



Meme Karsinomu Olan Hastalarda Brakial Pleksopati Nedenleri: Dört Olgunun Sunumu

Causes of Brachial Plexopathy in Patients with Breast Carcinoma: Presentation of Four Cases

Figen KOÇYİĞİT¹, Banu DİLEK², Abdülkadir BACAĞOĞLU³, Elif AKALIN²

¹ Denizli Devlet Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, DENİZLİ

² Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı,

³ Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İZMİR

ÖZET

Brakial pleksus üst ekstremitenin motor ve duysal innervasyonundan sorumlu majör nöral yapıdır. Brakial pleksopatilerin yarısından çoğu travmaya bağlı iken; travmaya bağlı olmayan pleksopatilerin %75'ini radyasyon pleksopatisi, primer veya metastatik akciğer kanseri ve metastatik meme karsinomu oluşturur. Meme karsinomunda tedaviyi takiben semptomatik brakial pleksopati sıklığı %1.8-4.9 oranında bildirilmiştir. Bu yazıda meme karsinomu tanısı olan ve radyoterapiye bağlı brakial pleksopati, radyoterapiye sekonder ikinci primer tümör gelişimine bağlı brakial pleksopati ve meme karsinomunun aksiller metastazına bağlı brakial pleksopati gelişen dört olgu sunulmaktadır. Meme karsinomlu hastalarda farklı nedenlere bağlı gelişebilen brakial pleksopati; semptomları dirençli, progresif seyirli bir klinik tablodur. Semptomların tanınması, tanı konulduktan sonra da tedavinin multidisipliner olarak düzenlenmesi, progresyonu yavaşlatabilir. Tedavi ağrı ve dizestezi gibi semptomları gidermeye yönelik düzenlenmeli ve seçilmiş olgularda rizotomi, kordotomi, eksploratif cerrahi gibi invaziv yöntemlerin de uygulanabileceği unutulmamalıdır.

Anahtar Kelimeler: Meme karsinomu, brakial pleksopati, radyasyona bağlı pleksopati.

SUMMARY

Brachial plexus is the major neural structure responsible for the motor and neural innervation of upper extremity. More than half of brachial plexopathies develop after trauma. Radiation plexopathy, primary or metastatic lung cancer and metastatic breast carcinoma comprise 75% of nontraumatic causes. Frequency of symptomatic brachial plexopathy development following treatment of breast carcinoma is reported to be 1.8-4.9%. In this paper we present radiation induced plexopathy, second axillary primary tumor induced plexopathy, metastatic plexopathy in four breast carcinoma patients. Brachial plexopathy can develop due to different mechanisms in breast carcinoma patients. Whatever the cause, the symptoms are resistant and progressive. Multidisciplinary therapeutic approach may slow down progression. Treatment should aim to alleviate symptoms like pain and dysesthesia. Interventional treatment options like explorative surgery, rizotomy, cordotomy, can be applied in selected cases.

Key Words: Breast neoplasm, brachial plexopathy, radiation induced plexopathy.

GİRİŞ

Brakial pleksus üst ekstremitenin motor ve duysal innervasyonundan sorumlu majör nöral yapıdır. Brakial pleksusun seyri boyunca, herhangi bir yerde olan lezyonlar sonucu ortaya çıkan brakial pleksopati farklı nedenlere bağlı olabilir (1). Brakial pleksopatilerin yarısından çoğu travmaya bağlı sebeplerle olurken; travmaya bağlı olmayan pleksopatilerin dörtte üçünü radyasyon pleksopatisi, primer veya metastatik akciğer kanseri ve metastatik meme karsinomu oluşturur (2). Epidural kord kompresyonu, neoplastik menenjit, primer pleksus tümörleri, intraarteryel kemoterapiye bağlı kemotoksisite, paraneoplastik veya postinfeksiyöz pleksopatiler kanserli hastalarda görülebilen pleksopati nedenleri arasında yer alır (3).

Bu çalışmada, meme karsinomu tanısı olan ve farklı mekanizmalarla brakial pleksopati gelişen dört olgu sunulacaktır.

OLGU SUNUMLARI

Olgu 1

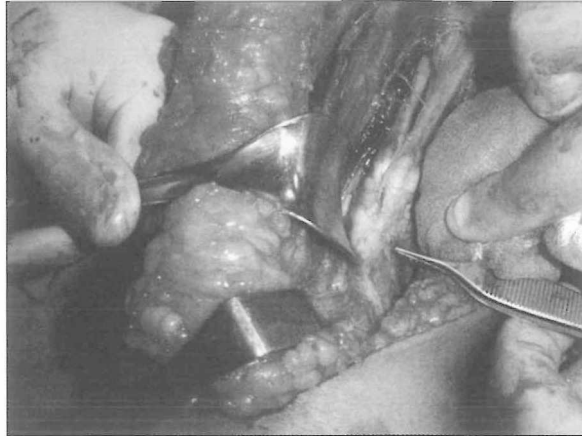
Elli dokuz yaşında kadın hasta sağ elini kullanamama, sağ üst ekstremitede uyuşma ve ağrı yakınmaları ile başvurdu. Bir yıl önce sağ meme karsinomu tanısının konulduğu, 6 kür Gemesitabin dozetaksel kemoterapisi uygulandıktan sonra sol radikal mastektomi ve aksiller lenf nodu diseksiyonunun uygulandığı öğrenildi. Operasyonu takiben 50 Gy aksiller bölge lenf nodlarına, 10 Gy sağ memeye olmak üzere toplam 30 seansta 60 Gy radyoterapi alan hastanın radyoterapisinin başvurdan iki ay önce sona erdiği ve radyoterapiden hemen sonra sağ üst ekstremitede elektriklenme, ağrı ve güçsüzlüğün başladığı belirlendi.

Fizik muayenede sağ omuz ve dirsek eklemlerinde hareket açıklıkları kısıtlanmıştı. Sağ omuz fleksiyonu 80°, abduksiyonu 70°, internal rotasyonu sağ gluteal bölgede, eksternal rotasyonu 50° idi. Dirsek ve omuz kuşağı kaslarında motor defisit saptanmadı. El bileği fleksör ve ekstansör kas gücü 3/5 idi. Lumbrikal kaslarda 3/5 gücünde aktivitesi olan hastanın diğer intrinsik el kaslarında istemli aktivitesi yoktu. C6 ve T1 dermatomal hipostezi, C7 ve C8 dermatomal anestezisi mevcuttu. Sağda triceps refleksi alınamazken diğer derin tendon refleksleri normoaktifti. Sağ üst ekstremitede lenfödem mevcuttu.

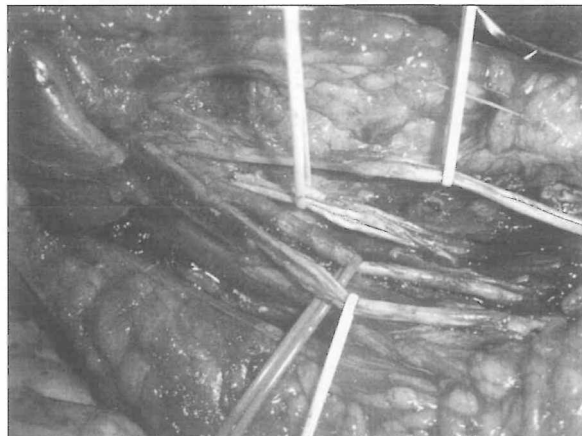
Hasta; elektrik stimülasyonu, eklem hareket açıklığı egzersizleri, analjezik elektroterapiden oluşan tedavi programına alındı. Analjezi için tramadol 100 mg/gün başlandı. Ağrı ve lenfödem kontrolünde yanıt alınama-

yan hastanın motor defisiti ilerledi. Omuz ve dirsek kas gücü 4/5'e geriledi. C6 dermatomu da anestetik hale geldi. Sağ elinde siyanotik renk değişimi, parmak distallerinde deskuamasyonu olan hastanın yüzeysel aksiller bölge ultrasonografisinde 4 cm lik kitle saptanması, ağrısının şiddetlenmesi ve eşlik eden vasküler kompresyon bulgularının olması üzerine eksploratif aksiller diseksiyon yapıldı. Brakial pleksus ve brakial arter etrafındaki fibrotik doku temizlendi (Resim 1,2). Postoperatif ağrılarında minimal azalması oldu. Vasküler kompresyona bağlı ortaya çıkan siyanoz ve deskuamasyonu düzeldi. Motor defisitinin progresyonu durdurulamayan ve minimal ağrı yanıtı elde edilen hasta izlemi sırasında pulmoner hastalık nedeniyle eksitus oldu.

Bu olgu radyoterapiye bağlı brakial pleksopati olarak değerlendirildi.



Resim 1. Olgu 1'in eksploratif cerrahisi sırasında brakial pleksus yapılarını yoğun olarak saran fibrotik dokunun görünümü.



Resim 2. Olgu 1'in yoğun fibrotik doku çıkarıldıktan sonra brakial pleksusu oluşturan sinirlerinin (sarı renk ile tutulmaktadır) ve brakial arterinin (kırmızı renk ile tutulmaktadır) görünümü.

Olgu 2

Altmış beş yaşında kadın hasta bir yıldır var olan sağ kolda ağrı ve güçsüzlük yakınmaları ile başvurdu. On beş yıl önce sağ meme karsinomu tanısı ile mastektomi, aksiller lenf nodu diseksiyonu, takiben radyoterapi ve kemoterapi aldığı öğrenildi. Şikayetlerinin başlamasını takiben radyoterapiye sekonder aksiller sarkom tanısının konulduğu öğrenildi. Takiben kitle eksizeyonu yapılan hastanın postoperatif ağrısının azaldığı ancak güçsüzlük ve lenfödem şikayetlerinin devam ettiği belirlendi.

Fizik muayenede omuz kuşağı kas gücü 2/5, dirsek fleksiyonu 2/5, ekstansiyonu 3/5, el bileği kas gücü 2/5 idi. Tenar, hipotenar, interosseal kaslarda belirgin kas gücü azalması mevcuttu. C5, C6, C7, C8, T1 dermatomal hipoestezi; elde median sinir innervasyonlu alanlarda yer yer anestetik alanlar mevcuttu.

Hastaya fizyoterapist eşliğinde eklem hareket açıklığı ve germe egzersizleri, elektriksel kas stimülasyonu ve lenfödem giysisinden oluşan tedavi verildi. Takiplerine halen bölümümüzde devam edilen hastanın muayene bulgularında değişiklik olmadı.

Bu olgu radyoterapiye sekonder ikinci primer tümör gelişimine bağlı brakial pleksopati olarak değerlendirildi.

Olgu 3

Elli altı yaşında kadın hasta, iki aydır sol kolda olan uyuşma, şişlik ve güçsüzlük yakınmaları ile başvurdu. Hastanın öyküsünde başvurudan beş yıl önce invaziv duktal karsinoma tanısının konulduğu ve sol modifiye radikal mastektomi, aksiller lenf nodu diseksiyonu uygulandığı, operasyondan sonra kemoterapi verildiği öğrenildi. İzleminin beşinci yılında aksiller metastaz saptanarak aksiller diseksiyon yapılan hastanın; memeye ve aksiller bölgeye toplam 20 seansta 50 Gy radyoterapi aldığı öğrenildi.

Hastanın fizik muayenesinde sol üst ekstremitte eklem hareket açıklıkları kısıtlı idi. Sol üst ekstremitde 4/5 dirsek ekstansiyonu, el bileğinde ve el parmaklarında 2/5 fleksiyon, el parmaklarında 3/5 ekstansiyon dışında aktif kas aktivitesi yoktu. C6, C7, C8, T1 dermatomları hipoestezikti. Sol üst ekstremitde derin tendon refleksleri alınamadı. Hastanın EMG'sinde sol brakial pleksus alt trunkus tutulumu saptandı. Hastaya eklem hareket açıklığı egzersizleri, lenfödem baskı giysisi önerildi. İzleminin birinci ayında hasta pulmoner komplikasyonlar nedeniyle eksitus oldu.

Olgu 4

Elli altı yaşında kadın hasta, sağ ön kolda yoğunlaşan sağ üst ekstremitte ağrısı ve sağ kolunu hareket ettirememe yakınmaları ile başvurdu. Hastaya, başvurudan 27 ay önce sağ inflamatuvar meme karsinomu tanısının konulduğu ve sağ modifiye radikal mastektomi, aksiller lenf nodu diseksiyonu uygulandığı öğrenildi. Operasyondan birkaç ay sonra sağ kol ağrısı ardından da sağ kolda güçsüzlüğünün başladığı; bu şikayetlerden 6-7 ay sonra saptanan aksiller ve supraklaviküler kitlenin patolojik incelemesinin metastatik lezyon ile uyumlu olduğu belirlendi (Resim 3,4).

Hastanın fizik muayenesinde omuz dirsek ve el bilek hareketleri kısıtlı, omuz kuşağı kas gücü 2/5 idi. El bileği ve elde aktif hareket yoktu. C5, C6, C7 dermatomlarında hipoestezi; C8, T1 dermatomlarında anes-



Resim 3. Olgu 4'ün aksiller bölgesinde izlenen metastatik kitlenin görünümü ve brakial pleksusu yapılarının kitle yakınındaki seyri.



Resim 4. Olgu 4'ün aksiller bölgesindeki metastatik kitlenin çıkarılmasından sonra brakial yapıların seyri.

tezi saptandı. Üst ekstremitede derin tendon refleksleri alınamadı. İzleminde lenfödeme sekonder ülserleri geliştiği için elektriksel kas stimülasyonu yapılamadı (Resim 5). Eklem hareket açıklığı egzersizleri hastaya öğretildi. Hasta izleminde genel durumu bozularak eksitus oldu.

Üçüncü, dördüncü olgular meme karsinomunun aksiller metastazına bağlı gelişen brakial pleksopati olarak değerlendirildi.

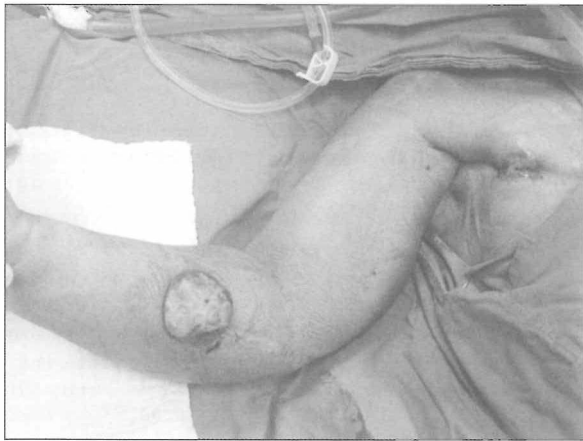
TARTIŞMA

Wittenberg ve arkadaşları travmatik olmayan brakial pleksopati saptanan 105 hastadan %31'inin radyoterapi, %24'ünün meme karsinomu, %19'unun akciğer kanseri, %18'inin benign tümörler, %10'unun diğer malign tümörlere bağlı olduğunu belirtmişlerdir (1).

Neoplastik pleksopati primer tümörün lokal ya da bölgesel progresyonu sırasında geç dönem komplikasyon olarak ortaya çıkar. Kanserli hastaların %1'inde neoplastik pleksopati gelişir (3). Neoplastik pleksopati frekansı, brakial pleksusu için %43, lumbosakral pleksusu için %71 olarak bildirilmiştir (4,5). Meme karsinomunda tedaviyi takiben semptomatik brakial pleksopati %1.8-4.9 oranında bildirilmiştir (6-8).

Neoplastik brakial pleksopatili hastaların en sık başvuru yakınması omuz ve aksillaya lokalize ağrıdır (4). Kol ve önkol medialinde, dördüncü ve beşinci parmaklara uzanan radiküler ağrı da izlenebilir. Hastaların %75'inde motor, duysal ve refleks bulgular alt trunkus dağılımına uygunken kalan hastaların çoğunda yaygın pleksus tutulumu görülür (3).

Neoplastik brakial pleksopati tanısında aksiller bölgeye yönelik bilgisayarlı tomografi (BT) ve manye-



Resim 5. Olgu 4'ün brakial pleksopati olan üst ekstremitesinde gelişen ve patolojik incelemesinde yüzeysel metastaz ile uyumlu bulunan ülserlerinin görünümü.

tik rezonans görüntüleme (MRG) faydalanılabilir. Görüntülemeye kitle saptanamazsa 4-6 hafta sonra tekrarlanabilir (3). MRG de T1 ağırlıklı görüntülerde hipointens, T2 ağırlıklı görüntülerde hiperintens görünen kitle saptanabilir. T2 ağırlıklı görüntülerde sinir trunkuslarında da intensite artışı saptanmıştır (9). Pozitron emisyon tomografisi (PET) sensitivitesi ve spesifitesi belli olmayan bir yöntemdir. PET kullanılarak brakial pleksopatisi olan 19 hastanın 14'ünde tutulan pleksusta anormal florodeoksiglikoz alımı saptanmıştır (10).

Neoplastik pleksopatinin tedavisi ile ilgili oldukça az veri bulunmaktadır. Primer hastalığın progresyonuna yönelik genel önlemler alındıktan sonra, ağrı ve uyusma gibi pleksopati semptomlarının yakın takibi neoplastik pleksopatinin önlenmesine ve erken tanınmasına katkı sağlayabilir. En sık kullanılan tedavi radyoterapidir. Radyoterapi ile neoplastik brakial pleksopati bulunan hastalardan %46'da ağrıda azalma sağlanmıştır (4). Tedavi genellikle ağrı palyasyonuna yöneliktir ancak çalışmalar ağrı kontrolünün sıklıkla sağlanmadığını göstermektedir. Multidisipliner yaklaşım ile gerekirse seçilmiş olgularda rizotomi ve kordotomiye kadar uzanan tedavi seçenekleri bulunmaktadır (3).

Bu çalışmada sunulan üçüncü ve dördüncü olgular aksiller lenf nodu metastazına bağlı neoplastik pleksopati gelişen meme karsinomu olan hastalardır. Üçüncü olguda ağrı yakınması ön planda değildi ancak EMG ile alt trunkus tutulumu gösterildi. Hasta izlemi sırasında erken dönemde pulmoner komplikasyonlar nedeniyle eksitus oldu. Dördüncü olguda kol, önkol ve aksiller bölgede gelişen basınç ülserlerinin kontrol altına alınmaması brakial pleksopatiye yönelik tedavisini oldukça kısıtladı.

Radyasyona bağlı brakial pleksopati; göğüs, aksiller bölge, torasik çıkış ya da boyuna uygulanan radyoterapinin uzun dönem komplikasyonudur (11). Meme karsinomu için radyoterapi alan hastalardaki insidansı son çalışmalarda %1.2 olarak bildirilmiştir (12).

Radyoterapi, aksonlar üzerine direkt toksik etki sonucu ya da vasa nervorumlar üzerine toksik etki sonucu sinirde mikrohasar oluşturarak pleksus hasarı yapabilir (13). Radyoterapi dozu pleksopati gelişiminde önemlidir. Hayvan deneylerinde 10 Gy üzerindeki dozlar ile Schwann hücrelerinde, endonöral fibroblastlarda, vasküler ve perinöral hücrelerde patolojik değişiklikler olurken; 35 Gy dozu ile sinir anterior ve posterior köklerinde etkilenme izlenmiştir (14,15). 50 Gy'den düşük dozda aksiller radyoterapi alanlarda insidans %1.3, 50 Gy üzerinde alanlarda %56 olarak bildirilmiştir (12).

Kemoterapi uygulanmış olması radyasyona bağlı brakial pleksopati gelişimini iki kat artırmaktadır.

Patoloji çalışmalarında sinir tuzaklanması yapan fibrozis saptanmıştır. Endonöryum sıklıkla kalınlaşmıştır. Demyelinizasyon, vasa nervorumlarda obliterasyon da görülebilir (16,17). Radyasyona bağlı brakial pleksopati "double crush" fenomeniyle de açıklanabilir. Radyasyona bağlı hasar pleksusun hasar tamir kapasitesine azaltarak ilerleyici fibrozise yol açmaktadır. Radyoterapi alınmasından brakial pleksopati gelişimine kadar geçen süre 3 ay-14 yıl arasında değişmekle birlikte ortalama beş yıldır (18,19).

Radyasyona bağlı brakial pleksopati gelişen hastalarda başvuru yakınmaları dizestezi, uyuşukluk ve genellikle eşlik eden lenfödemdir. Ağrı neoplastik pleksopatiye göre daha geç dönemde ortaya çıkar. Radyasyona bağlı brakial pleksopati olan hastaların %60'ında güçsüzlük, %50'sinde uyuşukluk ve parestezi saptanmıştır (20).

Literatürde alt trunkus tutulumunun sık olduğu bildirilmiştir (17,21). Ancak son çalışmalarda üst trunkus tutulumunun daha sık olduğu bildirilmektedir (22).

Tanıda MRG den faydalanılabilir. Fokal kitle olmadan brakial pleksusta difüz kalınlaşma ve T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerde düşük sinyal intensitesi bildirilen MRG bulgularıdır (1). Neoplastik brakial pleksopati ile ayırıcı tanıda T2 ağırlıklı görüntülerden yararlanılabilir. Radyasyona bağlı brakial pleksopatide düşük sinyal intensitesi olurken, neoplastik brakial pleksopatide artmış sinyal intensitesi görülür (1). Tanıda elektrofizyolojik yöntemlerden de faydalanılabilir. Duysal ve motor iletim çalışmaları neoplastik ve radyasyona bağlı brakial pleksopatilerde benzerdir (23). Ancak miyokimi varlığı radyasyona bağlı brakial pleksopatiyi düşündürmelidir. Fathers ve Thrush radyasyona bağlı brakial pleksopatisi olan 33 hastanın sadece ikisinde miyokimi tespit etmişlerdir (24). Miyokiminin bu düşük insidansı, ayırıcı tanı için kullanılmasını zorlaştırmaktadır.

Radyasyona bağlı brakial pleksopatinin önlenmesi için radyoterapinin mümkün olan en az dozda verilmesi ve radyoterapiden sonra hastanın pleksopati semptomları açısından izlenmesi önemlidir. Radyasyona bağlı brakial pleksopatinin tedavisi de semptomlara yöneliktir. Hastaların çoğunda progresif seyir görülür. Erken fiziksel tedavi uygulanması lenfödem, donuk omuz ve atrofi gelişimini önleyebilir. Nöropatik ağrı için analjezik akımlardan faydalanılabilir. Fibrotik dokuyu eksize etmek, nörovasküler yapıların tuzaklanmasını önlemek için cerrahi uygulanabilir (11). Cerrahi sonrası

semptomlarda artış da olabilir ancak genellikle motor ve duysal bulguları değiştirmeksizin minimal ağrı yanıtı elde edilir (25). Antikoagülan tedavinin denendiği küçük hasta gruplarında motor fonksiyonda iyileşme elde edilmiştir (26). Hiperbarik oksijen tedavisinin denendiği bir grupta ise semptomlarda iyileşme sağlanamamıştır.

Bu çalışmada sunduğumuz ilk olgu, parestezi gibi duysal yakınmalarının ön planda olması, aksiller bölgeye 50 Gy, meme dokusuna 10 Gy olmak üzere toplam 60 Gy dozunda radyoterapi almış olması, önceden kemoterapi uygulanmış olması, operasyon sırasında yoğun fibrozis dokusunun görülmesine bağlı olarak radyasyona bağlı brakial pleksopati ile klinik olarak uyumlu görünmektedir. Ancak cerrahi sonrası eksize edilen dokunun patolojik incelemesinin yapılmamış olması nedeniyle kesin olarak radyasyona bağlı brakial pleksopati tanısı konulamamaktadır. Sunulan ikinci olguda, radyoterapiye sekonder gelişen sarkoma bağlı brakial pleksopati gelişmiştir. Neoplastik pleksopati grubunda değerlendirilebilir ancak, ikinci primer tümör gelişimine bağlı olduğu için farklılık göstermektedir.

Meme karsinomlu hastalarda farklı nedenlere bağlı gelişebilen brakial pleksopati; semptomları dirençli, progresif seyirli bir klinik tablodur. Tedaviye erken başlanması ve multidisipliner olarak düzenlenmesi progresyonu yavaşlatabilir. Tedavi, ağrı ve dizestezi gibi semptomları gidermeye yönelik düzenlenmeli ve seçilmiş olgularda rizotomi, kordotomi, eksploratif cerrahi gibi invaziv yöntemlerin de uygulanabileceği unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Wittenberg KH, Adkins MC. MR imaging of nontraumatic brachial plexopathies: frequency and spectrum of findings. *Radiographics* 2000; 20:1023-32 .
2. Reede DL. MR imaging of the brachial plexus. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1997; 5:897-906.
3. Kurt A, Jaeckle MD. Neurological manifestations of Neoplastic and Radiation-Induced Plexopathies. *Seminars in Neurology* 2004; 24:385-93.
4. Kori SH, Foley KM, Posner JB. Brachial plexus lesions in patients with cancer: 100 cases. *Neurology* 1981; 31:45-50.
5. Jaeckle KA, Young DF, Foley KM. The natural history of lumbosacral plexopathy in cancer. *Neurology* 1985; 35:8-15.
6. Pierce SM, Recht A, Lingos TI, Abner A, Vicini F, Silver B, Herzog A, Harris JR. Long-term radiation complications following conservative surgery (CS) and radiation therapy (RT) in patients with early stage breast cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1992; 23:915-23.
7. Powell S, Cooke J, Parsons C. Radiation-induced brachial plexus injury: follow-up of two different fractionation schedules. *Radiation Oncol* 1990; 18:213-20.

8. Sheldon T, Hayes DF, Cady B, Parker L, Osteen R, Silver B, Recht A, Come S, Henderson IC, Harris JR. Primary radiation therapy for locally advanced breast cancer. *Cancer* 1987; 60:1219-25.
9. Wouter van Es H, Engelen AM, Witkamp TD, Ramos LM, Feldberg MA. Radiation-induced brachial plexopathy: MR imaging. *Skeletal Radiol* 1997; 26:284-8.
10. Ahmad A, Barrington S, Maisey M, Rubens RD Use of positron emission tomography in evaluation of brachial plexopathy in breast cancer patients. *Br J Cancer* 1999; 79:478-82.
11. Clark Schierle BA, Winogard JM. Radiation-induced brachial plexopathy: review. Complication without a cure. *Journal of reconstructive microsurgery* 2004; 20:149-51.
12. Pierce SM, Recht A, Lingos TI, Abner A, Vicini F, Silver B, Herzog A, Haris JR. Long-term radiation complications following conservative surgery and radiation therapy in patients with early stage breast cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 1992; 23:915-23.
13. Greenfield MM, Stark GM. Post-irradiation neuropathy. *AJR Am J Roentgenol* 1948; 60:617-22.
14. Cavanagh JB. Prior x-irradiation and the cellular response to nerve crush: duration of effect. *Exp Neurol* 1968; 22:253-8.
15. Bradley WG, Fewings JD, Cumming WJ, Harrison RM. Delayed myeloradiculopathy produced by X-irradiation in the rat. *J Neurol Sci* 1977; 31:63-82.
16. Johansson S, Svensson H, Larson LG, Denekamp J. Brachial plexopathy after postoperative radiotherapy of breast cancer patients-a long-term follow-up. *Acta Oncol* 2000; 39:373-82.
17. Thomas JE, Colby MY Jr. Radiation induced or metastatic plexopathy. A diagnostic dilemma. *JAMA* 1972; 222:1392-5.
18. Upton AR, McComas AJ. The double crash in nerve entrapment syndromes. *Lancet* 1973; 2:359-62.
19. Thyagarajan D, Cascino T, Harms G. Magnetic resonance imaging in brachial plexopathy of cancer. *Neurology* 1995; 45:421-7.
20. Thomas JE, Cascina TL, Earle JD. Differential diagnosis between radiation and tumor plexopathy of the pelvis. *Neurology* 1985; 35:1-7.
21. Stoll BA, Andrews JT. Radiation induced peripheral neuropathy. *BMJ* 1966; 11:834-7.
22. Harper CM Jr, Thomas JE, Cascino TL, Lithy WJ. Distinction between neoplastic and radiation induced brachial plexopathy, with emphasis on the role of EMG. *Neurology* 1989; 39:502-6.
23. Fathers E, Thrush H. Radiation-induced brachial plexopathy in women treated for carcinoma of breast. *Clin Rehabil* 2002; 16:160-5.
24. Killer HE, Hess K. Natural history of radiation induced brachial plexopathy compared with surgically treated patients. *J Neurol* 1990; 237:247-50.
25. Glantz MJ, Burger PC, Friedman AH, Radtke RA, Massey EW, Schold SC Jr. Treatment of radiation-induced nervous system injury with heparin and warfarin. *Neurology* 1994; 44:2020-7.
26. Pritchard J, Anand P, Broome J, Davis C, Gothard L, Hall E, Maher J, McKinna F, Millington J, Misra VP, Pitkin A, Yarnold JR. Double-blind randomized phase II study of hyperbaric oxygen in patients with radiation induced brachial plexopathy. *Radiother Oncol* 2001; 58:279-86.