

KORONER ARTER BYPASS CERRAHİSİNDE RADİYAL ARTER KULLANIMININ RADİYAL ARTER ÇIKARILAN ÖNKOLDAKİ ARTERİYEL DOLAŞIMA ETKİSİ

THE EFFECT OF RADIAL ARTERY USAGE TO THE FOREARM ARTERY CIRCULATION FOLLOWING CORONARY ARTERY BYPASS SURGERY

Dr.Zeynep Baftüzal EYLETEN, Dr.Kaan KAYA*, Dr.Mehmet ARIKBUKA, Dr.Levent YAZICIOĞLU, Dr.Ozan EMİROĞLU, Dr.Atilla ARAL, Dr.Bülent KAYA, Dr.Ümit ÖZYURDA

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi ABD., Ankara, Türkiye

* Özel Umut Kalp Hastanesi, Ankara, Türkiye

Özet

Amaç: Bu çalışmada koroner arter baypas cerrahisinde (KABC) radyal arter (RA) kullanımı, RA çıkarılan önkoldaki arteriyel dolaşıma etkisi ve preoperatif dönemde, önkol arteriyel dolaşımdaki dominansın belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Ocak 2003 ile Ocak 2005 tarihleri arasında, KABC’de RA kullanılan, 52 hasta (40 erkek, 12 kadın) çalışmaya dahil edildi. Hastaların ortalama yaşı 56 ± 7 yıl idi. RA çıkarılan önkoldaki arteriyel dolaşım, preoperatif dönemde ve operasyondan sonraki birinci yılda, renkli akım Doppler ultrasonografi ile değerlendirildi.

Bulgular: Ulnar arterin (UA) ortalama kesit alanı preoperatif dönemde 5.3 mm² iken, postoperatif dönemde belirgin olarak yükselerek 5.8 mm² oldu ($p=0.005$). UA’deki ortalama tepe sistolik hızı, preoperatif dönemde 58.9 cm/sn iken, postoperatif dönemde 73.9 cm/sn oldu ($p<0.001$). Preoperatif dönemde, RA ve UA’da ki ortalama kan akımı sırası ile 60.2 ml/dak ve 60.4 ml/dak bulundu. Postoperatif dönemde, UA’da ki ortalama kan akımı belirgin olarak yükselerek, 105 ml/dak oldu. Hastaların bir yıllık takiplerinde, iki hastanın parmak uçlarındaki minimal parestezi gerilemedi. Bunun dışında iskemik semptomla rastlanmadı.

Sonuçlar: Postoperatif dönemde, RA çıkarılan önkoldaki UA’nın artan ortalama kan akımı (105 ml/dak), preoperatif dönemdeki UA ve RA’nın ortalama kan akımları toplamından (120.6 ml/dak) daha düşük bulundu. Fakat, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Elde hiçbir iskemik komplikasyona rastlanmadı. KABC’de RA kullanılması, elin kan akımını tehlikeye sokmamakta ve seçilmiş hastalarda güvenle kullanılabilmektedir. (Damar Cer Der 2005;14(2):7-12).

Anahtar Kelimeler: KABC, Radyal Arter, Ulnar Arter

Abstract

Purpose: The aim of this study is to evaluate the forearm artery circulation preoperatively to identify arterial dominance into the hand and to describe the effects of radial artery (RA) harvest on the forearm blood flow in the harvested forearm, postoperatively.

Methods: Between January 2003 and January 2005, a total of 52 patients (40 male, 12 female) scheduled for RA harvest in CABG. Mean age was 56 ± 7 years. They were evaluated preoperatively and one year after RA harvest by color flow Doppler ultrasonography for forearm artery circulation in the harvested forearm.

Results: In the evaluation of the ulnar artery (UA); the mean cross-sectional area was 5.3 mm² preoperatively and significantly increased to 5.8 mm² postoperatively ($p=0.005$). The mean peak systolic velocity in the UA significantly increased preoperatively to postoperatively, from 58.9 cm/sec to 73.9 cm/sec ($p<0.001$). Preoperatively the mean blood flow in the RA was 60.2 ml/min and in the UA was 60.4 ml/min and postoperatively in the UA significantly rose to 105 ml/min. After one year follow-up, the patients were not complaining of any ischemic symptoms except minimal paresthesia at the fingertips in 2 patients.

Conclusion: The postoperative mean blood flow in the UA (105 ml/min), which increases to compensate the harvested RA, is lower than the preoperative total mean blood flow in the sum of the RA and the UA (120.6 ml/min), however the difference is not statistically significant. There was no ischemic complication of the hand. Blood flow to the hand will not be compromised by RA harvest and can be performed safely in selected patients. (Turkish J Vasc Surg 2005;14(2):7-12).

Keywords: Coronary artery bypass grafting; Radial artery; Ulnar artery;

Doç. Dr. Levent YAZICIOĞLU

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Kalp ve Damar Cerrahisi ABD.,
Cebeci Kalp Merkezi, Dikimevi,
Ankara, Türkiye.

e-mail : leventyazicioglu@hotmail.com

Tel : 0312 3623030-6053

0532 3246819

Faks : 0312 3624825

GİRİŞ

Radiyal arter (RA), koroner arter baypas cerrahisinde (KABC) ilk kez 1973 yılında Carpentier tarafından greft olarak kullanılmasına rağmen, 1992 yılında Acar ve arkadaşları tarafından yeniden ilgi duyulan bir greft olmuştur^[1-3]. RA greftlerinin uzun dönem patensi oranları, bu greftlerin birçok cerrah tarafından, internal mamarian arterden (İMA) sonra ikinci seçenek olarak düşünülmesine neden oldu. Özellikle genç hastalarda RA kullanımı, tam arteriyel revaskülarizasyonu olarak kabul edilir. RA'nın artan bir şekilde kullanımı, elin fonksiyonu ve dolaşım üzerindeki uzun dönem etkilerini önemli hale getirmiştir. Özellikle mesleklerinde ellerini kullanan hastalarda, uzun vadede olabilecek değişikliklerin ortaya konması gerekmektedir. Literatürde, önkolun dominant arteri üzerine yapılmış birbiri ile ters düşen bir çok yayın olsa da^[4-11], radyal arter hazırlanmasının önkolun ve elin arteriyel dolaşım üzerine etkisini ortaya koyan çok az çalışma bulunmaktadır^[12,17].

RA hazırlanması birçok komplikasyonlara neden olabilmektedir. Bu komplikasyonlar, yetersiz kollateral dolaşıma bağlı olarak soğukluk, indüklediği azalmış kavrama gücü, klaudikasyon, ülseratif lezyonlar ve amputasyon olarak karşımıza çıkmaktadır. Literatürde el iskemisi gelişimi ile ilgili sadece bir yayın olması^[18] ve elin postoperatif uzun dönem sonuçları hakkında yeterli bilgi olmamasından dolayı, RA çalışmaları'nın güvenliği hakkında tartışmalar bulunmaktadır. RA'nın bilateral hazırlanması desteklenmekle birlikte, sadece dominant olmayan kolda RA hazırlanması tercih edilmektedir. Böylelikle oluşabilecek bir komplikasyonda dominant elin korunacağı söylenmektedir. KABC'de tam arteriyel revaskülarizasyon için RA'nın gerekliliği ve RA'nın artan kullanımı, RA çalışmaları'nın güvenli bir işlem olduğunun bilimsel olarak ispatlanması gerekmektedir.

HASTALAR ve YÖNTEM

Ocak 2003 ile Ocak 2005 tarihleri arasında, KABC'de RA kullanılan, 52 hasta (40 erkek, 12 kadın) çalışmaya dahil edildi. RA, hastanın dominant olmayan kolundan hazırlandı. Daha önce el ve önkol cerrahisi veya büyük kaza geçirenler, hemodiyaliz için arteriyovenöz fistülü olanlar, ciddi kollagen damar hastası olan ve acil operasyona alınan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Preoperatif dönemde elin ve önkolun kollateral dolaşımının değerlendirilmesinde modifiye Allen testi ve ifaret parmağın palsoksimetresi kullanıldı^[19]. Pozitif Allen testi olan hastalar çalışmadan çıkarıldı.

Bu çalışma için Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul'undan onay alındı. Bütün hastalar çalışma konusunda bilgilendirilerek yazılı onayları alındı.

RA hazırlanan önkoldaki arteriyel dolaşım, preoperatif dönemde ve postoperatif 1. yılda renkli akım Doppler Ultrasonografi (USG) ile değerlendirildi. Preoperatif ve postoperatif dönemde, ifaret parmağın palsoksimetre saturasyonu, Doppler ölçümleri ile aynı gün, aynı odada ve aynı kofullarda ölçüldü. İfaret parmağın palsoksimetre saturasyonunun en yüksek numerik değeri kaydedildi. Hastalar, RA çıkarılan önkolda ve elde gelişebilecek iskemik komplikasyonların takibi açısından 3., 6. ve 12. aylarda kontrollere çağırıldı.

Radiyal Arter Hazırlama Tekniği:

Kol, masanın uzun eksenine ile 60° yapacak şekilde kol tahtası üzerine yerleştirilir. RA, düşük akımlı elektrokoter ve titanyum hemoklipler kullanılarak, dirsekteki brakioradiyal daldan el bileğine kadar, beraberindeki venler ve yumuşak doku ile birlikte çıkarıldı. RA çıkarıldıktan sonra kan, izotonik NaCl, diltiazem ve papaverin içeren izotermik solüsyon içinde muhafaza edildi. Cilt altı dokusu ve cilt katlarına uygun olarak, hemovak dren kullanılmadan kapatıldı. Kompartman sendromunu engellemek için derin fasiya sütüre edilmedi. El ve önkol, cilt kapatıldıktan sonra, elastik bandaj ile sarıldı.

KABC, hafif hipotermik (33°C) kardiyopulmoner baypas altında yapıldı. Operasyon sırasında profilaktik olarak sistemik vazodilatör ajanlar kullanılmadı.

Postoperatif ilk 24 saat, bütün hastalar devamlı intravenöz (iv) diltiazem hidroklorür infüzyonu (1 µg/kg/dak) aldı. Postoperatif 1. günden itibaren ise oral kalsiyum kanal blokeri (diltiazem 3x60mg) başlandı.

Önkoldaki Ölçümler:

Doppler USG ölçümleri aynı radyolog tarafından, hasta oturur pozisyonda, radyal ve ulnar arterlerin distal 1/3 kısmında, radyal fossa'nın 2 cm proksimalinden yapıldı.

Ölçümler, Toshiba SSA-390A Applio cihazı (Toshiba Medical System Co, Ltd, Tokyo, Japonya), 11 MHz'lik linear vasküler ve 14 MHz'lik linear matriks Doppler probları kullanılarak yapıldı. Aletler filtre moduna ve en çok alım moduna ayarlı idi, böylelikle en detaylı bilgiye artefakt olmaksızın ulaşılmakta idi. Akım hızı ölçümlerinde, doğru değerlere ulaşmak için, azami dikkat ile açının 60°'nin altında olmasına özen gösterildi.

Ameliyattan önce, ulnar ve radyal arterin kesit alanları, tepe sistolik hızları, diastol sonu hızları, gelen ve giden akım profilleri belirlendi. Çap ölçümleri, B-Mod ile gri skala görüntülerinden yapılırken; hız, akım profilleri, giden ve gelen akım paternleri renkli Doppler kullanılarak yatay görüntülerden elde edildi. Doppler ölçümleri oda sıcaklığında (22-25°C) gerçekleştirildi.

Vakaların ultrasonografik ölçümleri B-Mod ile başlatıldı. Arterlerin her segmenti, longitudinal ve transvers planda değerlendirildi ve arterlerin çapları ölçüldü. Arter çap ölçümü sırasında, arter duvarının iç ekojenitesi ve yüzeyleri de değerlendirildi. B-Mod ölçümünden sonra, RA ve UA'nın akım hızları ve akım paternleri, renkli-Mod kullanılarak longitudinal planda belirlendi. Belli bir egzersiz döneminden sonra, egzersiz sonrası spektrum ve çap değerlendirmeleri gerçekleştirildi.

İstatistiksel Analiz:

Bilgi analizleri, SSPS PC versiyonu 10 iflemci (SSPS, Inc, Chicago, III) kullanılarak yapıldı. RA ve UA

arasındaki karşılaştırma Student t test kullanılarak gerçekleştirildi. P değeri 0.05'in altında istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Hasta Demografik Verileri:

Toplam 52 hasta değerlendirmeye alındı. Bunlardan 40 tanesi erkek, 12 tanesi kadındı. Yaşın ortalama ve standart sapma değeri 56 ± 7 yıl ve ortalama vücut yüzey alanı 1.79 ± 0.3 m² bulundu. Ortalama ejeksiyon fraksiyonu $\% 55.67 \pm 13.4$ çıktı. Ortalama kardiyopulmoner baypas zamanı 85.8 ± 28.8 dakika, ortalama kros klemp zamanı 55.7 ± 24.5 dakika olarak bulundu. Bütün hastalar mortalite olmaksızın 6-12 gün arasında taburcu edildi. Hastaların demografik verileri ve klinik karakteristikleri tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1: Hastaların demografik verileri

Hasta karakteristikleri (n=52)	Değerler
Yaşı (yıl)	56 ± 7 (38 – 76)
Erkek/Kadın oran (n)	40/12
Diabetes Mellitus (n,%)	22 (%42.3)
Sigara (n,%)	42 (%80.7)
fiismanlık (n,%)	21 (%40.3)
Hiperlipidemi (n,%)	37 (%71.1)
Hipertansiyon (n,%)	34 (%65.3)
Periferik arter hastalığı (n,%)	8 (%15.3)
Çok damar koroner arter hastalığı	
2 damar hastalığı (n,%)	11 (%21.1)
3 damar hastalığı (n,%)	36 (%69.2)

Ultrasonografik Bulgular:

Preoperatif değerlendirmede, dominant olmayan koldaki RA ve UA kesit alanları sırasında ile 4.8 ± 1.15 mm² ve 5.3 ± 0.8 mm² olarak bulundu. Fark istatistiksel olarak ($p=0.03$) anlamlı bulundu. Ortalama tepe sistolik hız (tSH), RA ve UA'da sırasında ile 55.8 cm/sn ve 58.9 cm/sn bulundu ($p=0.14$). Ortalama diastolik hız RA ve UA 'da sırasında ile 10.5 cm/sn ve 10.6 cm/sn bulundu. Her iki arterin ortalama direnç indeksi 0.8 olarak ölçüldü. RA

ve UA'nın ortalama kan akımları sırası ile 60.2 ml/dak ve 60.4 ml/dak bulundu ($p=0.43$). Preoperatif dönemde ortalama kesit alanları dışında, sonuçlarda istatistiksel anlamlı bir farka rastlanmadı.

Postoperatif değerlendirilmede, UA'nın ortalama kesit alanı preoperatif değeri olan 5.3 mm²'den 5.8 mm²'ye çıktı. Bu artış belirgin olarak anlamlı bulundu ($p=0.005$). UA'nın tSH'si postoperatif dönemde 58.9 cm/sn'den 73.8 cm/sn'ye yükseldi ($p<0.001$). Postoperatif dönemde, ortalama diastolik hızda da 10.6 cm/sn'den 12.9 cm/sn'ye bir yükselme oldu ($p=0.001$). UA'nın direnç indeksi hem postoperatif hem de preoperatif dönemde 0.81 olarak ölçüldü. UA'nın preoperatif dönemde 60.4 ml/dak olan ortalama kan akımı, postoperatif dönemde 105 ml/dak olarak çıktı. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0.003$).

RA hazırlanan önkoldaki ifaret parmağın palsoksimetre saturasyonu, preoperatif ve postoperatif dönemde sırası ile 97.3 ± 1.5 ve 97.4 ± 1.4 çıktı. Preoperatif ve postoperatif sonuçlar arasında istatistiksel anlamlı bir farka rastlanmadı.

Hastaların demografik verileri ve ölçüm sonuçları arasında belirgin bir korelasyon bulunmadı. Doppler sonuçları tablo 2'de görülmektedir.

Takip Sonuçları:

Hematoma gibi yara komplikasyonu, erken postoperatif dönemde sadece bir hastada görüldü ve kısa sürede rezorbe oldu. RA hazırlanmasına bağlı olarak başka bir komplikasyon görülmedi.

Postoperatif ilk kontrolde, 5 hasta skar dokusunun affı duyarlılığından, 4 hasta ise günlük işlerini engellemeyen, parmak uçlarında olan minimal paresteziden şikayetçi oldular. İkinci kontrolde, bir hastadaki skar hipersensitivitesinin geçmesi dışında diğer şikayetlerin hepsi devam etti. Üçüncü kontrolde ise, geri kalan 4 hastadaki skar hipersensitivitesi ve minimal parestezisi olan 2 hasta tamamen iyileşmiş olarak bulundu. Bir seneden sonra, iki hasta hala paresteziden yakınmaktaydı. Hastaların takibi sırasında, klaudikasyon ve istirahat ağrısı gibi iskemik semptomla rastlanmadı.

TARTIŞMA

Önkolun dominant arteri ile ilgili karfıt görüşleri bildiren çok sayıda çalışmaya yayınlanmıştır. Daha az sayıda ki çalışmada ise, önkolun ve elin ana vaskülarizasyonunun UA ve onun kollateralleri tarafından sağlandığı bildirilmiştir^[3-6]. Fakat, De Bakey ve Simeone^[9], savaşı yaralanmalarında RA bağlanması sonrasında, el kaybının büyük oranda görüldüğünü belirtmişlerdir. 1961'de, Keen kadavrada yaptığı çalışmalarda, önkolun proksimalinde UA'nın RA'dan daha geniş olduğunu; fakat el bileğinde RA'nın UA'a göre daha büyük bir çapa ulaştığını vurgulamıştır^[10]. Riekkinen ve arkadaşları'nın çalışmasında, RA çap ve akımının UA'a göre daha büyük olduğunu göstermiştir^[11]. Fakat bizim yaptığımız çalışmada, UA'nın ortalama kesit alanının (5.3 ± 0.8 mm²), RA'nın ortalama kesit alanından (4.8 ± 1.15 mm²), anlamlı olarak büyük olduğu bulundu (tablo 2).

Tablo 2: RA ve UA'nın renkli akım Doppler USG sonuçları ve karşılaştırmaları

	Preop RA	Preop UA	Preop RA ve Preop UA p değeri	Postop UA	Preop UA Postop UA P değeri
Kesit alanı (mm ²)	4.8 ± 1.15	5.3 ± 0.8	0.03	5.8 ± 0.8	0.005
Tepe sistolik hız (cm/sn)	55.8 ± 9.4	58.9 ± 12	0.14	73.9 ± 14	<0.001
Diastolik hız (cm/sn)	10.2 ± 3.9	10.6 ± 3.7	0.59	12.9 ± 2.8	0.001
Direnç indeksi	0.8 ± 0.07	0.8 ± 0.05	0.74	0.8 ± 0.04	0.8
Akım (ml/dak)	60.2 ± 10	60.4 ± 11	0.43	105 ± 14	0.03

Pletismografi kullanılarak yapılan postoperatif çalışmalarında, Lee ve arkadaşları, RA çıkarılmasından sonra parmak kan akımında toplam bir azalma olduğunu, fakat RA yokluğunda geriye kalan UA'nın ilk iki parmağa olduğundan daha fazla kan akım sağladığını, bunun da bir otoregülatör mekanizması ile olduğunu bildirmişlerdir ^[16].

Royse ve arkadaşları, RA çıkarılmasından sonraki en azından 3 aylık dönemde, UA'daki dilatasyonunu göstermişlerdir ^[17]. Literatürde, yapılmış birçok çalışmada Doppler, dijital pletismografi ^[14], teknesyum ^[13] veya transkütanöz oksijen gerilimi ^[20] kullanılarak klinik olarak anlamı olmayan azalma gösterilmiştir. Sonuçlarımızla göre, modifiye Allen testi negatif olan hastalarda RA hazırlanmasından sonra, UA'nın kesit alanının, tepe sistolik hızının, diastol sonu hızının ve akımının belirgin olarak artması, bariz bir adaptasyon mekanizmasının göstermektedir. RA çıkarıldıktan bir sene sonra, ifaret parmağı oksijen saturasyonunun fizyolojik seviyelerde kaldığını ve trasenin deşifmesi görülmüştür. Bu adaptasyon mekanizmasına rağmen, bir sene sonra RA çıkarılan koldaki, elin toplam kan akımı %8 azalmasına rağmen, elin fonksiyonların engelleyecek iskemik komplikasyonlara rastlanmadı ve kan akımı, önkolun fizyolojik ihtiyaçlarını sağlayacak düzeyde kaldı.

Son 10 senedir, RA koroner arter cerrahisinde arteriyel greft olarak kullanılmasına rağmen, önkoldaki uzun dönem deşifliklikleri bildiren çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. RA'nın beslediği sinirler kütanöz sinirlerdir ve önemli sensör ve motor fonksiyonları olan ulnar ve median sinirlerden daha az önemlidirler. UA, ulnar ve median siniri besleyen ana damardır. Bizim çalışmamızda, RA çıkarıldıktan bir sene sonraki kontrolde iki hastada hala parestezi bulunmaktaydı. Fakat bu elin günlük kullanımını etkilemiyordu. Bizim görüşümüze göre bunlar dolaşımsal nedenlerden değil, RA'nın hazırlanma tekniği ve lokalize sinir hasarlanmasına bağlı olabilir.

Bizim yaptığımız çalışmamın sonuçları, RA ve UA'nın elin perfüzyonunda efl dominansa sahip olduğunu göstermiştir. UA'nın adaptasyonuna rağmen, elin toplam kan akımında %8'lik bir azalma olması ciddi

herhangi bir komplikasyona neden olmamaktadır. RA çıkarılmasından önce, UA patensisinin belirlenmesi ve iskemik komplikasyonların önlenmesi için doğru vasküler muayenenin yapılması gerekmektedir. Nunoo-Mensah, bir olgu sunumunda RA çıkarılmasından sonra el iskemisi geliştiği, bunun da UA'nın konjenital yokluğundan kaynaklandığı bildirilmiştir.

RA çıkarılmasından sonra, postoperatif dönemde durumu dengelemek için artan UA ortalama kan akımından anlamlı olmamasına rağmen daha azdır. Buna karşın bizim çalışmamızda, iskemik bir komplikasyona rastlanmadı ve literatürde, RA çıkarılmasından sonra iskemik komplikasyon gelişen sadece bir olgu bildirilmiştir ^[18]. RA çıkarılmasından sonra eldeki toplam kan akımının azalması, el iskemisi veya herhangi bir klinik semptoma yol açmayacak şekilde elin fizyolojik gereksinimlerini karşılayacak düzeyde olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak preoperatif dönemde UA kollateral dolaşımının yeterli olduğunun doğru olarak belirlenmesi, KABC'de RA kullanılması elin ve önkolun arteriyel dolaşımını bozmayacak ve RA güvenli bir şekilde kullanılacaktır.

KAYNAKLAR

1. Carpentier A, Guernonprez JL, Deloche A, Frechette C, DuBost C. The aorta-to-coronary radial artery bypass graft: a technique avoiding pathological changes in grafts. *Ann Thorac Surg* 1973;16:111-21.
2. Curtis JJ, Stoney WS, Alford WC, Burrus GR, Thomas CS. Intimal hyperplasia. A cause of radial artery aortocoronary bypasses graft failure. *Ann Thorac Surg* 1975;20:628-35.
3. Acar C, Jebara VA, Portoghesi M, Beyssen B, Pagny JY, Grare P, Chachques JC, Fabiani JN, Deloche A, Guernonprez JL. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1992;54:652-59.
4. Doscher W, Viswanathan B, Stein T, Margolis IB. Hemodynamic assesment of the circulation in 200 normal hands. *Ann Surg* 1983;198:776-9.
5. Lippert H, Pabst RA. Arteries of the forearm. In: Bergmann JF, ed. *Arterial variations in man: classification and frequency*. Verlag München, 1985:71-5.

6. Dietl C, Benoit C. Radial artery graft for coronary revascularization: technical considerations. *Ann Thorac Surg* 1995;60:102-10.
7. Tonks AM, Lawrence J, Lovie MJ. Comparison of ulnar and radial arterial blood-flow at the wrist. *J Hand Surg* 1995;20:240-2.
8. Patsalis T, Hoffmeister HE, Seboldt H. Arterial dominance of the hand. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1997;29:247-50.
9. DeBakey M, Simeone F. Battle injuries of the arteries in World II. *Ann Surg* 1946;123:534-79.
10. Keen J. A study of the arterial variations in the limbs, with a special reference to symmetry vascular patterns. *Am J Anat* 1961;108:245-61.
11. Riekkinen HV, Karkola KO, Kankainen A. The radial artery is larger than the ulnar. *Ann Thorac Surg* 2003;75:882-4.
12. Dumanian GA, Segalman K, Mispireta LA, Walsh JA, Hendrickson MF, Wilgis EF. Radial artery use in bypass grafting does not change digital blood flow or hand function. *Ann Thorac Surg* 1998;65:1284-7.
13. Rafael Sadaba J, Conroy JL, Burniston M, Maughan J, Munsch C. Effect of radial artery harvesting on tissue perfusion and function of the hand. *Cardiovasc Surg* 2001;9:378-82.
14. Brodman RF, Hirsh LE, Frame R. Effect of radial artery harvest on collateral forearm blood flow and digital perfusion. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;123:512-6.
15. Chong WC, Ong PJ, Hayward CS, Collins P, Moat NE. Effects of radial artery harvesting on forearm function and blood flow. *Ann Thorac Surg* 2003;75:1171-4.
16. Lee HS, Chang BC, Heo YJ. Digital blood flow after radial artery harvest for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2004;77:2071-5.
17. Royse AG, Royse MG, Maleskar A, Garg A. Harvest of the radial artery for coronary artery surgery preserves maximal blood flow of the forearm. *Ann Thorac Surg* 2004;78:539-42.
18. Nunoo-Mensah J. An unexpected complication after harvesting of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1998;66:929-31.
19. Cable DG, Mullany CJ, Schaff HV. The Allen Test. *Ann Thorac Surg* 1999;67:876-7.
20. Serricchio M, Gaudino M, Tondi P, Gasbarrini A, Gerardino L, Santoliquido A, Pola P, Possati G. Hemodynamic and functional consequences of radial artery removal for coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* 1999;84:1353-6.