemik etkiler olmamış, bu parametrelerdeki bozulma kan değerleri seviyesinde kalmış, vücudun kompanseasyon sistemleri ile bertaraf edilmiştir. Bununla birlikte 20 dakika sonunda yukarıda belirtilen yandaş hastalığı olanlarda kan değerlerinde tam bir düzelme olmaması bu vakalarda 5-10 dakikalık tumike gevşetme sonrası yeniden tumike uygulamasının riskli olduğunu düşündürmektedir. Bütün bunlara ek olarak genel anestezide katekolaminlere miyokardın duyarlılığının arttığını unutmamak gerekir.

Hayvan çalışmalarında görülmüştür ki; tumikedeki sinir hasarı komprese olan sinirin iskemisinden çok kompresyonun direkt mekanik etkisiyle meydana gelmektedir. İskemi süresini araştıran hayvan çalışmalarında nörolojik komplikasyonun meydana gelmemesinin nedeni de buna bağlıdır. Çünkü bu çalışmalarda sinir hasarını oluşturmak için gerekli olan basıncın çok altında, yaklaşık 300 mmHg civarında basınçlar uygulanmıştır. Ochoa, Fowler ve Gilliat (1972) maymunlarda 1000 mmHg'lik bir basınçla, Paletta ise köpeklerde 600 mmHg'lik bir basınçla felç oluşturmuşlardır. Paletta ve ekibinin yapmış olduğu bir çalışmada köpeklerde tumike iskemisinin neden olduğu komplikasyonların önlenmesinde heparinin ve soğuk uygulamasının yararları araştırılmış, her iki yöntemin de iskemik sahada ödemi azalttığı, uygulamanın yapıldığı hayvanların hiçbirinde sinir hasarının görülmediği belirtilmiştir. Bu durumu, "heparinin tumike altında pıhtı oluşumunu engelleyerek dolaşımı koruduğu, soğukun ise metabolizmayı yavaşlatarak metabolit oluşumunu azalttığı" şeklinde açıklamışlardır (7).

Bütün bu veriler ışığında, sağlıklı genç erişkinlerde ekstremitteye maksimal 2 saate kadar ve 300 mmHg basınçla tumike uygulamasının güvenle yapılabileceği ve ayrıca arter kan gazlarını olumsuz etkileyebilecek yandaş hastalığı olan hastalarda bu süreyi 1 saat ile sınırlandırmanın, tam kardiyovasküler monitorizasyon yapılmasının

ve hastaların postoperatif dönemde de yakın takibinin komplikasyonları önleme açısından gerekli olduğu kanaatine vardık.

Kaynaklar

1. Centel T: Pes Equinovarus Ameliyatlarında Pnömatik Turnike Kullanımı Ve İnsizyon Şeklinin Sonuç Üzerine Etkisi. *IX. Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongre Kitabı*. 340-342. 1987.
2. Crenshaw A H: Surgical Techniques and Approaches. *Campbell's Operative Orthopaedics*. Ninth edition. Vol 1. 30-31. 1998.
3. Dandy D J: Basic Technique: The Standard Approach. *Operative Arthroscopy*. Editor J.B. McGinty. Lippincott-Raven. 2nd edition. 242. 1996.
4. Klenerman L, Biswas M, Hulands G H, Rhodes A M: Systemic and local effects of the application of a tourniquet. *J Bone Joint Surg* 62 (B): 385-388, 1980.
5. Maffuli N, Testa V, Capasso G: Use of a Tourniquet in the Internal Fixation of Fractures of the Distal Part of the Fibula. A prospective randomized trial. *J Bone Joint Surg*, 75 (A): 700-703, 1993.
6. Newman R J: Metabolic effects of tourniquet ischemia studied by nuclear magnetic resonance spectroscopy. *J Bone Joint Surg*, 66 (B): 434-440, 1984.
7. Paletta F, Willman V, Ship G A: Prolonged tourniquet ischemia of extremities. *J Bone Joint Surg*, 42 (A): 945-949, 1960.
8. Patterson S, Klenerman L: The effect of pneumatic tourniquets on the ultrastructure of skeletal muscle. *J Bone Joint Surg*, 61(B): 178-183, 1979.
9. Sapega A A, Happenstall R B, Chance B, Park Y S, Sokolow D: Optimizing Tourniquet Application and Release Times In Extremity Surgery. A Biochemical and Ultrastructural Study. *J Bone Joint Surg*, 67(A): 303-314, 1985.
10. Seyhan F: Turnike uygulanmış ekstremitelerdeki kan dolaşımının radyoizotop kullanılarak incelenmesi. Doçentlik tezi. İstanbul Tıp Fakültesi Çocuk Cerrahisi ve Ortopedi Kliniği. 1969.
11. Shenton D W, Spitzer S A, Mulrennan B M: Tourniquet-Induced Rhabdomyolysis. A case report. *J Bone Joint Surg*, 72 (A): 1405-6, 1990.

Yazışma adresi:

Uzman Dr. Hasan Bombacı
Barbaros Mahallesi Başkan Sokak
Soyak Gökyüzü Konutları B Blok D.44
81150 Üsküdar, İstanbul, Türkiye