

# Ropivakain ile Brakiyal Pleksus Blokajı Sonrasında Gelişen Grand Mal Konvülziyon: Olgu Sunumu

## GRAND MAL CONVULSION AFTER BRACHIAL PLEXUS BLOCKADE WITH ROPIVACAINE: A CASE REPORT

Dr. Gönül ÖLMEZ,<sup>a</sup> Dr. Mehmet Ali ÖZYILMAZ,<sup>a</sup> Dr. Haktan KARAMAN,<sup>a</sup> Dr. Ziya KAYA<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi, DİYARBAKIR

### Özet

Olgumuzda, brakiyal pleksus blokajı sırasında ropivakainin istenmeyen damar içi enjeksiyonu nedeni ile grand mal konvülziyon gelişti. Ancak kardiyak disritmi ve iletim bozukluğu olmadı. Genel anestezi ajanlarının uygulanması ile konvülziyon tamamen durdu. Ropivakain, bupivakaine göre daha iyi güvenlik profiline sahip olmasına rağmen toksik etkilerinin olduğu akıldan çıkarılmamalıdır ve regional anestezi tekniklerinin çok dikkatli uygulanması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ropivakain, toksisite, brakiyal pleksus bloğu

**Türkiye Klinikleri J Anest Reanim 2006, 4:29-33**

### Abstract

Grand mal convulsion developed during brachial plexus blockade in the patient due to unintended ropivacaine intravascular injection. However, dysrhythmia and conduction disturbances were not seen. Convulsion stopped completely by administration of common anesthetic agents. Although ropivacaine has a safety profile superior to bupivacaine the following points should be considered; it also has toxic effects and regional anesthetic application must be performed very carefully.

**Key Words:** Ropivacaine, toxicity, brachial plexus block

**B**rakiyal pleksus blokajında amid tipi uzun etkili lokal anestezi olan ropivakain başarıyla kullanılmaktadır.<sup>1,2</sup> Ropivakain güvenli bir lokal anestezi olarak görülmektedir. Yapılan araştırmalarda santral sinir sistemi (SSS) ve kardiyovasküler sistem toksisitesi oluşturan eşik değerinin aynı gruptan bupivakaine göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir.<sup>3-6</sup> Çalışmamızda ropivakain ile yapılan aksiller brakiyal pleksus blokajı sonrası grand mal konvülziyon gelişen olgumuzu ve literatürde bildirilen ropivakain toksisitesi ile ilgili diğer olgu sunumlarını gözden geçirmeyi amaçladık.

### Olgu Sunumu

Otuz bir yaşında, 61 kilo ağırlığındaki ASA I grubu erkek hasta sağ eldeki mallet finger nedeni ile elektif operasyona alındı. Hastanın tıbbi özgeçmişinde nörolojik ve kardiyak hastalığı yoktu. Hastaya anestezi tekniği anlatılıp onayı alındıktan sonra aksiller perivasküler brakiyal pleksus blokajı uygulanması planlandı. Sıvı infüzyonu için karşı koldan venöz kateter yerleştirildi ve hasta supin pozisyonda yatırıldı. Hastaya rutin monitörizasyon yapıldı (non-invaziv kan basıncı, kalp atım hızı ve SpO<sub>2</sub>). Başlangıç arteriyel tansiyonu 120/70 mm Hg ve kalp hızı 92 atım dk.<sup>-1</sup> idi. Cerrahi işlem yapılacak olan kol abduksiyona ve dirsekten 90° fleksiyona alındı. Brakiyal pleksusu tanımlamak için 5 cm, 22 G Stimupleks® iğne (Braun, Melsungen, Germany) periferik sinir stimülatörüne takılarak hazırlandı. Cilt sterilizasyonu yapıldıktan sonra aksiller arter aksiller boşlukta mümkün olduğunca proksimalden palpe edildi ve 1 mL %2

**Geliş Tarihi/Received:** 03.01.2005

**Kabul Tarihi/Accepted:** 23.06.2005

**Yazışma Adresi/Correspondence:** Dr. Gönül ÖLMEZ  
Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD,  
21280, DİYARBAKIR  
golmez@dicle.edu.tr

Copyright © 2006 by Türkiye Klinikleri

lidokain cilt infiltrasyonu için yapıldıktan sonra stimupleks iğne ile arterin hemen üstünden ve arte-re paralel girildi ve aksillanın tepesine doğru yön-lendirildi. Sinir stimülatörü ile 2 Hz frekansta ve 1 mA yoğunlukta olacak şekilde sinir uyarısı verildi. Kas kasılması görülmesi ile uyarı yoğunluğu 0.5 mA olacak şekilde kademeli olarak azaltıldı. Yeterli kas kasılması gözlemlendikten sonra aspirasyon testi yapıldı ve %1'lik 20 mL ropivakain aralıklı aspirasyon yapılarak ve kademeli olarak sinir kılıfının içine ortalama 1 dk. içinde enjekte edildi. Lokal anestezi enjeksiyonu ile sinir uyarısına cevapta azalma saptandı. İşlem sırasında hastada santral veya kardiyak toksisiteye ait bulguya rastlanmadı. Ancak enjeksiyon tamamlandıktan 30-60 saniye sonra hastamızda hiçbir prodromal belirti olmadan aniden yaygın tonik klonik kasılmalar başladı. Bunun üzerine hastaya hemen maske ile %100 oksijen verildi ve mekanik olarak solutulmaya başlandı. Bu sırada kalp hızı 120 atım/dk., arteriyel tansiyon 130/90 mmHg idi. 120 mg propofol, 10 mg diazepam ve 80 mg süksinil kolin ile genel anestezi indüksiyonu sağlandı ve endotrakeal entübasyon gerçekleştirildi. Genel anestezi indüksiyonunu takiben konvülziyonlar durdu. Entübasyondan sonraki 20 dk. boyunca genel anestezi sevofluran %2 ile idame ettirildi. Süksinil kolinin etkisi geçince relaksasyon sisatrakurium ile sağlandı. Bu sırada hastanın EKG'sinde aritmi ve iletim bozukluğu saptanmadı, bradikardi ve hipotansiyon gözlenmedi. Bu gözlem sürecinden sonra, operasyon genel anestezi altında yapıldı. Ortalama operasyon süresi 40 dk. ve genel anestezi süresi ise 55 dk. idi. Hasta sorunsuz bir şekilde uyandırıldı. Hastamızda brakial pleksus blokajına ait herhangi bir bulgu saptanmadı. Operasyonun ertesi günü ziyaret edilen hasta konvülziyon geçirdiğini hatırlamıyordu ve fiziksel veya nörolojik hiçbir sekel kalmamıştı.

### Tartışma

Brakial pleksus blokajı sonrası konvülziyon insidansı bilinmemektedir. Ancak bupivakain sonrası bu insidansı 1.2/1000'dir.<sup>7</sup> Literatürde brakial pleksus blokajı, siyatik blokaj ve epidural anestezi uygulamalarında ropivakain verilmesini takiben

gelişen kardiyak ve santral nörolojik komplikasyonlar bildirilmiştir (Tablo 1).<sup>8-19</sup> Bu olguları incelediğimizde toksik doz aralığının 0.5 mg kg<sup>-1</sup> ile 5.3 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini görmekteyiz. Bu da ropivakain toksisitesinin eşik dozunun kişiler arasında oldukça değişken olduğunu göstermektedir. Sistemik toksisite oluşumunda verilen doz, verilmiş hızı ve ilacın uygulama yeri de etkili olmaktadır. İlacın hızlı verilmesi arteriyel konsantrasyonu hızla arttırmakta ve santral toksik etkilerin daha hızlı görülmesine yol açmaktadır. Lokal anestezi damar içi uygulanmadıkları halde yüksek dozlarda uygulandıklarında kan lokal anestezi seviyesi hızla yükselecek ve toksik etkiler görülebilecektir. Bu durum literatürde aşırı doz olguları olarak bildirilmektedir.<sup>13,15</sup> Özellikle uygulama yeri damarsal yapılardan zenginse bu etki daha hızlı görülecektir.

Lokal anestezi sistematik toksisitesi, en çok, kazara yapılan intravasküler enjeksiyondan kaynaklanmaktadır.<sup>20</sup> Bizim olgumuzda da 200 mg ropivakainin brakial pleksus bloğu amacı ile uygulanmasını takiben gelişen grand mal konvülziyonun istenmeyen damar içi enjeksiyonuna bağlı olduğunu düşünüyoruz. Olgumuzda, serum ilaç konsantrasyonu belirlenmedi. Ancak hastanın özgeçmişinde özellikle epilepsi veya geçirilmiş konvülziyon öyküsü gibi herhangi bir hastalık olmaması, duyuşsal ve motor bloğun olmayışı ve lokal anestezi enjeksiyonunu takiben kısa bir süre sonra oluşması ilaca bağlı toksik reaksiyonu düşündürmektedir. Konvülziyonun çok hızlı gelişmesi intravenöz (iv) enjeksiyondan ziyade intraarteriyel enjeksiyon olasılığını akla getirmektedir. Arteriyel yoldan sistematik olarak uygulanan lokal anestezi vücudun çeşitli bölümlerine taşınır ve SSS üzerine olan etkisi daha hızlı görülür. İv olarak verilen yüksek volümde lokal anestezi de SSS ve kardiyovasküler sistem toksisitesini indüklemektedir. Korman ve ark.nın olgu sunumunda SSS toksisitesi ropivakainin interskalen blokaj amacı ile verilmesini takiben hemen gelişmiştir.<sup>8</sup> Araştırmacılar konvülziyonun hızlı başlamasının intraarteriyel enjeksiyonu desteklediğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Müler ve ark.nın olgu sunu-

**Tablo 1.** Ropivakain ile indüklenen konvülziyon ile ilgili yayınlanmış olgular.

Rejyonel anestezi tekniği	Doz (mg kg <sup>-1</sup> )	Total doz (mg)	Total plazma konsantrasyonu (mg L <sup>-1</sup> )	Kan örneğini alınma zamanı (dk.)	Nörotoksosite	Kardiyovasküler toksisite
İnterskalen blok <sup>8</sup>	2.3	150	-	-	Grandmal konvülziyon	-
Epidural anestezi <sup>9</sup>	2	120	-	-	Grandmal konvülziyon	Sinüs taşikardisi
Epidural anestezi <sup>10</sup>	0.5	20	1.4	30	Grandmal konvülziyon	-
Brakiyal plek. bloğu <sup>11</sup>	-	300	2.7	-	Grandmal konvülziyon	-
Siyatik blok <sup>12</sup>	2.5	225	3.6	7	Grandmal konvülziyon	Şiddetli kardiyak disritmi
İnterskalen blok <sup>13</sup>	6	300	6	40	Minör	Arteriyel hipertansiyon Sinüs taşikardisi
Aksiller blok <sup>13</sup>	4.5	225	4.0	25	Minör	Taşikardi
İnterskalen blok <sup>14</sup>	-	400	2.09	60	Konvülziyon	-
Brakiyal plek. bloğu <sup>15</sup>	5.3	262.5	-	-	Grandmal konvülziyon	Sinüs taşikardisi
Epidural anestezi <sup>16</sup>	-	279	-	-	Konvülziyon	-
Aksiller blok <sup>17</sup>	1.1	100	3.3	15	Grandmal konvülziyon	-
Siyatik blok <sup>18</sup>	3.2	225	3.5	15	Grandmal konvülziyon	Sinüs taşikardisi
Siyatik blok <sup>19</sup>	2.2	160	3.2	5	Grandmal konvülziyon	Ventriküler fibrilasyon

munda aksiller blok amacı ile 150 mg ropivakain uygulamasını takiben şiddetli grand mal konvülziyon gelişmiştir.<sup>17</sup> Araştırmacılar konvülziyonun hemen gelişmesini anlamlı miktarda lokal anesteziğin intravasküler verilmiş olmasına bağlamışlardır. Hastamıza uyguladığımız total ropivakain dozu 3.3 mg kg<sup>-1</sup> idi. Ancak bu doza bağlı total plazma konsantrasyonu intravasküler enjeksiyona bağlı olarak uygulandığı anda muhtemelen daha yüksektir. Zira Müller ve ark.nın olgusunda, 1.1 mg kg<sup>-1</sup> dozunda intravasküler enjeksiyonu takiben 15 dk. sonraki kan örneğinde total venöz plazma konsantrasyonu 3.3 mg L<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.<sup>17</sup> İki kompartman modeline göre enjeksiyon tamamlandığı andaki plazma konsantrasyonu ise 5.75 mg kg<sup>-1</sup> olarak tahmin edilmiştir.

Hayvan ve insan deneylerinde ropivakainin total konvülziyon yapıcı dozu bulunmaya çalışılmıştır. Feldman ve ark.nın köpekler üzerinde yaptığı laboratuvar çalışmasında iv ropivakainin konvülziyon yapıcı dozu 4.9 mg kg<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır.<sup>3</sup>

Bütün hayvanlar tiamilal ve mekanik ventilasyon uygulamasını takiben tamamen düzelmişlerdir. Koyunlar üzerinde yapılan diğer bir çalışmada, konvülziyon yapıcı doz ropivakain için 7.5 mg kg<sup>-1</sup>, bupivakain için 5 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.<sup>4</sup> Aynı çalışmada kardiyovasküler kollaps için gereken doz ropivakain için 12.9 mg kg<sup>-1</sup>, bupivakain için 8.5 mg kg<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. İnsanlarda, sağlıklı erkek gönüllüler üzerinde yapılan 2 çalışmada ropivakain 10 mg dk.<sup>-1</sup> olacak şekilde sürekli iv infüzyonu yapılmış ve insanlarda minör SSS toksisitesine yol açacak eşik değer bulunmaya çalışılmıştır.<sup>5,6</sup> Knudsen ve ark.nın çalışmasında; ilk semptomlar infüzyona başladıktan 2-8 dk. sonra oluştu.<sup>5</sup> Semptomlar oluştuğunda infüze edilen total doz 0.8-2.6 mg kg<sup>-1</sup> arasında idi. Buna karşılık gelen infüze edilen total doz ise 62-160 mg arasında idi. Bu olgularda ölçülen minimum ve maksimum pik venöz konsantrasyon ise 0.5-3.2 mg L<sup>-1</sup> idi. Bu çalışmaya göre ropivakainin SSS toksisitesi için eşik değer olarak ortalama serbest

plazma konsantrasyonu  $0.6 \text{ mg L}^{-1}$ , bupivakain için  $0.3 \text{ mg L}^{-1}$  olarak saptanmıştır. Scott ve ark.nın çalışmasında ise SSS semptomları oluşmadan tolere edilen ortalama ropivakain dozu  $124 \text{ mg}$ , bupivakain dozu ise  $99 \text{ mg}$  bulunmuştur.<sup>6</sup> İnfüzyon başladıktan sonra semptomların başlaması bupivakainde  $4 \text{ dk.}$  sonra, ropivakainde ise  $6 \text{ dk.}$  sonra olmuştur. Bu verilerden de anlaşılacağı gibi ropivakain bupivakaine göre daha güvenli görülmektedir.

Olgumuzda ropivakainin SSS etkilerinin geçmiş olduğunu düşündüğümüz için entübasyondan  $20 \text{ dk.}$  sonra operasyona devam etmeye karar verdik, nitekim Knudsen ve ark.nın çalışmasında ropivakainin santral toksik etkilerinin hepsinin kaybolması için gerekli süre  $13 \pm 11 \text{ dk.}$  olarak bulunmuştur.<sup>5</sup>

Lokal anesteziklerin yüksek sistemik konsantrasyonları sağaltıma dirençli kardiyovasküler kollapsla sonuçlanan azalmış miyokardiyal kontraktiliteye, inatçı kardiyak aritmilere ve vazodilatasyona neden olabilir.<sup>20</sup> Bu etkiler, direkt kalp kası membranı değişikliklerinden (yani kardiyak sodyum kanallarının blokajı) ve otonomik sinir sistemi inhibisyonundan kaynaklanmaktadır.<sup>21</sup> Olgumuzda kardiyak toksisite belirtileri görülmemiştir. Sadece hafif bir taşikardi ve tansiyon yükselmesi görülmüştür. Bu konvülzyonun sonucu olabilir. Sağlıklı gönüllülerde yapılan toksisite çalışmalarında hem ropivakain hem de bupivakain ile plaseboya göre kalp hızı ve kan basıncında anlamlı yükselme görülmüştür.<sup>5,6</sup> Ropivakainin kardiyotoksik etkileri daha yüksek dozlarda ortaya çıkmaktadır. Ancak olgu sunumlarını incelediğimizde kardiyotoksik etkilerinin genellikle hafif olduğunu, şiddetli olduğu durumlarda da kolay tedavi edildiğini görüyoruz. Bupivakainin indüklediği kardiyotoksik etkileri resüsite etmek ise oldukça güçtür. Bu ropivakainin en önemli avantajlarından biri gibi durmaktadır. Bu daha iyi güvenlik profili düşük lipid çözünürlüğü ya da bupivakainin rasemik yapısına karşın saf S(-) izomer olmasındandır. Bu özellikleri nedeniyle ropivakain sodyum iyon kanallarından bupivakaine göre daha hızlı dissosiyasyon olur.<sup>20,21</sup>

SSS lokal anestezik toksisitesine özellikle duyarlıdır. SSS'deki inhibitör liflerin veya merkezlerin lokal anestezik tarafından selektif olarak deprese edilmesi, nöbetler şeklinde beliren aşırı eksitator aktiviteye sebep olur. Uyanık hastada doz aşımının ilk belirtilerinin görüldüğü bölgedir.<sup>20,21</sup> Olgumuzda, SSS toksisitesine ait prodromal belirtiler görülmemiştir. Bu durum SSS'nin ropivakain toleransının iyi olduğunu göstermekle birlikte prodromal belirtiler olmayabileceği için yüksek dozlarda lokal anestezik enjeksiyonuna da yol açabilmektedir. Bu nedenle hastalara sık sık toksisiteye ait belirtileri sormak ve sözlü iletişim içinde olmak faydalı olabilir.

İstenmeyen damar içi enjeksiyon rejyonel anestezi uygulamalarında ciddi bir sorun olmaya devam etmektedir. Lokal anestezik enjeksiyonu sırasında sık aralıklarla tekrarlanan aspirasyon testi intravasküler enjeksiyondan kaçınmak için çözüm değildir. Çünkü damarlar kollabe olmuş olabilir.<sup>22</sup> Damar içi enjeksiyondan kaçınmak için sinir stimülatörünün rutin kullanılması önerilmiştir. Çünkü bazı araştırmacılar  $2 \text{ mL}$  lokal anestezik verildikten sonra sinir uyarısına oluşan cevabın azalmasının oldukça önemli olduğunu ve damar içinde bulunmadığının bir göstergesi sayılabileceğini bildirmişlerdir.<sup>23,24</sup> Ancak bizim olgumuzda ve literatürde bildirilen pek çok olguda sinir stimülatörü kullanılmış olmasına rağmen istenmeyen damar içi enjeksiyon oluşmuştur.<sup>8,13,15,18,19</sup>

Ropivakainin test dozu olarak verilmesi uygun değildir. Çünkü yüksek intravasküler dozlarda dahi SSS semptomları oluşmayabilir.<sup>25,26</sup> Owen ve ark.nın ropivakainin test dozu etkinliğini saptamak için yapmış olduğu çalışmada hastalar 4 gruba ayrılmışlardır.<sup>26</sup> Gruplara; salin, lidokain, ropivakain veya levobupivakain test dozuna benzer şekilde iv uygulamışlardır. Sonuçta ropivakain ve levobupivakain'nin test dozu uygulaması için yetersiz olduğu çünkü SSS semptomlarını göstermede yetersiz oldukları sonucuna varmışlardır. Lidokain grubunda olguların %87'sinde SSS semptomları oluşmuştur. Bu durumda yazarlar ropivakain uygulamadan önce adrenaline eklenmiş lidokain gibi başka bir lokal anesteziğin uygulanmasının uygun olabileceği önerisinde bulunmuşlardır.

Sonuç olarak, tecrübeli uygulayıcılar tarafından yapıldığı ve aspirasyon testinin negatif olduğu durumlarda bile potansiyel olarak istenmeyen damar içi enjeksiyona bağlı sistemik toksisite riski bütün rejyonal anestezi uygulamalarında vardır. Bu risk ropivakain gibi daha güvenli olduğu düşünülen ilaçlar için de geçerlidir. Tüm rejyonal anestezi uygulamaları sırasında lokal anestetik toksisitesine karşı dikkatli olmak, terapötik dozun yavaş ve bölünmüş dozlar halinde uygulanması, yeterli monitörizasyon ve kardiyopulmoner resüsitasyon koşullarının sağlanması gereklidir.

### KAYNAKLAR

- Hickey R, Candido KD, Ramamurthy S, et al. Brachial plexus block with a new local anesthetic: 0.5 per cent Ropivacaine. *Can J Anaesth* 1990;37:732-8.
- Vainionpaa VA, Haavisto ET, Huha TM, et al. A clinical and pharmacokinetic comparison of ropivacaine and bupivacaine in axillary plexus block. *Anesth Analg* 1995;81:534-8.
- Feldman HS, Arthur GR, Pitkanen M, Hurley R, Doucette AM, Covino BG. Treatment of acute systemic toxicity after the rapid intravenous injection of ropivacaine and bupivacaine in the conscious dog. *Anesth Analg* 1991;73:373-84.
- Santos AC, Arthur GR, Wlody D, De Armas P, Morishima HO, Finster M. Comparative systemic toxicity of ropivacaine and bupivacaine in nonpregnant and pregnant ewes. *Anesthesiology* 1995;82:734-40.
- Knudsen K, Beckman Suurkula M, Blomberg S, Sjøvall J, Edvardsson N. Central nervous and cardiovascular effects of i.v. infusions of ropivacaine, bupivacaine and placebo in volunteers. *Br J Anaesth* 1997;78:507-14.
- Scott DB, Lee A, Fagan D, Bowler GM, Bloomfield P, Lundh R. Acute toxicity of ropivacaine compared with that of bupivacaine. *Anesth Analg* 1989;69:563-9.
- Brown DL, Ransom DM, Hall JA, Leicht CH, Schroeder DR, Offord KP. Regional anesthesia and local anesthetic-induced systemic toxicity: Seizure frequency and accompanying cardiovascular changes. *Anesth Analg* 1995;81:321-8.
- Korman B, Riley RH. Convulsions induced by ropivacaine during interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg* 1997;85:1128-9.
- Abouleish EI, Elias M, Nelson C. Ropivacaine-induced seizure after extradural anaesthesia. *Br J Anaesth* 1998;80:843-4.
- Plowman AN, Bolsin S, Mather LE. Central nervous system toxicity attributable to epidural ropivacaine hydrochloride. *Anaesth Intensive Care* 1998;26:204-6.
- Raeder JC, Drosdahl S, Klaastad O, et al. Axillary brachial plexus block with ropivacaine 7.5 mg/ml. A comparative study with bupivacaine 5 mg/ml. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999;43:794-8.
- Ruetsch YA, Fattinger KE, Borgeat A. Ropivacaine-induced convulsions and severe cardiac dysrhythmia after sciatic block. *Anesthesiology* 1999;90:1784-6.
- Ala-Kokko TI, Lopponen A, Alahuhta S. Two instances of central nervous system toxicity in the same patient following repeated ropivacaine-induced brachial plexus block. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000;44:623-6.
- Mardirosoff C, Dumont L. Convulsions after the administration of high dose ropivacaine following an interscalenic block. *Can J Anaesth* 2000;47:1263.
- Eledjam JJ, Gros T, Viel E, Mazoit JX, Bassoul B. Ropivacaine overdose and systemic toxicity. *Anaesth Intensive Care* 2000;28:705-7.
- Bisschop DY, Alardo JP, Razgallah B, et al. Seizure induced by ropivacaine. *Ann Pharmacother* 2001;35:311-3.
- Muller M, Litz RJ, Huler M, Albrecht DM. Grand mal convulsion and plasma concentrations after intravascular injection of ropivacaine for axillary brachial plexus blockade. *Br J Anaesth* 2001;87:784-7.
- Petitjeans F, Mion G, Puidupin M, Tourtier JP, Hutson C, Saissy JM. Tachycardia and convulsions induced by accidental intravascular ropivacaine injection during sciatic block. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002;46:616-7.
- Klein SM, Pierce T, Rubin Y, Nielsen KC, Steele SM. Successful resuscitation after ropivacaine-induced ventricular fibrillation. *Anesth Analg* 2003;97:901-3.
- Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK. Lokal Anestezikler. In: Zahide Elar, ed. 3. Baskı. Klinik Anestezi El Kitabı. İstanbul: Logos; 1999. p.151-62.
- Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ. *Clinical Anesthesiology*. 3<sup>rd</sup> ed. Los Angeles: McGraw-Hill Co; 2002. p.233-41.
- Checketts MR, Wildsmith JA. Accidental i.v. injection of local anaesthetics: An avoidable event? *Br J Anaesth* 1998;80:710-1.
- Montgomery SJ, Raj PP, Nettles D, Jenkins MT. The use of the nerve stimulator with standard unsheathed needles in nerve blockade. *Anesth Analg* 1973;52:827-31.
- Raj PP. Adjuvant techniques in regional anesthesia. In: *Handbook of Regional Anesthesia*. New York: Churchill Livingstone; 1985. p.196-208.
- Owen MD, Dean LS. Ropivacaine. *Expert Opin Pharmacother* 2000;1:325-36. Review.
- Owen MD, Gautier P, Hood DD. Can ropivacaine and levobupivacaine be used as test doses during regional anesthesia? *Anesthesiology* 2004;100:922-5.